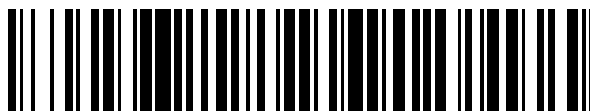


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 551**

51 Int. Cl.:

F24S 23/77 (2008.01)

G02B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2014 PCT/AU2014/000543**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14186832**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2014 E 14801489 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2999929**

54 Título: **Aparato colector de energía solar y método de diseño**

30 Prioridad:

23.05.2013 AU 2013901854

29.07.2013 AU 2013902808

31.01.2014 AU 2014900287

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

26.03.2020

73 Titular/es:

INTEX HOLDINGS PTY LTD (100.0%)

3/49 Main North Road

Menindie Gardens, SA 5081, AU

72 Inventor/es:

DAVIES, ROGER PHILIP

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 750 551 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).

DESCRIPCION

Aparato colector de energía solar y método de diseño

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un aparato colector de energía solar y a un método de diseño. Asimismo, la invención proporciona un método implementado por ordenador para diseñar un aparato colector de energía solar.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Los colectores de energía solar se han utilizado durante mucho tiempo como fuente de energía renovable para aprovechar la radiación solar, también conocida como insolación, al calentar un fluido que pasa sobre una superficie o por un conducto, o proporcionando insolación solar a otros dispositivos que recogen calor con fines aprovechables. Los colectores normalmente están apoyados directamente sobre la cubierta de la edificación y se posicionan en ángulo gracias a su soporte de montaje, o incluyen bastidores que permiten posicionarlos en ángulo correctamente sobre una superficie horizontal.

Un desafío en este campo consiste en alcanzar una conversión altamente eficiente de la radiación solar en energía térmica y aumentar la temperatura del fluido hasta un punto que asegure un mejor aprovechamiento del fluido para varios procesos de consumo energético.

[0003] Los sistemas colectores de energía solar térmica suelen funcionar peor en invierno, a finales de otoño y principios de primavera, épocas en que los usuarios generalmente desean consumir más calor, o necesitan más calor para los sistemas de calefacción. El rendimiento de los sistemas colectores de energía solar térmica existentes se degrada aún más en presencia de una cubierta de nubes, la cual es más común en los meses más fríos. En verano, cuando la demanda de calor se reduce debido a la disminución de las pérdidas en el ambiente en aplicaciones comerciales y/o a la reducción del uso de calor en aplicaciones domésticas, los colectores solares térmicos funcionan de forma más eficiente, si bien generan excedentes de energía solar térmica en comparación con la demanda.

[0004] Normalmente en los colectores termo-solares fijos, existe un exceso de capacidad calefactora en verano, mientras que en los meses más fríos se produce un déficit en la generación de calor con estos sistemas. Mientras que hay que instalar suficientes colectores en un entorno concreto para captar calor en los meses fríos, en los meses más cálidos se tiene que desechar el exceso de energía térmica generada.

[0005] El rendimiento de los colectores solares térmicos fijos en los meses más fríos también empeora ya que la salida térmica generada está a una temperatura más baja, con lo que la su temperatura no es lo suficiente alta para satisfacer las necesidades de consumo.

[0006] Además, muchos aparatos están empíricamente posicionados, es decir, con la misma posición y orientación del colector y no tienen en cuenta factores como la época del año. Estos aparatos se orientan generalmente por la radiación solar entrante en los períodos con valores pico del verano. Por lo tanto, tales aparatos no están diseñados para compensar las variaciones diurnas del sol y la variación en el ángulo acimut solar en el transcurso del año, es decir, hay que volver a posicionarlos físicamente a lo largo del año para que lo logren. Además, la mayoría de los aparatos existentes conocidos por el solicitante utilizan únicamente la superficie superior de un panel colector para captar o aprovechar la radiación solar. Por consiguiente, los aparatos existentes no son especialmente eficientes para aprovechar la insolación entrante, lo que contribuye a los problemas mencionados anteriormente, sobre todo durante los meses más fríos cuando el sol está más bajo sobre el horizonte.

[0007] Hasta la fecha, los intentos de resolver los problemas expuestos han sido en gran medida infructuosos. Por ejemplo, instalar más colectores solares para aumentar la producción de agua caliente en invierno requiere una mayor inversión de capital y representa una solución comercialmente inviable en comparación con otros métodos alternativos de calefacción. Otro problema adicional es la dificultad y el gasto que conlleva evacuar el exceso de calor acumulado en verano.

[0008] También se ha intentado instalar colectores o concentradores móviles para mejorar el rendimiento invernal y reducir el rendimiento de la calefacción en verano reduciendo la capacidad de captación térmica del colector. Sin embargo, esto eleva sustancialmente la complejidad y el gasto necesario en estos sistemas, reduciendo su potencial comercial y convirtiéndolos en una solución comercialmente inviable.

[0009] En al menos un lugar del norte de Canadá se ha desarrollado una instalación de almacenamiento térmico capaz de almacenar calor hasta 5 años, permitiendo la captación de energía en el horario de verano y su aprovechamiento posterior en horario de invierno. Esta solución requiere un desarrollo pensado para todo el pueblo ya que construir sistemas de almacenamiento térmico de suelo a menor tamaño resulta inviable. Esta solución es poco práctica como instalación de retro-adaptación al necesitar una extensa red de tuberías entre el depósito térmico

central y los consumidores de energía de otros edificios.

[0010] También se han desarrollado aparatos que integran paneles reflectores colocados relativos al colector para proporcionar energía solar al colector no sólo mediante radiación solar directa, sino también desde radiación reflejada a por estos paneles reflectores. Sin embargo, los aparatos de este tipo conocidos por el solicitante siguen empleando un diseño empírico pensado para mejorar la eficiencia en cierta época del año, es decir, no integran colectores y reflectores orientados entre sí específicamente para garantizar un rendimiento óptimo durante todo el año para una latitud determinada. Por lo tanto, los aparatos conocidos que emplean paneles reflectantes si bien tienen éxito en aumentar la eficiencia en determinados momentos del día en una época concreta del año, siguen mostrando los mismos problemas de rendimiento asociados con los colectores no reflectantes durante otras épocas del año.

[0011] Además de los problemas vinculados al funcionamiento de los aparatos de captación de energía solar ya existentes, el solicitante también ha detectado la necesidad de abordar los problemas relacionados con el diseño de dichos aparatos. El solicitante no conoce en la actualidad ningún método que permita diseñar un aparato de captación de energía solar y, en particular, un método para orientar un colector y uno o más reflectores para lograr un rendimiento óptimo en una época concreta del año (o durante todo el año) teniendo en cuenta, como mínimo, la latitud, aunque sí es cierto que existen otros factores que pueden influir en el diseño de dicho aparato. Por ejemplo es frecuente encontrar una gran variedad de líneas de cubiertas y orientaciones existentes en las edificaciones. Además, las edificaciones en cada una de las diferentes latitudes pueden requerir una orientación diferente del sistema para lograr así un rendimiento óptimo; en algunas instalaciones, la captación de calor durante el invierno es lo más importante, mientras que en otras la acumulación de calor durante el verano debe reducirse para evitar la acumulación excesiva de energía; en otras instalaciones, se desea lograr una captación máxima de energía en todo el ciclo anual, mientras que en otro escenario se desea el máximo aprovechamiento durante el verano. En otras situaciones, el espacio para instalar el sistema puede ser restringido, deseándose a pesar de ello lograr una recolección de energía lo más alta posible por metro cuadrado.

[0012] El objeto de la presente invención es, por tanto, proporcionar un aparato de captación de energía solar y un método de diseño que solvante los problemas anteriores o que, al menos, proporcione al público una alternativa útil.

[0013] El documento US 2011/0260936 A1 divulga un aparato de recolección de energía solar que comprende un colector de energía solar y dos o más reflectores montados en una posición fija y una orientación fija con respecto al colector

RESUMEN DE LA INVENCION

[0014] De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona un aparato de captación de energía solar según la reivindicación 1.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

[0015] Las características, realizaciones y variaciones preferentes de la presente invención pueden entenderse a partir de la siguiente descripción detallada, la cual proporciona información suficiente para que los expertos en la materia puedan ejecutar la invención. Sin embargo, no debe entenderse que la descripción detallada limite en modo alguno el alcance de la presente invención antes resumido. La descripción detallada hará referencia a una serie de dibujos de la siguiente manera:

La figura 1 es una vista lateral esquemática de un aparato colector de energía solar de acuerdo con una realización que incluye un colector y un reflector único, definiéndose un ángulo del colector, la longitud y el ángulo del reflector, así como una longitud y un ángulo de desvío.

La figura 2 es un gráfico que muestra la insolación total diaria de verano que incide sobre un colector en relación con el ángulo de un reflector en un aparato de reflector único situado a 34° S de acuerdo con una realización

La figura 3 es un gráfico que muestra la insolación total diaria de invierno que cae sobre un colector en relación con el ángulo del reflector para un solo aparato reflector situado a 34° S de acuerdo con una realización.

La figura 4 es un gráfico de la insolación en relación con la longitud de desvío en un aparato de reflector único situado a 34° S de acuerdo con una realización.

La figura 5 es un gráfico de la insolación en relación con la hora del día en un aparato de reflector único situado a una latitud de 34° S a mediados de verano (total) en comparación con un sistema no aumentado (convencional).

La figura 6 es un gráfico de la insolación en relación con la hora del día para un aparato de un solo reflector situado en la latitud de 34° S a mediados del invierno (total) en comparación con un sistema no aumentado* (convencional).

- 5 [La figura 7 es una vista lateral esquemática de un aparato colector de energía solar de acuerdo con una realización que incluye un colector y dos reflectores, para el que están definidos un ángulo de captación, una primera longitud y ángulo del reflector, una segunda longitud y un segundo ángulo del reflector, así como una longitud y un ángulo de desvío.
- La figura 8 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye un colector y dos reflectores.
- 10 La figura 9 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización alternativa que incluye un colector y dos reflectores.
- La figura 10 es una vista esquemática lateral de un aparato colector de energía solar de acuerdo con una realización en la que el aparato está orientado hacia el norte e incluye un colector y dos reflectores, correspondiendo el ángulo de insolación incidente en época del solsticio de invierno o cercano a él.
- 15 La figura 11 es una vista esquemática lateral del aparato de la figura 10 en la que el ángulo de insolación incidente está en el equinoccio o cercano a él.
- 20 La figura 12 es una vista esquemática lateral del aparato de la figura 10 en la que el ángulo de insolación incidente corresponde al solsticio de verano o está cercano a él.
- La figura 13 es un gráfico de insolación dependiendo de la hora del día en un aparato de doble reflector situado a 34° S de latitud a mediados del verano (total) en comparación con un sistema no aumentado (convencional).
- 25 La figura 14 es un gráfico de la insolación en relación con la hora del día para un aparato de doble reflector situado en la latitud de 34° S a mediados del invierno (total) en comparación con un sistema no aumentado (convencional).
- La figura 15 es un gráfico tridimensional de la insolación total diaria en verano frente a los en relación con los ángulos de los reflectores y para cada reflector en un aparato de doble reflector situado en la latitud 34° S.
- 30 La figura 16 es un gráfico tridimensional de la insolación diaria total en invierno frente a los ángulos del reflector para cada reflector en un aparato de doble reflector a 34° de latitud.
- 35 La figura 17 es una vista lateral esquemática de un aparato colector de energía solar con un colector y tres reflectores, para el que están definidos un ángulo de captación, una primera longitud y ángulo del reflector, una segunda longitud y un segundo ángulo del reflector, una tercera longitud y ángulo del reflector, así como una longitud y ángulo de desvío.
- 40 La figura 18 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye un colector y tres reflectores.
- La figura 19 es una vista lateral de un aparato colector de energía solar según una realización alternativa que incluye un colector y tres reflectores.
- 45 La figura 20 es un gráfico de insolación dependiendo de la hora del día en un aparato de triple reflector situado a 34° S de latitud a mediados del verano (total) en comparación con un sistema no aumentado (convencional).
- La figura 21 es un gráfico de la insolación en relación con la hora del día para un aparato de doble reflector situado en la latitud de 34° S a mediados del invierno (total) en comparación con un sistema no aumentado* (convencional).
- 50 La figura 22 es un gráfico tridimensional de la insolación total diaria en verano frente a los ángulos de los reflectores segundo y tercero en un aparato de triple reflector situado en la latitud 34° S.
- 55 La figura 23 es un gráfico tridimensional de la insolación total en invierno frente a los ángulos de los reflectores segundo y tercero en un aparato de triple reflector situado en la latitud 34° S
- La figura 24 es un gráfico de insolación respecto a un mes en un aparato de triple y cuádruple reflector ubicado a 35° S de latitud.
- 60 La figura 25 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye un colector, tres reflectores y reflectores laterales adicionales.
- 65 La figura 26a es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar de acuerdo con una realización que incluye una pluralidad de colectores sustancialmente horizontales dispuestos adyacentes respecto a cuatro

superficies reflectantes.

La figura 26b es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye una pluralidad de colectores verticales dispuestos adyacentes respecto a cuatro superficies reflectantes.

La figura 27 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye dos colectores y tres reflectores asociados a cada colector, estando configurado el aparato para su integración en una superficie inclinada.

La figura 28 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye un colector y tres reflectores, estando el aparato en el interior de una cubierta de vidrio.

La figura 29 es una vista en perspectiva de un aparato colector de energía solar según una realización que incluye dos colectores y tres reflectores asociados a cada colector, en el que el aparato está configurado para su uso a lo largo de una superficie vertical.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0017] La siguiente descripción detallada de la invención se refiere a los dibujos que la acompañan. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia para todos los dibujos y la siguiente descripción al designar los mismos componentes y similares. Las dimensiones de ciertos componentes mostradas en los dibujos pueden estar modificadas o aumentadas para lograr una mayor claridad o ilustración.

[0018] Se debe comprender desde el principio que la referencia a "reflector", "superficie reflectante", "superficie reflectora", "cara reflectante", "parte reflectante" o "panel reflectante" y similares en el presente documento designan la misma característica o una similar, tratándose de una superficie, panel, etc. destinada a reflejar la radiación. Asimismo, la referencia a "colector" o "panel colector" designa la misma o similar característica cuando se trata de una superficie colectora, ya sea(n) tubo(s), dispositivo(s), panel(s), etc. para captar la radiación solar. La referencia a "planar" en el presente documento tiene por objeto designar una característica de la superficie consistente en que dicha superficie no enfoca la radiación solar. La referencia "no aumentada/o" en el presente documento sirve para designar un colector solar térmico sin superficies reflectantes asociadas. La referencia a "distancia" o "desplazamiento" en el presente documento se refiere a la misma medida de espacio o a una similar entre un punto u objeto entre sí.

[0019] Según un aspecto, la presente invención se refiere a un aparato colector de energía solar 10 que aumenta un cuanto de radiación solar incidente en un colector de energía solar 12. El aparato 10 puede estar caracterizado porque el colector incluye el primer lateral 14 y el segundos lateral 16 para recoger la radiación solar entrante, y una o más superficies reflectantes situadas cerca y a una distancia del colector y en un ángulo o ángulos distintos del ángulo recto respecto al colector, contando cada una de las superficies reflectantes con una área de superficie reflectante. El aparato 10 puede estar caracterizado además por una o más superficies reflectantes que tengan una relación combinada entre área de superficie reflectante y superficie colectora de al menos el 25 %. El aparato 10 puede estar caracterizado además por la posición, desplazamiento y ángulo o ángulos de una o más superficies reflectantes respecto al colector, de tal forma que se logre un aumento de la cantidad de energía solar incidente en el colector 12 durante la mayor parte de las horas de sol a lo largo de la mayor parte de días del ciclo anual.

[0020] De acuerdo con otro aspecto, la presente invención se refiere a un método de fabricación, configuración o instalación de un aparato colector de energía solar que incluya proporcionar una o más superficies reflectantes en una posición próxima y a una distancia de un colector de energía solar; dimensionar una o más superficies reflectantes y el colector de manera que la relación entre el área de superficie reflectante total de la superficie reflectante de una o más superficies reflectantes y el colector sea de al menos un 25 %; orientar una o más superficies reflectantes de manera que cada una de ellas esté orientada en ángulo o ángulos distintos de un ángulo recto respecto al colector, seleccionándose la ubicación, distancia y ángulo o ángulos de una o más superficies reflectantes para generar dicho aumento del cuanto de energía solar.

[0021] En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método para determinar un cuanto incidente de energía solar en un colector 12 que se basa en datos recibidos o introducidos. Este método puede ser útil para adaptar la configuración de un aparato 10 ya instalado o para diseñar un aparato 10 aún por instalar en un lugar determinado. El método puede caracterizarse por la recepción de datos relativos a las características conocidas del colector de energía solar, incluyendo la latitud, el ángulo, la orientación y las dimensiones del mismo; recibir datos relativos a las características conocidas de una o varias superficies reflectantes próximas al colector y a una distancia del mismo, incluida las dimensiones o el desplazamiento de cada una de las superficies reflectantes del colector y finalmente determinar un cuanto de energía solar incidente en el colector partiendo de esos datos. En una realización de la presente invención, se reciben datos introducidos posteriores que pueden incluir datos que sustituyen los datos originales, pudiéndose volver a calcular el cuanto de energía solar incidente partiendo de la base de los datos originales y/o posteriores. Por tanto, el lector experto se dará cuenta de que se puede adoptar un planteamiento

iterativo al diseñar o rediseñar el aparato 10.

5 [0022] Otras características que pueden formar parte de los datos de entrada incluyen, pero no se limitan a, la orientación relativa al ecuador (por ejemplo, orientación este-oeste o norte-sur), la inclinación de la superficie de instalación prevista, el espacio aprovechable (longitud y anchura), la reflectividad del panel, la intensidad solar, las dimensiones absolutas del colector y otras especificaciones técnicas del colector.

10 [0023] Otra característica puede ser un límite físico, como sombras en una o más superficies reflectantes provocadas durante ciertas horas del día por el colector y/o por las estructuras adyacentes. De acuerdo con otro aspecto, la presente invención proporciona un método para calcular un cuanto de radiación solar que incide en un colector, caracterizándose dicho método por los pasos que incluyen el cálculo de la posición del sol en el cielo a una determinada latitud en un momento o período de luz diurna dados a lo largo del año; determinar el área de una o más superficies reflectantes posicionadas para reflejar la radiación solar sobre una superficie del colector en dicho momento o período, partiendo de que ninguna de las superficies reflectantes está en sombra; determinar el área de una o más superficies reflectantes en la sombra y que por tanto no puede reflejar la radiación solar a una superficie del colector en dicho momento o período; determinar un área del colector que recibe la radiación solar directa del sol, y determinar el cuanto de radiación solar incidente en el colector sumando el área de una o más superficies reflectantes posicionadas para reflejar la radiación solar sobre la superficie del colector al área del colector que recibe la radiación solar directa, y restando el área de una o más superficies reflectantes en la sombra.

20 [0024] Más que el cuanto deseado de radiación solar incidente sobre el colector u otra medida de rendimiento asociada, siendo la salida el resultado de ejecutar el método, los datos relacionados con el rendimiento deseado pueden servir de entrada para determinar las características óptimas del colector y/o una o más superficies reflectantes. En un aspecto, la presente invención proporciona un método de diseño de un aparato colector de energía solar, integrando dicho método la recepción de datos sobre latitud, ángulo instalado, orientación y dimensión de un colector de energía solar; la recepción de datos relativos a una dimensión o al desplazamiento de cada una o varias de las superficies reflectantes próximas y a una distancia del colector; determinar, a partir de los datos recibidos, al menos un desplazamiento o un ángulo formado entre un plano del colector solar y un plano de cada uno o varios colectores para lograr un aumento específico hasta un aumento teórico máximo del cuanto de energía solar que incide en el colector, en comparación con el que incide en el colector únicamente. La invención no está pensada para estar limitada a alguna de las maneras de determinar el desplazamiento respecto a o el ángulo formado entre un plano del colector solar y un plano de uno o más reflectores, si bien la información siguiente proporciona un ejemplo detallado referente a un aparato de colector simple, doble y triple.

35 [0025] En los dibujos y tablas aquí representadas se hace referencia a las características de cada uno de los colectores y de una o más superficies reflectantes o reflectoras mediante símbolos. Por ejemplo, un colector de energía solar 12 puede estar situado a una latitud l y orientado con un ángulo ϕ . Una primera superficie reflectora 20 de una o más superficies reflectoras 18 puede incluir un punto de referencia que esté más alejado del Ecuador sobre un borde posterior 22 de la misma. El colector 12 también puede incluir un punto de referencia más alejado del Ecuador sobre su borde trasero 24, y la primera superficie reflectante 20 puede estar separada del colector 12 por una longitud de desvío " σ " definida por la distancia entre los respectivos puntos de referencia. Un ángulo de desplazamiento " ω " puede estar definido por el punto de referencia del colector respecto a un eje de referencia 26, por ejemplo, extendiéndose por el punto de referencia del reflector. La primera superficie reflectante 20 y el colector de energía solar 12 pueden estar orientados de acuerdo con una distancia de desplazamiento " α " y un ángulo de desplazamiento " ω " para así asegurar un rendimiento óptimo todo el año o durante una parte de él en una latitud dada.

50 [0026] En una realización, la primera superficie reflectante 20 incluye una longitud de reflector previamente calculada RL y está orientada según un ángulo del reflector θ . El ángulo del reflector θ puede estar definido por el ángulo de la primera superficie reflectante 20 respecto a un eje de referencia 28 asociado a la primera superficie reflectante, mostrándose en el ejemplo de realización un eje horizontal que se extiende por un borde 29 opuesto al borde 22.

55 [0027] Una o más superficies reflectantes 18 pueden incluir un segundo reflector 30, un tercer reflector 32 y reflectores superiores, pudiendo incluir cada reflector adicional una longitud de reflector RL2, RL3...RLn y un ángulo de reflector $\theta_2, \theta_3... \theta_n$ definido por el ángulo de cada superficie reflectante 30, 32...n respecto a un eje de referencia 34, 26...n, mostrándose en el ejemplo de realización un eje horizontal 34, 36... n que se extiende por el borde de cada superficie más alejada del borde 22 del primer reflector. Las longitudes, incluyendo la longitud de desplazamiento RL, RL2, RL3...RLn, pueden estar expresadas en términos o como una ratio de la longitud del colector. Si bien los reflectores se muestran en algunas de las figuras como adyacentes, no existe un requisito específico de que cada uno esté unido al siguiente y, de hecho, puede ser preferible separarlos para ayudar a evacuar el agua de lluvia tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 26.

60 [0028] Se guía ahora al lector hacia un aparato 10 que incluye un único reflector 20 de acuerdo con una realización en la figura 1 con los gráficos correspondientes mostrados en las figuras 2 a 6; un aparato 10 que incluye dos reflectores 20 y 30 de acuerdo con una realización según la figura 7, con vistas en perspectiva de instalaciones de

ejemplo en las figuras 8 a 12 y gráficos correspondientes en las figuras 13 a 16, así como un aparato 10 que incluye tres reflectores 20, 30 y 32 de acuerdo con una realización con vista en perspectiva de instalaciones de ejemplo en las figuras 18-19 y gráficos correspondientes en las figuras 20-24. Las figuras 25-29 muestran varias instalaciones de ejemplo de acuerdo con otras realizaciones adicionales de la presente invención. En cada realización, el reflector o los reflectores se posicionan de modo que aumente la insolación que incide sobre el colector durante el ciclo solar sin mover las posiciones de los reflectores. Las diferentes partes de los reflectores pueden producir irradiación sobre la primera y/o segunda superficie del colector en diferentes momentos del día y durante diferentes momentos del ciclo anual.

[0029] En aparatos con más de un reflector, la trayectoria de la radiación reflejada puede ir directamente de una primera cara reflectante a un primer y/o segundo lado del colector; de una primera a una segunda cara reflectante y luego al primer y/o segundo lado del colector; simultáneamente desde dos o más caras reflectantes al primer y/o segundo lado del colector o de una y luego de otra al primero y/o segundo del colector en diferentes momentos del ciclo solar diario o anual. Este patrón de reflexión se consigue sin mover la posición de los reflectores durante el periodo de irradiación. No obstante, el lector debería apreciar que algunos componentes del aparato pueden, en algunas implementaciones, incluir componentes móviles que pueden estar motorizados. Por ejemplo, las porciones reflectantes pueden ser móviles entre sí y, en algunas implementaciones, pueden estar motorizadas para variar su ángulo relativo θ , θ_1 , θ_2 y así sucesivamente.

[0030] Resultará evidente al observar los ejemplos mostrados en las figuras 8 a 12, 18 a 19 y 24 a 28 que el aparato 10 puede ser configurado para su instalación sobre una superficie 37, que puede ser la cubierta de una casa o edificación residencial o sobre otra superficie. El/los colector/es 12 y/o reflector/es 18 también o alternativamente pueden estar montados sobre un bastidor 38. El reflector 18 puede ser rígido para soportar el colector 12 sobre él tal como se muestra a modo de ejemplo en la figura 8. La superficie del colector 12 puede configurarse para poder exponerla a la radiación solar directa, como lo indican las flechas 40 en las figuras. La superficie 16 del colector puede configurarse para poder exponerla a insolación reflejada de una o más de las caras reflectantes 18 del reflector en cualquier momento, como lo indican las flechas 42 en las figuras.

[0031] En la realización de la figura 8, los reflectores 18 incluyen una primera cara reflectante 20 y una segunda cara reflectante 30. Al menos una parte de la insolación entrante durante los ciclos diario y anual se refleja de la segunda cara reflectante 30 a la primera cara reflectante 20 antes de incidir en la superficie 16 del objetivo 12. La primera y segunda cara reflectante 20 y 30 pueden tener una configuración sustancialmente planar para asegurar que la luz no quede enfocada en un punto de la superficie 16 del colector 12. El solicitante de la presente invención ha determinado que el efecto de enfoque que se produce en los reflectores parabólicos, por ejemplo, no es deseable para su uso en paneles solares y dispositivos solares térmicos. Sin embargo, el lector debe tener en cuenta que las caras pueden estar ligeramente curvadas.

[0032] Tal como se muestra más adelante en la figura 8, el colector 12 puede ser un dispositivo solar térmico apropiado, como los disponibles en el mercado múltiples configuraciones diferentes. Un colector solar térmico ya conocido incluye una pluralidad de tubos longitudinales 44 de vidrio transparente, cada uno de los cuales contiene un tubo térmico (no mostrado) que termina por un extremo en el interior de un colector que contiene el fluido a calentar. Los tubos térmicos pueden contener agua u otro líquido como el propilenglicol. El calor del extremo caliente de los tubos térmicos se transfiere al fluido dentro del colector, el cual puede quedar almacenado en un tanque de agua a través de la tubería 50, tal como la que se muestra en la figura 8. El agua caliente puede ser utilizada o transferida a otro sitio para generar electricidad. Se debe tener en cuenta que no se pretende limitar la presente invención presente a ningún tipo de colector térmico solar. Por ejemplo, también es posible utilizar de forma efectiva colectores solares térmicos en los que el fluido pase directamente a través de los tubos. El colector 12 puede incluir alternativamente dos módulos fotovoltaicos de cara simple (no mostrados) colocados espalda con espalda. El módulo fotovoltaico superior se puede configurar para que quede expuesto principalmente a radiación solar entrante y el módulo fotovoltaico inferior para que reciba la radiación solar reflejada de la porción reflectante 18. Alternativamente, se puede utilizar un módulo fotovoltaico de cara doble.

[0033] Las figuras 10 a 12 ilustran el ángulo relativo de insolación en tres fases del ciclo anual en un aparato que incluye dos reflectores orientados al norte y está situado en el hemisferio sur, por ejemplo.

[0034] La figura 10 ilustra el ángulo general de insolación incidente cerca de la época del solsticio de invierno, momento en que el sol se encuentra en su punto más cercano al horizonte norte. En esta época del año los rayos del sol inciden en un ángulo bajo. La insolación entrante 40 se refleja entonces de la segunda cara reflectante 30 a la primera cara reflectante 20 antes de incidir en la superficie 16 del objetivo 12. Esta insolación reflejada 42 calienta entonces la superficie 16 del colector cerca del solsticio de invierno, mejorando así la eficiencia del aparato 10.

[0035] Los reflectores 18 pueden ser láminas de metal de tipo planar con una superficie superior relativamente lisa, proporcionando un acabado generalmente pulido, aunque esto no es esencial. Como se muestra en la figura 11, en una época del año alrededor del equinoccio, cuando el sol está más alto en el cielo, parte de la insolación incidente 40 puede reflejarse apartándose de una única cara reflectante, es decir, al menos la segunda cara reflectante 32 en

la superficie 16 del colector 12. Además, donde la primera superficie reflectante 20 se extiende sobre el colector, alterando así la longitud y el ángulo de desvío tal como se muestra, parte de la insolación entrante 40 puede reflejarse desde una parte superior de la primera superficie reflectante 20 hacia la superficie 14 del colector.

- 5 [0036] Como se muestra en la figura 12, durante o alrededor de la época del solsticio de verano, cuando el sol está en su cénit, el sol queda posicionado generalmente sobre el colector 12 y el reflector 30 queda generalmente sombreado como lo indica la línea discontinua 52.
- 10 [0037] Como el lector apreciará ahora, la superficie 14 del colector 12 puede posicionarse de tal manera que se exponga principalmente a la radiación solar entrante 40. Sin embargo y tal como se ilustra en la figura 11, por ejemplo, la superficie 14 también puede ser irradiada por la insolación reflejada 42 del reflector 20 que se dispersa por el borde superior 24 del colector 12. La superficie 16 queda irradiada principalmente por la insolación reflejada 42 desde el reflector 30.
- 15 [0038] La exposición de ambas superficies 14 y 16 del colector 12 a la insolación incidente aumenta la eficiencia al permitir que el aparato 10 pueda aprovechar la radiación solar disponible. El lector experto en la materia también observará que el aumento de la eficiencia también se logra utilizando un aparato de reflector único 10, por ejemplo, como el aparato mostrado en la figura 1, siempre que al menos la longitud y ángulo de desvío entre el reflector 20 y el colector 12 se haya calculado en función de la latitud I para garantizar así un rendimiento óptimo.
- 20 [0039] A medida que aumenta la cantidad de insolación dirigida hacia el colector 12, las temperaturas alcanzadas dentro de los tubos 44 de cada colector van aumentando en consecuencia. Esto permite mejorar la eficiencia del aparato, lo que significa que se puede reducir el espacio del aparato o el tamaño del colector.
- 25 [0040] Como se expuso anteriormente, un aparato colector de energía solar 10 según una realización también puede incluir terceras, cuartas o más caras reflectantes 18. Se podrá añadir una tercera o cuarta cara reflectante de forma ventajosa con patrones de irradiación similares, que llegan a la superficie del colector, ya sea desde una a otra y de allí al colector, reflejando simultáneamente desde dos o tres reflectores sobre el colector, o secuencialmente primero desde uno y luego desde otro sobre el colector a lo largo del ciclo. En general, el número de colectores 12 y reflectores 18 necesarios para garantizar un rendimiento óptimo en cualquier sitio puede determinarse partiendo de factores que complementan la determinación basada únicamente en la latitud I , por ejemplo, el espacio máximo disponible en una dirección a lo largo y/o ancho en el lugar de prueba. El número de reflectores, su longitud y ángulos pueden pre-calcularse partiendo de una dimensión del espacio disponible y de la latitud I . Sin embargo, para cualquier sitio, la latitud I por sí misma puede proporcionar información suficiente para obtener un resultado "aprovechable". En particular, la latitud aporta dos ángulos de insolación solar en esa latitud (ángulos durante el solsticio de invierno y verano). Partiendo de estos dos ángulos, será posible determinar el ángulo del colector y las longitudes de desvío, así como la longitud y el ángulo de uno o varios reflectores 18.
- 30 [0041] El área activa del reflector o reflectores puede estar definida para cualquier latitud específica de manera que la orientación de una parte de la superficie reflectante, que permita un trayectoria reflejada directa hacia una superficie del colector en un momento del día o año, también podrá generar un trayectoria reflejada indirecta para que la insolación llegue a la superficie del colector pasando por una segunda superficie reflectante en otro periodo del día o año. EN ciertas posiciones de las superficies reflectantes, una porción de la superficie refleja la insolación a una superficie del colector en un periodo del día o año, mientras que otra porción de la superficie reflectante refleja la insolación a la superficie del colector en otro momento del día o año. De esta manera, la superficie del colector está continuamente expuesta a la insolación reflejada desde una o más trayectorias ya que el sol se mueve por el cielo en el transcurso de cada día, tratándose de un efecto idéntico al de mover el colector y/o las superficies reflectantes para mantener la intensidad de la insolación sobre el colector, pero sin la necesidad de mover ni las superficies reflectantes ni el colector. El aparato es capaz de seguir eficazmente el sol sin componentes móviles.
- 35 [0042] La naturaleza de tipo planar de las superficies reflectantes ya fue descrita anteriormente. Esto asegura que la intensidad de la reflexión desde las caras reflectantes planares en el sistema cuando se mide en la normal respecto a la radiación reflejada desde cualquier parte del aparato 10 no sobrepase la intensidad de la radiación incidente primaria medida en la normal respecto a la insolación directa. Por lo tanto, no hay potencial para el desarrollo de "puntos calientes" en zonas del colector ya que la radiación solar entrante no está concentrada para producir una intensidad mayor en ningún punto por encima de la intensidad de la radiación entrante. La intensidad total de la insolación en algunos puntos del colector aumenta cuando hay más de una trayectoria posible para que la radiación entrante llegue al colector. El resultado neto es que la radiación que alcanza el colector se triplica sin estar concentrada sobre una zona localizada de energía térmica superior. Debido a que las superficies reflectantes no generan concentración, las caras pueden distribuirse para que reflejen la Insolación a la superficie del colector en diferentes momentos del ciclo solar sin necesidad de moverlas.
- 40 [0043] El inventor ha observado que el aparato 10, en comparación con los aparatos ya existentes, puede ser hasta seis veces más eficiente a principios de la primavera. En una prueba de comparación entre un sistema no aumentado y el aparato 10 de la presente invención en una prueba realizada a 34° S a principios de primavera, se
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

observó que la energía total captada por el colector aumentó de 6 a 48 MJ por día.

5 [0044] También se ha observado que usar reflector/es hace que se alcancen temperaturas más elevadas y más temprano en el día y se mantengan durante más tiempo del día que las alcanzadas con los sistemas existentes. Esto produce más energía al día por cada objetivo, mejorando así la utilidad del aparato.

10 [0045] Las pruebas han demostrado que el sistema de tres colectores ofrece una mejora rentable, notablemente en los meses de verano. A medida que los sistemas emplean un mayor número de reflectores, el rendimiento general del sistema tiende a aumentar; sin embargo, es de esperar que la complejidad adicional de añadir más reflectores de menor tamaño pueda descompensar las ventajas. La figura 24 compara el rendimiento de tres o cuatro aparatos reflectores a 35° de latitud y muestra que un cuarto reflector puede aportar una mejora del rendimiento de aproximadamente el 10% en primavera y otoño.

15 [0046] Las pruebas también han demostrado que se obtiene una mayor ganancia al pasar de uno a dos reflectores que al pasar de dos a tres reflectores. La misma ganancia se observa al pasar de tres reflectores a un diseño específico de cuatro reflectores, específicamente optimizado para esta latitud (34° S).

20 [0047] Antes de pasar a los distintos gráficos asociados a cada uno de los aparatos de reflector simple, doble y triple que se muestran a modo de ejemplo en las figuras 1, 7 y 17, el lector deberá fijarse en las figuras 25-28, que ilustran otras realizaciones del aparato 10. Algunas de estas realizaciones muestran configuraciones de colector / reflector que han sido diseñadas para tener en cuenta otros factores que aumentan la precisión y/o la utilidad. Estos factores pueden incluir, entre otros, la orientación relativa al ecuador (por ejemplo, con orientación este-oeste o norte-sur), la inclinación de una superficie de instalación propuesta, el espacio utilizable (longitud y anchura), la reflectividad del panel, la intensidad solar, las dimensiones absolutas del colector y otras características técnicas del colector.

25 [0048] Por ejemplo, el aparato de colector simple y triple reflector 10 mostrado en la figura 25, orientado hacia el norte en el hemisferio sur, incluye una cuarta y quinta caras 52 y 54. La cuarta y quinta caras 52 y 54 pueden estar posicionadas a ambos lados de la primera, segunda y tercera caras para reflejar así la insolación cuando el sol está cerca del horizonte. Con ello, la insolación reflejada 42 puede ser dirigida hacia la superficie 16 poco después del amanecer 56 y/o antes del anochecer 58. Por supuesto, en lugar de tener caras separadas, las caras existentes 20, 30 y 32 pueden fabricarse simplemente de forma que tengan mayor anchura. Se ha demostrado que una anchura de reflector 3 veces superior a la del colector es un tamaño máximo que resulta práctico, ofreciendo un aumento adicional de la anchura un rendimiento mínimo en cuanto el material y el espacio que exige. Las caras cuarta y quinta también pueden compensar los cambios en el ángulo acimut solar a lo largo del año cuando el aparato está colocado, a modo de ejemplo, con una orientación generalmente este-oeste.

30 [0049] La cuarta y quinta caras 52 y 54 pueden reflejar la insolación directamente en la superficie 16 del colector 12 como se ilustra en la figura 25 o la insolación puede reflejarse en una de las otras caras reflectantes 20, 30 y 32 antes de irradiar a la superficie 16 del colector 12.

35 [0050] El aparato 10 de la figura 26 ilustra una bancada o serie de colectores 12 situados por encima de un conjunto extendido de cuatro caras reflectantes con las longitudes RL a RL4 y ángulos de 0 a 04. Es evidente en esta realización que una cara reflectante puede estar formada por un número de paneles en función de la dimensión que se requiera para dicha cara, a diferencia de lo que ocurre en un sistema de panel simple.

40 [0051] El aparato 10 puede fabricarse para adaptarse a varios gradientes de cubiertas y configurarse para adaptarse a superficies de techo orientadas hacia el norte, este, oeste o sur o mixtas entre ellas. De este modo, el instalador del aparato puede elegir la configuración que más se adapte al entorno. Mientras que, en muchos de los ejemplos mostrados, el aparato está ubicado en el hemisferio sur y por lo tanto los reflectores están orientados hacia el norte, el aparato puede funcionar con similar eficiencia en latitudes similares del hemisferio norte con los reflectores orientados hacia el sur.

45 [0052] El aparato 10 de la presente invención también puede formar partes integrales de estructuras en casas y edificios. La figura 27 muestra un aparato 10 de acuerdo con una realización en la que el aparato 10 está integrado en la estructura del edificio (techo) e incluye dos colectores 1 (que pueden estar elevados por un marco o componente de soporte similar no mostrado) y un reflector 18 dispuesto debajo, incluyendo tres caras reflectantes 20, 30 y 32 para cada colector. El reflector 18 está configurado para quedar integrado en el techo inclinado de la estructura. Dependiendo del tamaño del techo, el aparato 10 puede incluir menos o más de los dos colectores mostrados. El reflector 18 no sólo se puede retro-equipar para adaptarlo a un techo inclinado ya existente, sino que también se puede integrar en estructuras de techos de nueva construcción.

50 [0053] La figura 28 ilustra un aparato 10 alojado dentro de una estructura de techo translúcida 60. Debe entenderse que cualquier medio de proteger o aumentar/intensificar la insolación hacia los colectores 12 y/o reflectores 18, como el uso de un techo de vidrio en la figura 27, deberá considerarse que está dentro del alcance de la presente invención. Por lo tanto, en una nueva instalación en edificio, todo el aparato podría estar en el interior de una

estructura de techo que sea translúcida a la radiación solar entrante y que permita la instalación del aparato en situaciones climáticas adversas, incluyendo áreas expuestas a condiciones de vientos fuertes, granizo o nieve, donde el aparato puede quedar dañado por dichas condiciones ambientales adversas. Una estructura de este tipo también puede ser útil para ocultar el aparato en caso de que no se considere estéticamente deseable.

5 [0054] La figura 29 muestra una realización en la que un aparato con una configuración similar 10 con tres caras reflectantes montadas en una cara vertical de una estructura y que ejemplifica la invención, no está limitado a techos horizontales o inclinados, sino también a muros verticales y similares en zonas con suficiente insolación.

10 [0055] Asimismo debe entenderse que la presente invención puede tener utilidad en aplicaciones distintas a las aquí descritas. Una aplicación adicional puede suponer que el aparato 10 se instale sobre un camión u otro vehículo móvil que pueda transportarlo a un lugar específico para recoger energía solar y así actuar como un sistema portátil de suministro de agua caliente, por ejemplo.

15 [0056] Como ya se expuso, otro aspecto de la invención es el método de diseño de un aparato colector de energía solar 10, permitiendo realizar variaciones iterativas por parte del usuario en varios factores que afecten a su diseño final y rendimiento general. Las diversas afirmaciones descritas en relación con el tamaño y la orientación de cada una de las caras del colector y reflectores pueden basarse en datos ya conocidos a los que tiene acceso un procesador informático que ejecute el método objeto de la invención. Estos datos pueden basarse en pruebas
20 previas con diferentes configuraciones en diferentes latitudes y pueden actualizarse a medida que se vayan recogiendo más datos de prueba. Los datos que se utilizan y a los que se hace referencia en los pasos de cálculo pueden ser datos que garanticen un rendimiento óptimo según la latitud que se desea maximizar, por ejemplo, cualquiera de los relacionados con la captación de calor en invierno, la captación de energía durante todo el año y la captación de energía en verano.

25 [0057] Se puede utilizar una computadora para calcular la posición del sol sobre el horizonte y, por lo tanto, los ángulos de insolación solar para la latitud y hora específicas del día, hora o año usando fórmulas bien conocidas, o alternativamente tales datos pueden derivarse de tablas ya publicadas y almacenarse en una memoria de dicha computadora. La computadora también puede incluir un teclado y una interfaz de usuario o pantalla u otros medios que permitan al usuario introducir la posición y otros datos necesarios para que la computadora genere así un diseño
30 recomendado y/o una medida del rendimiento del diseño especificado.

[0058] Se puede utilizar una representación gráfica de la área del reflector activo para visualizar el efecto de los cambios realizados. Esto puede ayudar, por ejemplo, a identificar áreas o componentes que puedan ampliarse o
35 reducirse en tamaño para aprovechar así mejor el espacio disponible a través de una visualización de una o más vistas del sistema con las contribuciones reflexivas mostradas.

[0059] Los gráficos presentados en las figuras 2-6 para un solo aparato reflector, en las figuras 13-16 para un aparato de reflector doble y en las figuras 20-23 para el aparato de reflector triple, exploran cómo varía el
40 rendimiento al variar uno o dos parámetros, mientras que otros permanecen fijos con valores demostrativos, siendo a menudo valores óptimos. Son estos los datos a los cuales la computadora puede tener acceso para completar los distintos cálculos descritos en el método objeto de la presente invención. Los valores óptimos pueden ser elegidos con la ayuda de otros gráficos o ecuaciones derivadas de los mismos. Se trata obviamente un proceso iterativo para determinar todos los valores óptimos a utilizar. A menos que se indique lo contrario, el aparato y los gráficos
45 expuestos están optimizados para la insolación total anual.

[0060] La figura 4 muestra el efecto de la longitud de desvío del reflector σ para un aparato situado a 34° S de latitud con otros parámetros optimizados. El rendimiento óptimo se consigue cuando la longitud de desvío es
50 aproximadamente igual a la longitud del colector.

[0061] La figura 2 muestra el total diario de insolación en verano que incide sobre un colector en comparación con el ángulo del reflector para un sistema ubicado a 34° S. La insolación se muestra como porcentaje de la insolación media anual de un colector no aumentado. Se muestran tres curvas para demostrar también el efecto del ángulo
55 diferente de desvío ω . La longitud del reflector está ajustada con el tamaño suficiente para que no ejerza influencia alguna. En particular, las curvas tienen dos picos, siendo el pico más alto a la izquierda el de un reflector que reflejaría el sol en lo alto del cielo alrededor del mediodía, mientras que el pico a la derecha sería para un reflector que funciona temprano y tarde en el día cuando el sol está más bajo en el cielo y que actúa de forma mucho más eficaz. De manera similar, la figura 3 muestra la insolación diaria invernal total. Se aprecia que la mejora invernal es mucho menor que la del verano. Este hecho es de esperar, ya que el aparato utilizado en la prueba a partir del cual
60 se generaron estos resultados fue diseñado para lograr el máximo rendimiento anual y, por lo tanto, favorece el rendimiento en verano cuando hay más luz solar.

[0062] Por ejemplo, a partir de los datos de prueba utilizados en los gráficos descritos anteriormente, se pueden obtener ecuaciones de parámetros óptimos para lograr una ganancia anual máxima, que se pueden resumir en la
65 tabla 1 a continuación para una latitud l de 34° S.

TABLA 1

5 Ejemplos de ecuaciones de parámetros de diseño para un rendimiento anual optimizado en un sistema de reflector único situado a 34° S.

Parámetro	Ecuación para la latitud I
Ángulo del colector	$\varphi = 0.49I + 24.8$
Longitud del reflector	$RL = 0.002I + 2.35$
Ángulo del reflector	$\theta = 0.633I + 20.9$
Longitud de desvío	$\sigma = -0.01I + 1.8$
Ángulo de desvío	$\omega = 0.0005I^3 - 0.06I^2 + 1.7I + 12.5$

25 [0063] Los gráficos de las figuras 5 y 6 demuestran el rendimiento de un sistema de un solo reflector optimizado para un funcionamiento durante todo el año a una latitud de 34° S según la tabla 1. En cada series de gráficos se compara el rendimiento de un sistema con el de otro sistema no aumentado orientado al norte y cuyo ángulo del colector está ajustado a la latitud. Los gráficos muestran: insolación en comparación con la hora del día a mediados del verano e insolación en comparación con la hora del día para mediados del invierno. Se puede observar una mejora del rendimiento de aproximadamente un 60% en comparación con un sistema no aumentado.

30 [0064] Las figuras 15 y 16 muestran la insolación diaria total en comparación con los dos ángulos del reflector en verano e invierno respectivamente para un sistema en la latitud 34° S. La determinación de los ángulos de los reflectores se puede realizar partiendo de los ángulos óptimos mostrados en estos gráficos, pudiéndose seleccionar un gráfico particular o datos del mismo dependiendo de la época del año que se desee optimizar.

35 [0065] La tabla 2 de abajo resume ejemplos de ecuaciones para un aparato de doble reflector situado a la latitud I .

TABLA 2

40 Ejemplos de ecuaciones de parámetros de diseño para un rendimiento anual optimizado en un aparato de doble reflector situado a la latitud I .

Parámetro	Ecuación para la latitud I
Ángulo del colector	$\varphi = 0.49I + 24.8$
Longitud del reflector 1	$RL_1 = -3 \times 10^{-6}I^3 + 5 \times 10^{-4}I^2 - 0.03I + 1.69$
Longitud del reflector 2	$RL_2 = 8 \times 10^{-6}I^3 - 9 \times 10^{-4}I^2 + 0.03I + 1.33$
Ángulo del reflector 1	$\theta_1 = 0.45I + 34.3$
Ángulo del reflector 2	$\theta_2 = 15.24 \ln I - 25.8$
Longitud de desvío	$\sigma = 7 \times 10^{-6}I^2 - 0.01I + 1.25$
Ángulo de desvío	$\omega = -10.4 \ln I + 49.3$

65 [0066] Los gráficos de las figuras 13 y 14 muestran el rendimiento de un aparato de doble reflector optimizado para

un funcionamiento durante todo el año a una latitud de 34° S según la tabla 2. En cada gráfico se compara el rendimiento de un sistema con el de otro sistema no aumentado orientado al norte y cuyo ángulo del colector está ajustado a la latitud. Los gráficos muestran: insolación en comparación con la hora del día a mediados del verano e insolación en comparación con la hora del día para mediados del invierno y la insolación total diaria a lo largo del año. El rendimiento del aparato de doble colector es aproximadamente el doble que el de un sistema no aumentado.

[0067] Las figuras 22 y 23 muestran la insolación diaria total en comparación con los dos ángulos del reflector 2 y 3 en verano e invierno respectivamente para un sistema en la latitud de 34° S. La determinación de los ángulos de los reflectores se puede realizar partiendo de los ángulos óptimos mostrados en estos gráficos, pudiéndose seleccionar un gráfico particular o datos del mismo dependiendo de la época del año que se desee optimizar. En estos gráficos, todos los demás parámetros han sido optimizados para un rendimiento adaptado a todo el año.

[0068] Se pueden derivar ecuaciones de parámetros óptimos para la ganancia máxima anual, resumiendo la tabla 3 a continuación ejemplos de dichas ecuaciones.

TABLA 3

Ejemplos de ecuaciones de parámetros de diseño para un rendimiento anual optimizado en un sistema de reflector triple situado a latitud l .

Parámetro	Ecuación para la latitud l
Ángulo del colector	$\varphi = 6 \times 10^{-4} \beta - 0.07 l^2 + 2.8 l - 2.44$
Longitud del reflector 1	$RL_1 = -2 \times 10^{-6} \beta + 4 \times 10^{-4} l^2 - 0.025 l + 1.35$
Longitud del reflector 2	$RL_2 = 6.7 \times 10^{-6} \beta - 7.5 \times 10^{-4} l^2 - 0.02 l + 1.05$
Longitud del reflector 3	$RL_3 = -2 \times 10^{-6} \beta + 20 \times 10^{-4} l^2 + 0.05 l + 1.35$
Ángulo del reflector 1	$\theta_1 = 0.47 l + 34.3$
Ángulo del reflector 2	$\theta_2 = 16 \ln l + 27.1$
Ángulo del reflector 3	$\theta_3 = 11.5 \ln l + 25.65$
Longitud de desvío	$\sigma = 7 \times 10^{-6} l^2 - 0.01 l + 1.25$
Ángulo de desvío	$\omega = -10.4 \ln l + 49.3$

[0069] Los gráficos de las figuras 20 y 21 muestran el rendimiento de un aparato para un funcionamiento durante todo el año según la tabla 3. El rendimiento del sistema tiene picos a media mañana y media tarde ya que el colector proyectará sombra sobre los reflectores.

[0070] La descripción anterior se ha centrado en sistemas optimizados para el rendimiento total durante todo el año. Estos sistemas están predispuestos hacia un rendimiento en verano ya que hay más insolación disponible en verano que se puede maximizar. Sin embargo, puede ser deseable maximizar el rendimiento en invierno, por ejemplo, cuando se necesita agua caliente adicional para la calefacción. Por consideraciones y cálculos similares, pueden determinarse las longitudes y ángulos de los componentes optimizados para el rendimiento invernal, pero no se describen en detalle en el presente documento por razones de brevedad; en resumen, se ha demostrado que, en comparación con el sistema optimizado para el año, el rendimiento invernal aumenta en casi un 50% a mediodía durante el invierno, pero a costa de un rendimiento estival reducido. La insolación también es más consistente a lo largo del año, sin embargo, la insolación total para el año se reduce en aproximadamente un 9% en latitudes intermedias.

[0071] Es posible aumentar la insolación anual total de un sistema cambiando los valores de los componentes durante el año, es decir, utilizando valores optimizados a escala anual durante el verano y valores optimizados a escala anual durante el invierno (los valores optimizados de verano y anuales son muy similares, ya que la optimización para el verano, cuando hay la insolación más natural, aporta una mayor mejora general). Cambiar

algunos de los valores puede aportar aumentos útiles en el rendimiento. Desde un punto de vista práctico, los ángulos son más fáciles de cambiar y las longitudes RL1 y RL3 siempre se pueden ajustar al máximo de los requisitos del verano y del invierno.

5 [0072] El lector experto también observará que, para cambiar el ángulo θ del primer reflector 20, que puede ser el resultado de un techo inclinado o similar sobre el que se asienta el primer reflector, la posición del colector debe redefinirse, ya que modificar θ influirá en la posición del colector respecto al segundo 30 y tercer reflector 32. Por lo tanto, las ecuaciones como las presentadas anteriormente, que pueden utilizarse en los pasos de determinación del presente método, pueden variar a medida que un usuario introduzca valores diferentes como parte de un proceso de diseño iterativo.

10 [0073] El lector observará ahora los beneficios de la presente invención, que proporciona un aparato colector de energía solar que aumenta enormemente la insolación incidente en un colector solar. La disposición de los reflectores sigue eficazmente el recorrido del sol por el cielo sin necesidad de piezas móviles.

15 [0074] Es posible aplicar otras ventajas y mejoras adicionales a la presente invención sin desviarse del alcance de la misma. A pesar de que la invención ha sido divulgada y descrita en lo que se cree que es la realización más práctica y preferente, resulta apreciable que puede haber desvíos de ella en cuanto a su alcance y espíritu, lo cual no debe limitarse a los detalles divulgados aquí y deberá acordarse en función de todo el alcance de las reivindicaciones para abarcar cualquier dispositivo o aparato equivalente. Cualquier mención del estado de la técnica a lo largo de esta especificación no debe considerarse en modo alguno como una admisión de que dicho estado de la técnica es ampliamente conocido o forma parte del conocimiento general común en este campo.

20 [0075] En la presente especificación y en sus reivindicaciones (si las hubiere), la palabra «abarcar» y sus derivados incluyendo "abarcan" y "abarcando" incluye cada uno de los números enteros declarados, pero no excluye la inclusión de uno o más números enteros adicionales.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato de captación de energía solar para aumentar un cuanto de radiación solar incidente en un colector de energía solar durante un ciclo solar comparado con un cuanto de energía solar incidente en el colector solo, incluyendo dicho aparato:
un colector de energía solar con una superficie superior y una superficie inferior, estando las superficies superior e inferior configuradas para recoger energía solar;
- 10 dos o más reflectores en posición próxima y a distancia del colector y con un ángulo o ángulos distintos al recto respecto al colector, contando cada reflector con un área de superficie reflectante;
el colector adaptado a recibir energía solar por la superficie superior del colector directamente del sol y estando montados dos reflectores con una posición fija respecto y en una orientación fija respecto al colector de forma que la radiación solar reflejada, dependiendo de la altura del sol en el cielo:
- 15 (a) no es reflejada desde los dos reflectores a la superficie inferior del colector
o
(b) es reflejada desde al menos uno de los reflectores a superficie inferior del colector
o
(c) es reflejada desde uno de los reflectores a otro reflector y luego hacia la superficie inferior del colector.
- 20 2. Aparato de captación de energía solar según la reivindicación 1 en el que dos o más colectores tienen una relación entre el área total de superficie respecto al área de superficie colectora de al menos el 25%.
3. Aparato de captación de energía solar según la reivindicación 1 en el que una o más superficies reflectantes son superficies sustancialmente inmóviles y planares.
- 25 4. Aparato de captación de energía solar según la reivindicación 1, incluyendo un tercer reflector.
5. Aparato de captación de energía solar según la reivindicación 1, incluyendo reflectores laterales
- 30 6. Método de fabricación de un aparato de captación de energía según la reivindicación 1 en el que al menos el desplazamiento desde o el ángulo formado entre un plano del colector solar y un plano de cada uno de los reflectores está predeterminado para lograr un aumento específico en el cuanto de energía solar incidente en el colector en comparación con el cuanto de energía solar incidente sólo en el colector hasta un aumento teórico máximo en el cuanto de energía solar incidente en el colector.
- 35 7. El método de la reivindicación 6 en el que la determinación del desplazamiento desde o el ángulo formado entre un plano del colector solar y un plano de uno o más reflectores se basa en una latitud dada, estando dicha latitud preferentemente entre los 60 grados norte y los 60 grados sur respecto al ecuador.
- 40 8. El método de la reivindicación 6 en el que la determinación del desplazamiento desde o el ángulo formado entre un plano del colector solar y un plano de cada uno de los reflectores se basa en:
a) un ángulo dado del colector solar respecto a un plano de referencia y/o
b) una orientación y una dimensión dadas del colector.
- 45 9. El método de la reivindicación 7 en el que la determinación del desplazamiento desde o el ángulo formado entre un plano del colector solar y un plano de cada uno o varios reflectores se basa en:
a) una dimensión dada o el desplazamiento de cada uno o varios reflectores respecto al colector solar y/o
b) un número dado de una o varias superficies reflectantes utilizadas en el aparato.
- 50 10. El método de la reivindicación 9 en el que el colector de energía solar tiene una dirección longitudinal y está posicionado sobre una superficie de montaje con una longitud disponible máxima sobre dicha dirección longitudinal, basándose la predeterminación del número de superficies reflectantes en la longitud máxima disponible de la superficie de montaje.

55

60

65

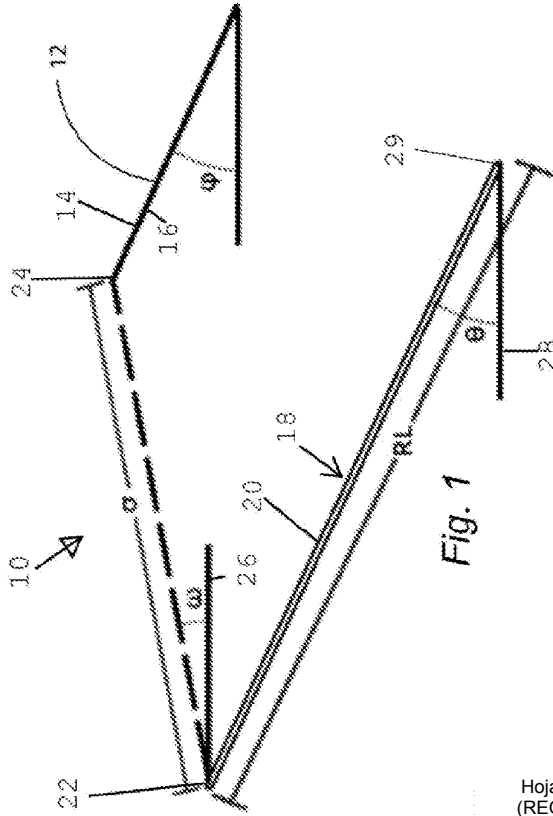


Fig. 1

Hoja de sustitución (REGLA 26) RO/AU

Fig. 2 Insolación total de verano vs ángulo del reflector

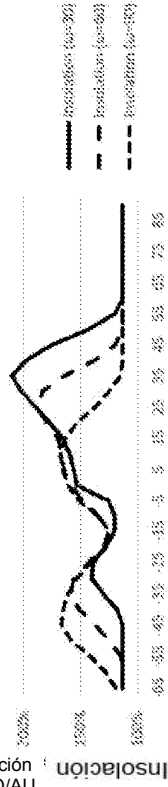


Fig. 3 Insolación total de invierno vs ángulo del reflector

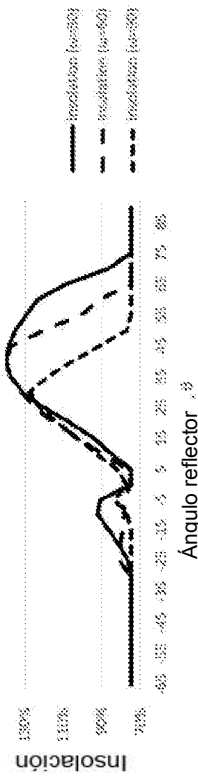


Fig. 4 Efecto de longitud de desplazamiento variable

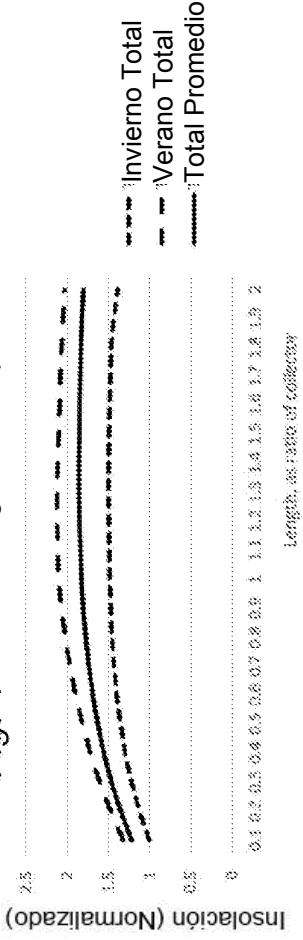


Fig. 5 Un sistema de reflector a 34° S, rendimiento anual optimizado anual -medio verano

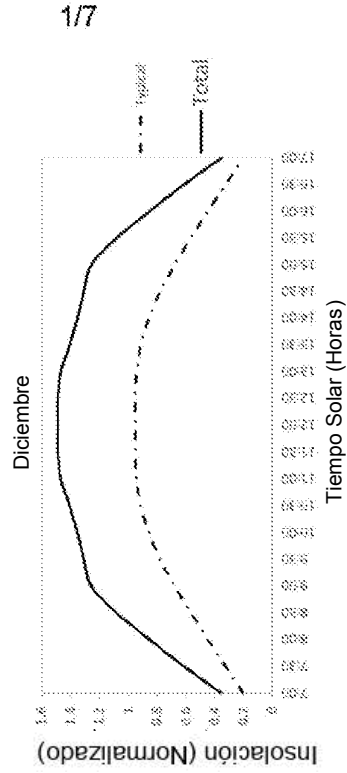
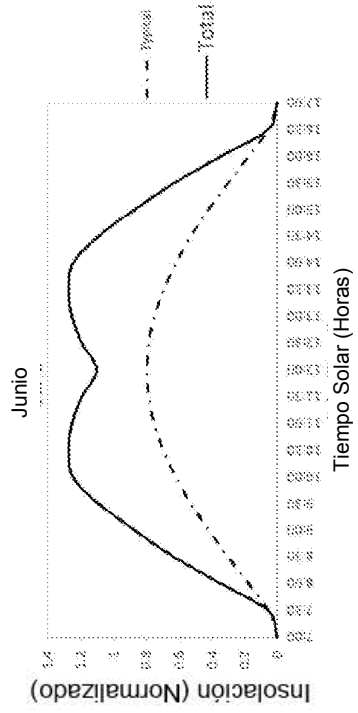


Fig. 6 Un sistema de reflector a 34° S, optimizado anualmente - Rendimiento diario medio invierno



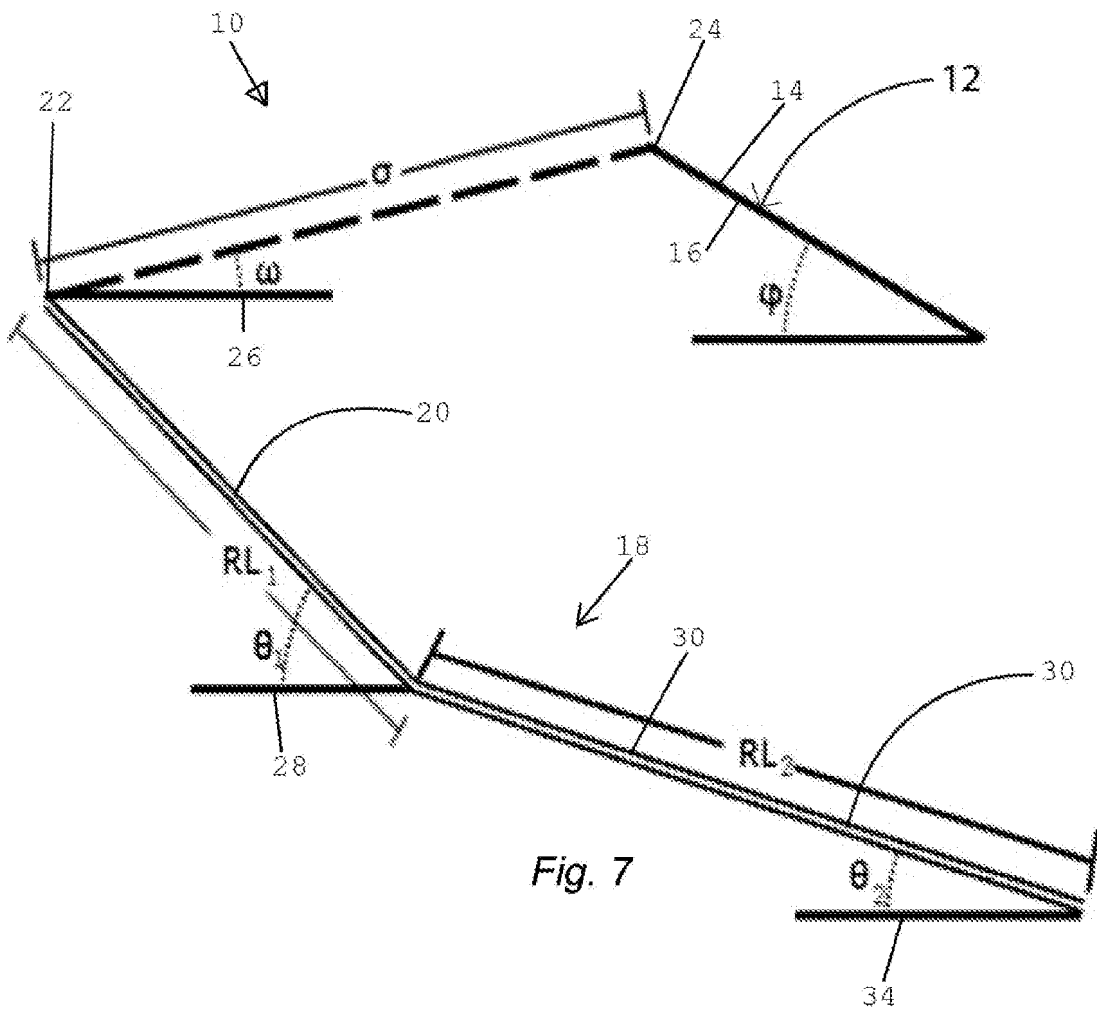


Fig. 7

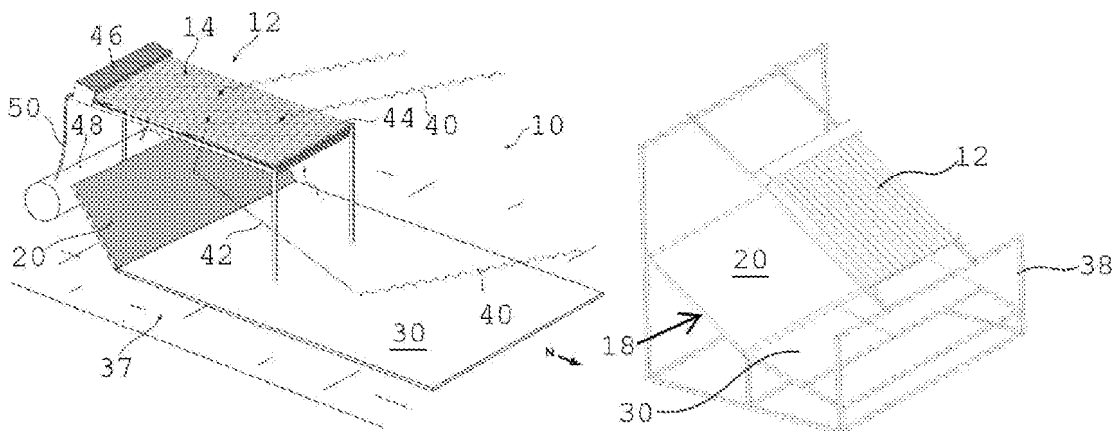


Fig. 8

Fig. 9

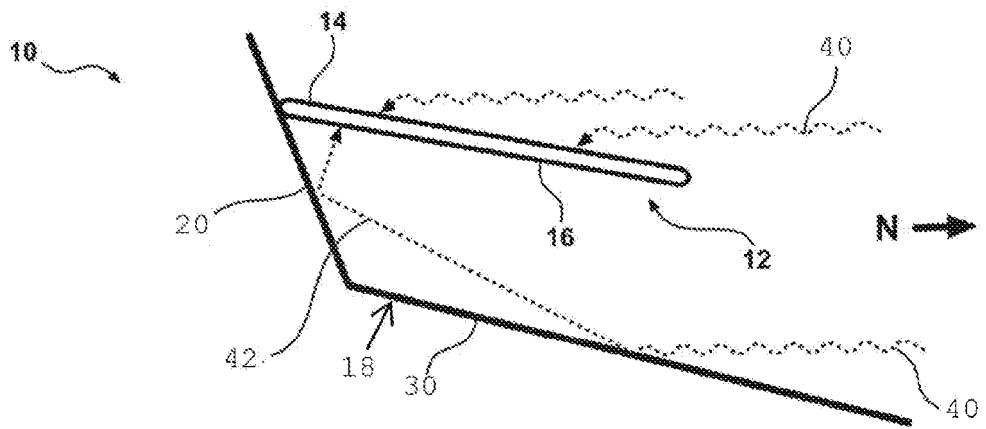


Fig. 10

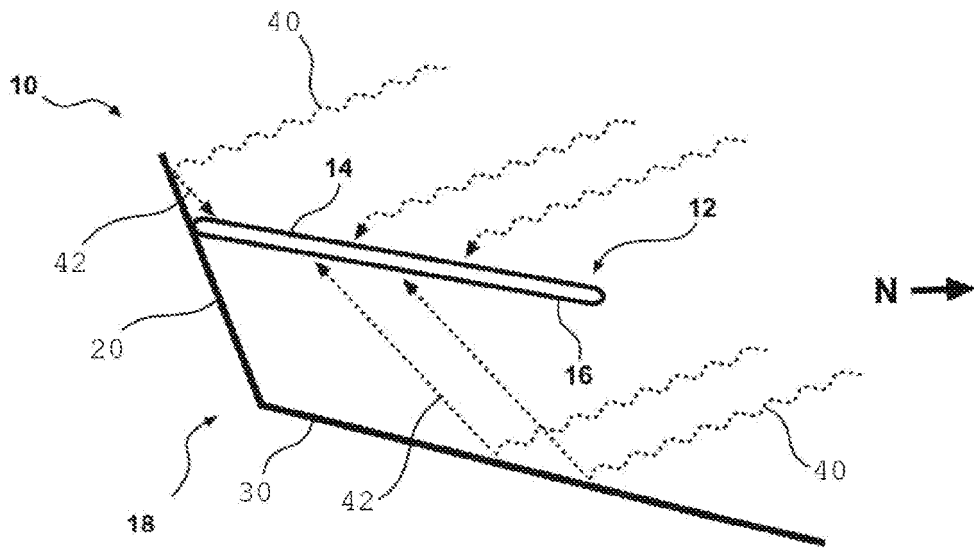


Fig. 11

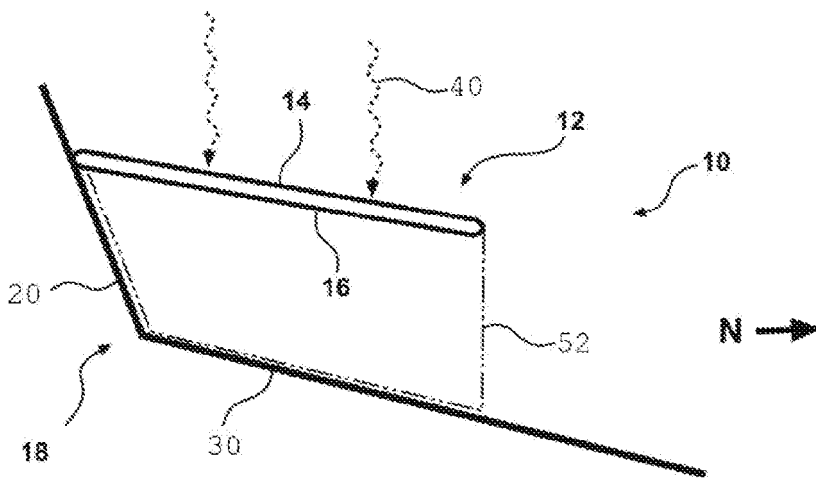


Fig. 12

Fig. 15 Insolación vs. Ángulos reflectores-verano

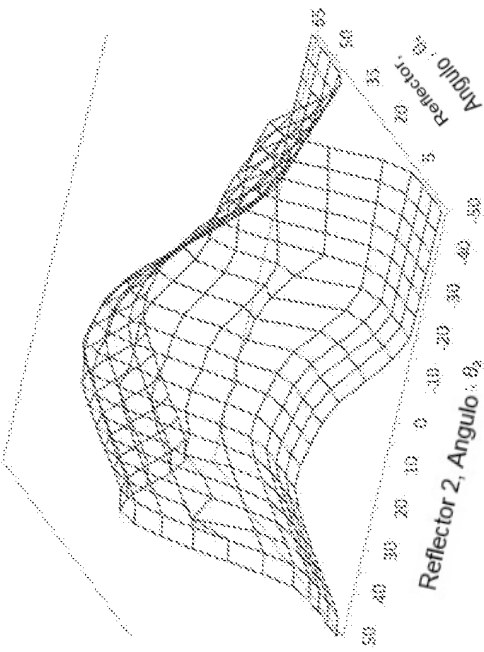


Fig. 16 Insolación vs. Ángulos reflectores-invierno

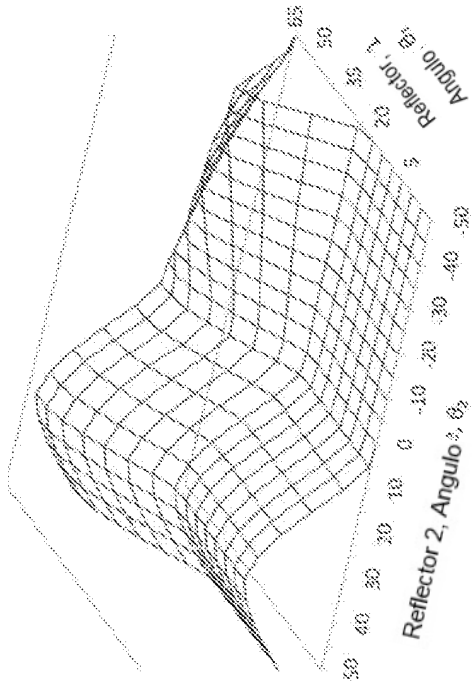
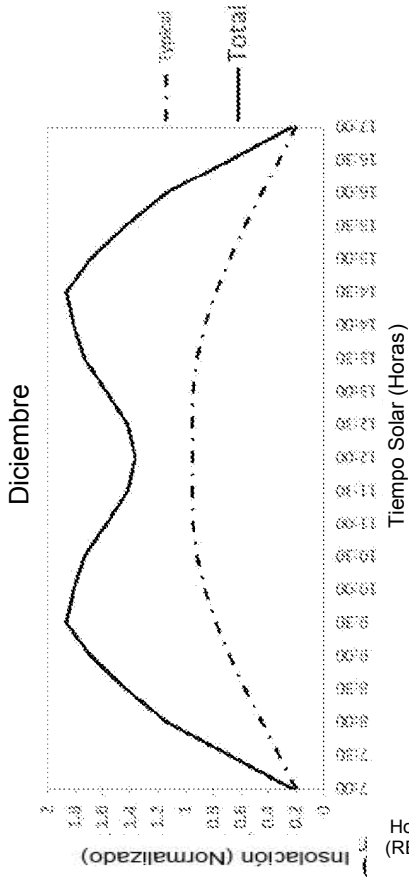


Fig. 13

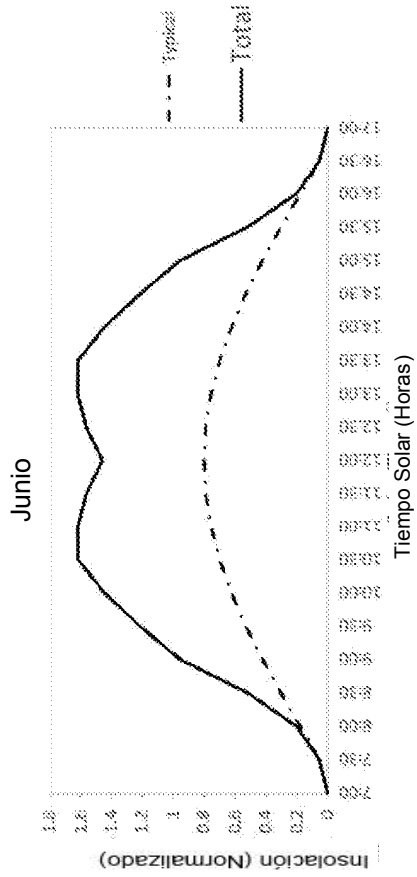
Sistema de dos reflectores a 34 °S, optimizado anualmente - Rendimiento diario de verano



Hoja de sustitución (REGLA 26) RO/AU

Fig. 14

Sistema de dos reflectores a 34 °S, optimizado anualmente - rendimiento diario de invierno



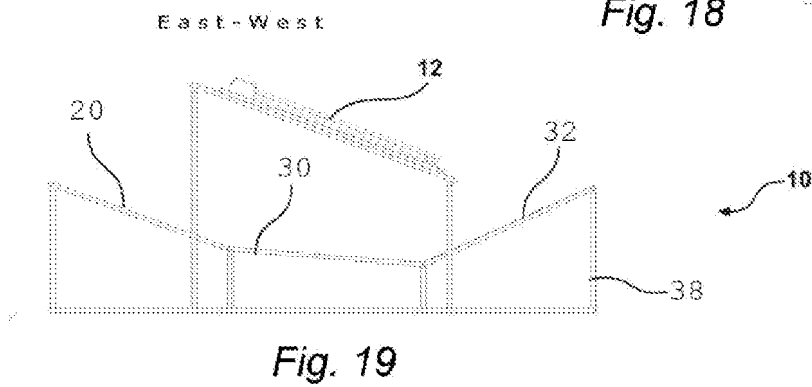
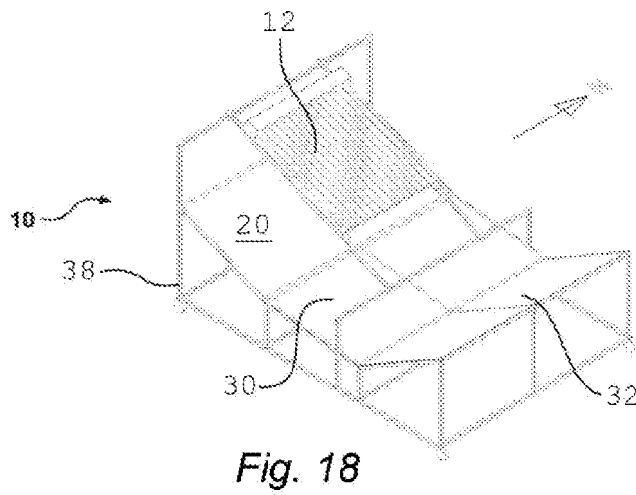
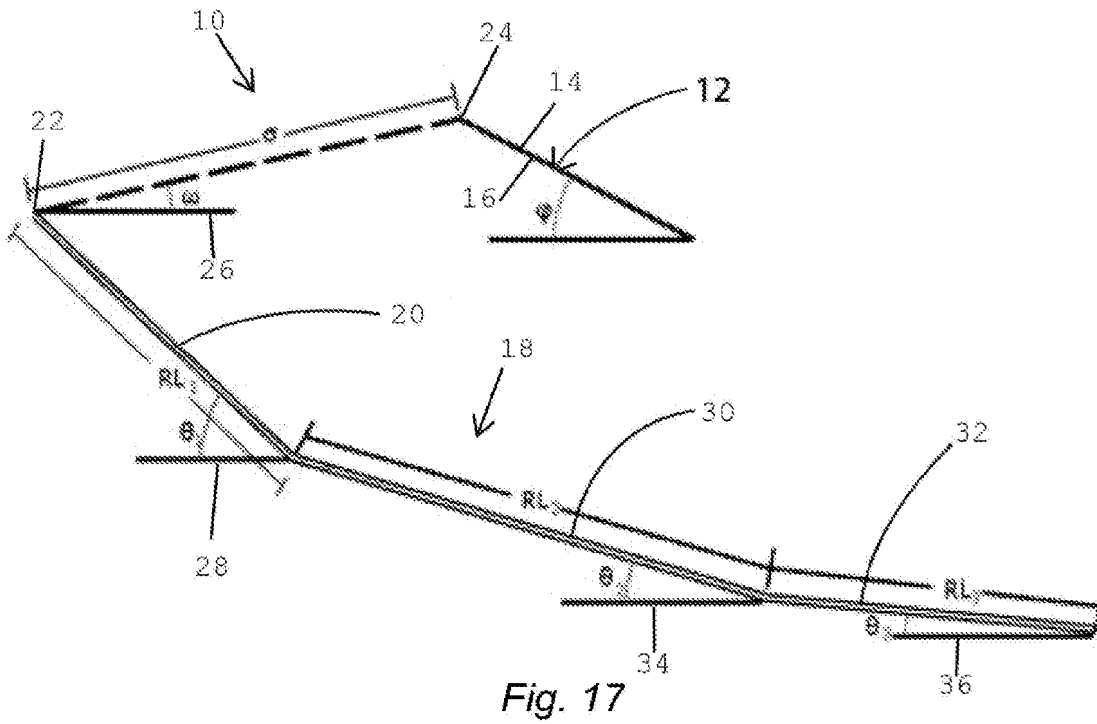


Fig. 20
Sistema de tres reflectores a 34° S, optimizado anualmente- Rendimiento diario de verano

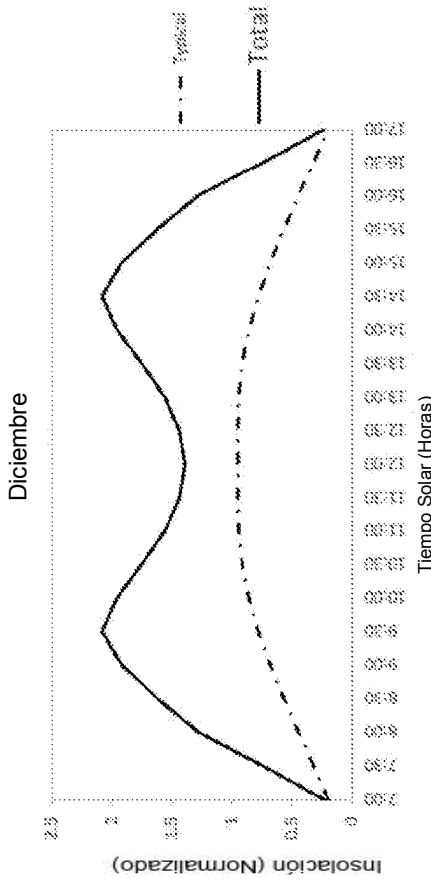


Fig. 21
Sistema de tres reflectores a 34° S, optimizado anualmente- Rendimiento diario de invierno

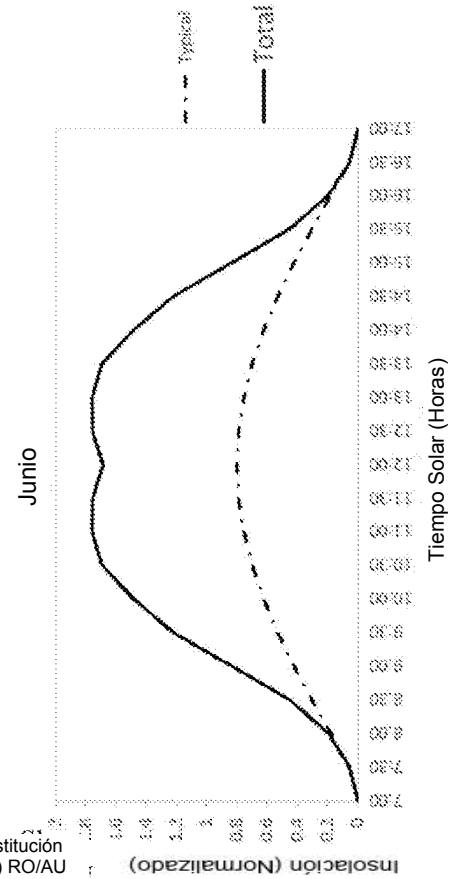


Fig. 22 Insolación vs. Ángulos reflectores -verano

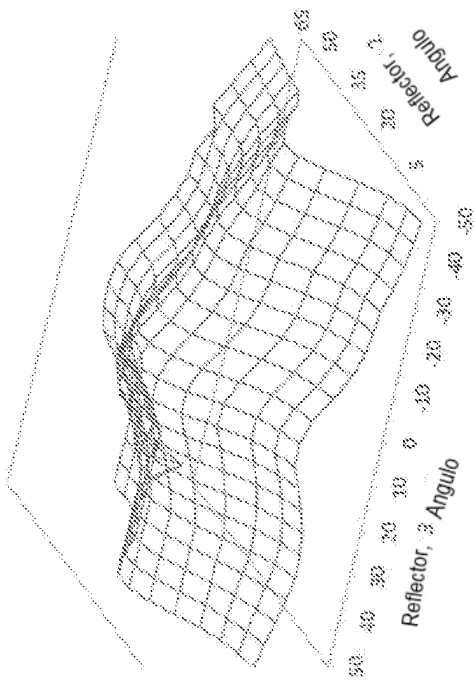
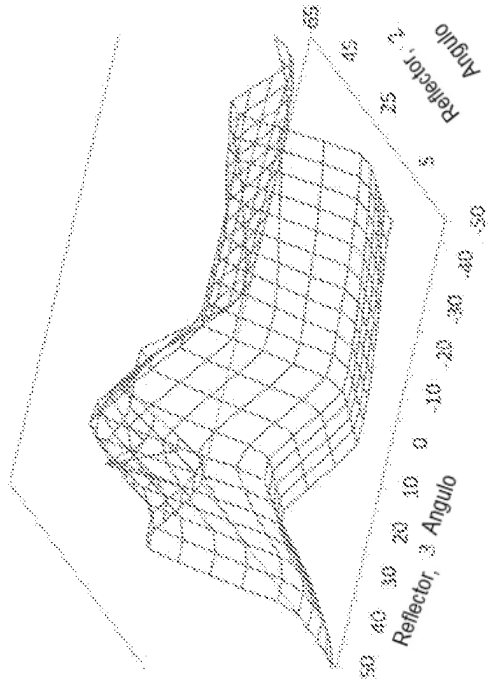


Fig. 23 Insolación vs. Ángulos reflectores -invierno



Comparación de rendimiento de 3 y 4 sistemas reflectores a 35° de latitud

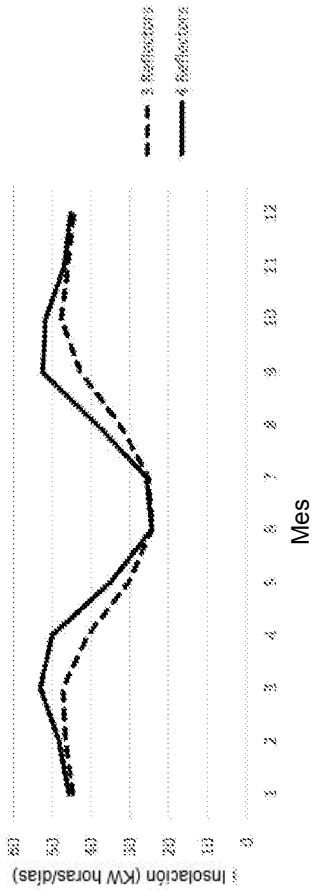


Fig. 24

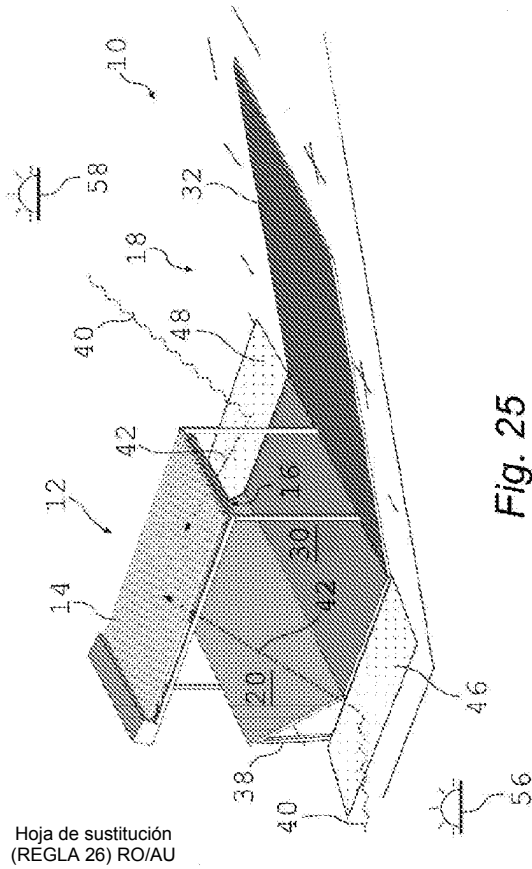


Fig. 25

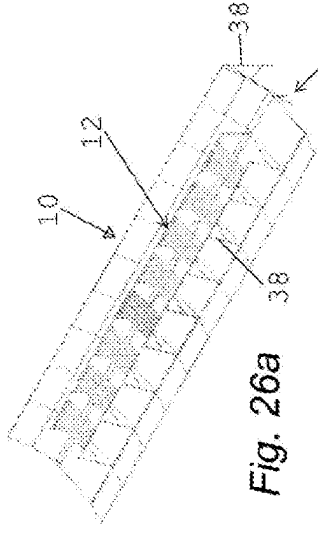


Fig. 26a

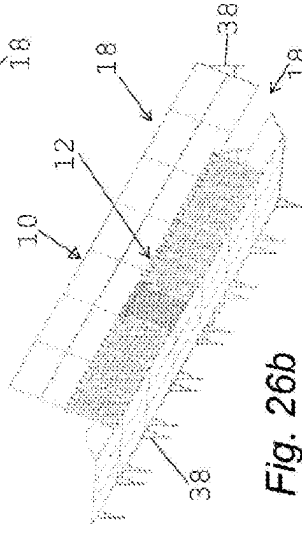


Fig. 26b

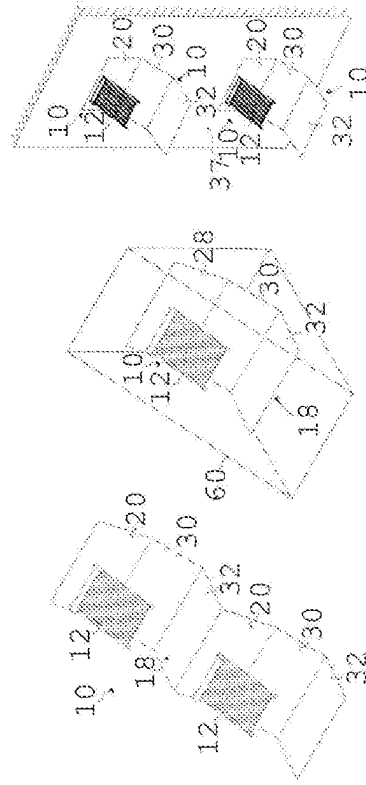


Fig. 27

Fig. 28

Fig. 29

Hoja de sustitución (REGLA 26) RO/AU