

INVERNADERO CON SISTEMA FOTOVOLTAICO

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

El campo de la invención es el de un sistema unitario integrado que asocia un sistema fotovoltaico, con elevada eficiencia, para la producción de electricidad a un invernadero, o incluso solo a una estructura de carpintería metálica, para el cultivo agrícola o floral. Este sistema integrado es adecuado para maximizar la producción de electricidad utilizando la menor cantidad de tierra agrícola y, al mismo tiempo, es perfectamente adecuado para permitir el cultivo de cultivos en el suelo por debajo sin que esto sea desventajoso sino que, en cambio, beneficie a los cultivos. El sistema fotovoltaico de alto rendimiento también podría estar instalado ventajosamente en estructuras, en el suelo o sobre edificios no necesariamente destinados a la agricultura.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El cultivo bajo invernaderos, o bajo estructuras de carpintería metálica que soportan cubiertas de plástico o redes de protección contra el granizo es una tecnología conocida. Actualmente existen muchos tipos de invernaderos con las más diversas formas y tamaños: techos a dos aguas, inclinados, con forma de barril o de túnel; hechos de vidrio, policarbonato o película de plástico; de pasillo único o de múltiples pasillos; con tramos de diferentes tamaños; con pilares de apoyo de carpintería metálica o de otros materiales; con ventanas para la ventilación situadas en la cumbre o en la base de las pendientes o lateralmente a lo largo de todo el perímetro. Desde hace unos años, con la necesidad de producir electricidad a partir de fuentes renovables, el desarrollo de invernaderos adecuados para la instalación de paneles fotovoltaicos sobre los techos se ha desarrollado y, al mismo tiempo, ha permitido cultivar, en el suelo bajo estos, cultivos agrícolas o florales. Hasta la fecha, la realización de sistemas fotovoltaicos en invernaderos conlleva muchos problemas e inconvenientes para los cultivos y, en algunos casos, también para las plantas fotovoltaicas de arriba. Por estos motivos, esta tecnología se encuentra actualmente poco desarrollada. De hecho, un elemento fundamental para el crecimiento de los cultivos es la

radiación solar, que es crucial para que tenga lugar la fotosíntesis de la clorofila. En la tecnología actual, se han desarrollado principalmente tres tipos distintos de invernaderos fotovoltaicos. El primer tipo consiste en llenar todo el tejado del invernadero con paneles fotovoltaicos, provocando en el suelo situado debajo, por consiguiente, una sombra total y limitando así su uso únicamente a muy pocos tipos de cultivos. Esta circunstancia representa objetivamente una gran limitación, ya que este tipo de estructura, debido a la creación total de sombra, no es adecuada para la gran mayoría de los cultivos. Por lo tanto, si por razones comerciales, ya no es rentable cultivar los pocos cultivos permitidos en dicho entorno sin luz y existe, en consecuencia, la necesidad de sustitución por otros cultivos, toda la estructura sería inutilizable. Otro problema que implica este tipo es que los paneles fotovoltaicos, que irradian calor dentro del invernado, alteran el equilibrio térmico, poniendo en serio peligro, por lo tanto, el desarrollo óptimo de las plantas cultivadas. No obstante, este tipo, a pesar de que provoca limitaciones e inconvenientes en su función agrícola, es adecuado para su función fotovoltaica y presenta un rendimiento normal en la producción de electricidad en función del tamaño de las superficies utilizadas. El segundo tipo consiste en una construcción de invernadero con el eje de desarrollo longitudinal en la dirección este-oeste, no óptima para los cultivos, y solo con los techos orientados al sur cubiertos con paneles fotovoltaicos. Este tipo, que también proporciona un alto nivel de sombra, no crea, en el suelo situado debajo, las condiciones óptimas para la mayoría de los cultivos. También en este caso, los paneles fotovoltaicos, que generan calor y modifican el equilibrio térmico del invernadero, ponen en peligro el desarrollo óptimo de las plantas cultivadas.

Sin embargo, este tipo de estructura, al igual que el anterior, a pesar de provocar limitaciones y desventajas en su función agrícola, es adecuado para su función fotovoltaica y presenta una eficiencia normal en la producción de electricidad, siempre en función del tamaño de las superficies utilizadas. El tercer tipo consiste en un invernadero, construido con una capa doble, en la que los paneles fotovoltaicos, ampliamente espaciados entre sí, ocupan una parte mínima del tejado. Este tipo permite un buen nivel de radiación solar para los

cultivos situados debajo y, por lo tanto, es adecuado para su función agrícola; sin embargo, provoca muchas desventajas en su función fotovoltaica. De hecho, este tipo presenta el inconveniente de tener un rendimiento pobre en la producción de electricidad debido a la dispersión provocada por la mayor longitud de los cables eléctricos, tiene el inconveniente de presentar mayores costes debido a la adquisición de mayores cantidades de cables eléctricos y, por último, tiene el inconveniente de ocupar una mayor cantidad de tierra en comparación con la cantidad de electricidad producida. Por consiguiente, debido a estas desventajas, esta tipología no es muy conveniente, puesto que, con el mismo rendimiento, conlleva una mayor inversión económica. Finalmente, en todos estos tipos, las operaciones de mantenimiento ordinarias y extraordinarias resultan molestas y caras, e incluso a veces, particularmente en las fases de cultivo, son impracticables o incluso imposibles. Por lo tanto, parece que las técnicas anteriores de los diversos sistemas que asocian sistemas fotovoltaicos a invernaderos son tales que, si prevalecen los sistemas fotovoltaicos, se generan inconvenientes para los cultivos agrícolas, y viceversa, si se favorecen los cultivos agrícolas, se generan desventajas para los sistemas fotovoltaicos situados arriba.

LA INVENCION

Las centrales eléctricas para la producción de electricidad a partir de fuentes renovables fotovoltaicas, especialmente las grandes, implican principalmente la ocupación de grandes áreas de tierra cultivable. De hecho, la abrumadora mayoría de sistemas fotovoltaicos se han construido de manera «fija al suelo» y esta configuración, para la instalación de un único MWPP de energía, requiere, con la tecnología existente, la ocupación de aproximadamente tres hectáreas de tierra cultivable. Es evidente que si, por una parte, esto contribuye a la producción meritoria de «energía limpia», por otra parte, no obstante, elimina una gran cantidad de tierra para la producción de cultivos. Por lo tanto, en muchos países, ya no está permitido construir plantas fotovoltaicas de manera «fija al suelo» sobre tierra agrícola de cultivo. Para evitar esta inconveniencia inaceptable por muchas razones y en muchos países, se ha pensado en realizar

sistemas fotovoltaicos sobre invernaderos, o en estructuras de carpintería metálica elevadas con respecto al suelo, para permitir simultáneamente dos funciones: el crecimiento de cultivos y la producción de electricidad. Se han hallado muchos proyectos y soluciones para producir electricidad al mismo tiempo que se permite el cultivo de tierra. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, estas soluciones han mostrado algunos inconvenientes. Todos los proyectos, donde el objetivo principal es garantizar la producción satisfactoria de electricidad y contener los costes de la inversión para mantener su conveniencia, son desventajosos para el cultivo, debido a la sombra total o parcial en la tierra, que limita en gran medida el crecimiento de los cultivos, poniendo en riesgo la calidad o las cantidades de los productos cultivos, y también debido a la alteración perjudicial del equilibrio térmico que se produce dentro del invernadero. Al contrario, todos los proyectos en los que el objetivo principal es garantizar la calidad y la cantidad del crecimiento de los cultivos, no son muy convenientes, ya que conllevan limitaciones y desventajas significativas para el sistema fotovoltaico situado arriba, costes más elevados, mayores cantidades de tierra que debe ser ocupada y una menor eficiencia en la producción de electricidad, como se ha descrito anteriormente. Finalmente, el problema técnico que surge al asociar un sistema fotovoltaico con un invernadero, o incluso con una estructura de carpintería metálica, es que, si se favorece la producción de electricidad, se crean desventajas para el cultivo y, en cambio, si se favorece el cultivo, se crean desventajas para la producción de electricidad.

OBJETIVO DE LA INVENCION

El objetivo de la invención es solventar el problema técnico anteriormente expuesto asociando un tipo innovador de invernadero, o estructura de carpintería metálica, y un innovador sistema fotovoltaico de alto rendimiento. Esta asociación garantiza para los dos sistemas un funcionamiento autónomo e independiente y no produce ninguna limitación o inconveniente para ninguno de los dos, sino que, en cambio, crea sinergias y consigue mejoras y ventajas

recíprocas en cuanto a costes, crecimiento de cultivos, producción floral y también con respecto a la producción de electricidad.

QUÉ ES LA INVENCIÓN

La invención consiste en un sistema unitario integrado (representado en los dibujos adjuntos en la figura A y la figura B), con varias partes componentes, que se instalan sobre una tierra cultivable, presentando dos funciones: la primera es permitir el cultivo óptimo de cultivos o de producción floral; el segundo es permitir una elevada producción de electricidad. Este sistema unitario integrado logra este resultado combinando:

- un tipo innovador de invernadero (figura C) o estructura de carpintería metálica (figura D), suficientemente elevada sobre el suelo para permitir el cultivo, que son innovadores porque introducen en la configuración arquitectónica de los techos un amplio canal de pasarela-canalón (figura E n.º 1) y también son innovadores por el hecho de que están concebidos conforme al criterio de modularidad (figura F) de sus partes componentes, realizadas, por lo tanto, de manera modular (figura F n.º 2, 3, 4 y 5);

- un sistema fotovoltaico innovador con seguimiento monoaxial a una inclinación de 0 ° (figura G n.º 6) que innova con la introducción de un marco de carga basculante (figura I n.º 9) en el que se instalan los paneles fotovoltaicos (figura H, n.º 8), los paneles reflectantes (fig. L n.º 15) y las tuberías (fig. M n.º 19) del sistema hídrico de circuito doble (fig. M n.º 17) (fig. M n.º 18 sx y n.º 18 dx);

- un aparato innovador específico que refleja la radiación solar (fig. L n.º 13), destinado a incrementar la radiación de las superficies de absorción (SC) (fig. G n.º 7 y fig. H n.º 7) de los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8), que innova con la introducción de un espacio abierto (SA) (fig. L, n.º 16) entre los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8) y los paneles reflectantes (fig. L n.º 15), adecuados para permitir tanto la salida del viento como la disipación del calor de los paneles fotovoltaicos;

- un sistema hídrico innovador específico (fig. M n.º 17), destinado y adecuado tanto para enfriar como para lavar los paneles fotovoltaicos y para el riego de cultivos, que innova con la introducción de un circuito doble (fig. M n.º 18 sx y n.º 18 dx) de tuberías (fig. M n.º 19) y con la introducción de una válvula de conmutación (fig. M n.º 20) para invertir el flujo;

Todo esto se indica en los dibujos adjuntos y se describe posteriormente con detalle. Este sistema unitario integrado representa una innovación con respecto a la tecnología preexistente (que está destinado a quedar protegido por la reivindicación n.º 1).

10 LOS COMPONENTES DE LA INVENCION

La invención, como ya se ha descrito, asocia un invernadero (fig. A), o una estructura de carpintería metálica (fig. B), un sistema fotovoltaico (fig. G n.º 6), un sistema reflectante (fig. L n.º 13) y un sistema hídrico (fig. M n.º 17). Estas tecnologías conocidas combinadas y modificadas de manera innovadora se convierten en los componentes de un sistema unitario integrado adecuado para practicar, simultáneamente, en el mismo suelo y con una única estructura, dos actividades de producción diferentes, y adecuado para maximizar y optimizar los resultados de producción de las dos actividades a las que se dedica el sistema, es decir, el crecimiento de cultivos y la producción de energía fotovoltaica.

El sistema unitario integrado consiste en varios componentes innovadores de tecnologías conocidas. El sistema de la invención es tal para que las dos actividades, a pesar de funcionar en el mismo suelo y usando la misma estructura, sigan siendo, no obstante, totalmente autónomos y desarrollen sus funciones de forma independiente entre sí, sin limitaciones o interferencias perjudiciales, sino, al contrario, beneficiándose mutuamente entre sí. La total autonomía e independencia de las operaciones de los dos sectores productivos del sistema integrado, sin limitaciones o interferencias perjudiciales ni condiciones desfavorables, representa una innovación de la tecnología preexistente (que se pretende proteger con la reivindicación n.º 13). El sistema unitario integrado contempla cuatro modos de configuración diferentes de

acuerdo con las necesidades que surgen de las actividades agrícolas. Está compuesto funcionalmente por varias partes componentes. Algunas partes componentes del sistema son utilizadas por ambos sistemas combinados y son componentes básicos fundamentales tanto de los sectores de producción agrícola como fotovoltaica; otras partes componentes, en cambio, presentan elementos funcionales específicos de uno u otro de los dos sectores. Los componentes que tienen en común los dos sectores son:

- una tierra cultivable;
- los cimientos;
- 10 - los pilares de apoyo;
- las vigas de conexión;
- el canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1);
- el sistema para canalizar el agua de lluvia;
- un pozo desde el que se extrae agua;
- 15 - un tanque colector y de almacenamiento de agua de lluvia;
- un tanque de filtrado preposicionado;
- una estación de agua;
- un sistema hídrico (fig. M n.º 17);
- una subestación eléctrica;
- 20 - un sistema eléctrico.

Estos componentes, en este sistema, son fundamentales y partes comunes necesarias para el funcionamiento tanto del sistema de invernadero como del sistema fotovoltaico. Para completar la estructura con función agrícola, los componentes adicionales son:

- 25 - celosías u otras estructuras de carpintería metálica para soportar los diversos tipos de techos, aunque no son necesarias para algunos tipos de cultivos;

- capas de vidrio u otros materiales, aunque no son necesarias para algunos tipos de cultivos;

- ventanas para la aireación, aunque no son necesarias para algunos tipos de cultivos;

5 - sistema de calentamiento/enfriamiento, aunque no es necesario para ciertos tipos de cultivos;

- muros cortina con las respectivas puertas de acceso, aunque no son necesarios para algunos tipos de cultivos.

10 Para completar la estructura del sistema con función fotovoltaica, los componentes adicionales son:

- un sistema fotovoltaico (fig. G n.º 6) con seguimiento solar de eje único a una inclinación de 0 °;

15 - un innovador marco de carga basculante específico (fig. I n.º 9) de acero preparado para la instalación de paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8), paneles reflectantes (fig. L n.º 15) y tuberías de agua (fig. M n.º 19) para enfriar y lavar los paneles fotovoltaicos;

- los paneles fotovoltaicos que captan la radiación solar (fig. H n.º 8);

20 - un sistema que refleja la radiación solar (fig. L n.º 13) que incluye los paneles reflectantes (fig. L n.º 15) innovando con la introducción de una abertura diseñada para la ventilación y para la salida del viento por un espacio abierto (SA) (fig. L n.º 16) entre los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8) y los paneles reflectantes (fig. L n.º 15).

25 - un sistema hídrico (fig. M n.º 17), para enfriar y lavar los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8), conectado al sistema hídrico principal, que innova con la introducción de un circuito doble (fig. M n.º 18 sx y N.18 dx) de tuberías (fig. M n.º 19) para la circulación y la difusión uniforme de agua en las superficies de captación de los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8) y con una válvula de compuerta de conmutación especial (fig. M n.º 20) para el flujo controlado por el seguidor;

- una subestación eléctrica, protecciones, transformadores, inversores, paneles de campo, cables eléctricos y cualquier otro elemento necesario para el funcionamiento de un sistema fotovoltaico.

LA ESTRUCTURA CON FUNCIÓN AGRÍCOLA

5 En la presente invención, el invernadero, o incluso la estructura de carpintería metálica, en su configuración óptima, está constituido, aunque no necesariamente, por varios pasillos, uno al lado del otro, que tienen en común los pilares de apoyo centrales; el techo está hecho, aunque no necesariamente, con un hastial y está compuesto, aunque no necesariamente, por una serie de
10 celosías adecuadas para sostener los techos; los techos tienen, aunque no necesariamente, capas opuestas y e inclinadas y dispuestas para la instalación de paneles de vidrio o policarbonato, películas de plástico de anclaje o redes de protección contra el granizo. El eje longitudinal de los pasillos está orientado en la dirección norte-sur, orientación óptima para los cultivos.

15 LA PASARELA-CANALÓN

 En los techos, entre las parcelas opuestas de los pasillos adyacentes, normalmente, en la tecnología tradicional, se crea un pequeño canal para la recolección y la evacuación del agua de lluvia. En la presente invención, la configuración de la arquitectura del invernadero, o de la estructura de carpintería
20 metálica, es innovadora al proporcionar la construcción de un gran canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1) de material transparente a la luz, adecuado para pisar y que cumple con las regulaciones de prevención de accidentes. La configuración de la arquitectura del invernadero, representada en los dibujos adjuntos en la figura C (reiv. n.º 5) y de la arquitectura de la estructura metálica,
25 representada en los dibujos adjuntos en la figura D (reiv. n.º 6), no implicada en estructuras tradicionales, representa una innovación de la tecnología preexistente (que se pretende proteger, respectivamente, con las reivindicaciones n.º 5 y 6). Este canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1) se utiliza para la instalación del sistema fotovoltaico y, además, es perfectamente
30 adecuado para llevar a cabo, de manera segura y fácil, todas las intervenciones

de mantenimiento necesarias tanto para el sistema fotovoltaico como para el invernadero o estructura de carpintería metálica. Este canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1) conserva la función de recolectar el agua de lluvia que se canaliza, a través de un sistema de filtrado, en un tanque colector para ser utilizada posteriormente tanto para el riego como para el enfriamiento y el lavado de paneles fotovoltaicos. Este canal de pasarela-canalón, representado en los dibujos adjuntos en la figura E e indicado con el número 1, no previsto en ningún tipo de invernadero tradicional ni estructura de carpintería metálica, representa una innovación de la tecnología existente (que se pretende proteger con la reivindicación n.º 7). Esta estructura de invernadero, o estructura de carpintería metálica, se ha concebido de manera innovadora con el objetivo de ser totalmente independiente del sistema fotovoltaico situado sobre este. Por lo tanto, la estructura puede estar hecha con todas las características técnicas de construcción específicas necesarias para los diversos tipos de cultivos, y en todas las posibles configuraciones múltiples. Además, se ha diseñado para ser capaz de beneficiarse de un alto grado de brillo, como se especifica mejor a continuación, para hacer que el suelo situado debajo sea adecuado para cualquier tipo de cultivo. Finalmente, la invención permite ejecutar plenamente el crecimiento agrícola de cultivos sin ninguna limitación de cualquier tipo.

20 MODULARIDAD DE LA ESTRUCTURA - FUNCIÓN MODULAR

A partir del análisis de la tecnología ya existente, se dedujo que las dos funciones, la agrícola y fotovoltaica, al asociarse entre sí, se influyen entre sí de manera desfavorable. Si se optimiza la función agrícola, se crean desventajas en la función fotovoltaica y si, por el contrario, se optimiza la función fotovoltaica, esta última genera inconvenientes en la función agrícola. La presente invención, al asociar las dos funciones en un único sistema unitario integrado, no solo solventa y supera estas condiciones recíprocas desfavorables, sino que, en cambio, genera sinergias, consiguiendo ventajas y beneficios mutuos, reduciendo costes y maximizando los resultados de producción de ambas funciones. La presente invención, como se ha ilustrado previamente, consiste en un sistema unitario integrado adecuado para desarrollar dos actividades distintas

en el mismo suelo, a saber, la actividad agrícola y la producción de electricidad. En este sentido, la invención contempla que los dos componentes del sistema integrado-independiente desarrollen sus funciones de manera autónoma, sin perjudicarse entre sí, y que el funcionamiento de cada sistema respectivo se lleve a cabo de forma independiente. El componente agrícola de la invención se diseñó estableciendo que pueda utilizarse para practicar múltiples tipos de cultivos cuyas plantas tienen a menudo necesidades distintas, si no opuestas. Por consiguiente, toda la estructura de carpintería metálica, que debe ser adecuada para su uso incluso en el caso de sustitución de cultivos, se ha concebido «de manera modular» (fig. F), de tal modo que algunas de sus partes funcionales puedan añadirse a la estructura básica o retirarse de la estructura cuando esta esté configurada en su versión más completa. A tal efecto, la estructura se ha diseñado para que pueda ser utilizada en cuatro modos de configuración distintos (fig. F n.º 2, 3, 4 y 5) con el fin de adaptarse a las necesidades de los distintos tipos de cultivos. Un primer método contempla únicamente la instalación de los pilares, las vigas que conectan los pilares y el canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1), todos los cuales son adecuados para soportar el sistema fotovoltaico planeado (fig. G n.º 6). Este modo «totalmente abierto» (fig. F n.º 2) no contempla ninguna cubierta ni cierres laterales y puede utilizarse para todos los cultivos en campo abierto que no requieren un entorno confinado o cubiertas con película de plástico o con redes a prueba de granizo. Este modo permite una recolección modesta de agua de lluvia, equivalente a aproximadamente el 20 %, debido a las cantidades recolectadas por el sistema fotovoltaico (fig. G n.º 6) y a partir del canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1) que, evidentemente, están presentes en este modo. Un segundo modo «a prueba de granizo» (fig. F n.º 3) contempla que se instalen en la estructura metálica celosías adecuadas para soportar las redes a prueba de granizo, como se requiere en algunos tipos de cultivos. Este modo permite una mayor recuperación del agua de lluvia, en comparación con el modo anterior, ya que las redes a prueba de granizo también contribuyen a recolectar y canalizar una cierta cantidad de agua. Un tercer modo «cubierto pero abierto» (fig. F n.º 4) contempla que se instalen en la estructura celosías adecuadas para soportar las

cubiertas de policarbonato o de plástico, dejando abierto todo el perímetro. No obstante, este método, en comparación con el anterior, permite la protección frente al granizo de las plantas cultivadas y también de las lluvias excesivas que, en algunas etapas del cultivo, pueden ser extremadamente dañinas.

- 5 Este método también permite la recolección del agua de lluvia que ha precipitado sobre toda la superficie de los techos, con el consiguiente ahorro considerable de agua. Un cuarto modo de «invernadero completo» (fig. F n.º 5) contempla que, en los techos de la estructura, las celosías soporten paneles de vidrio, policarbonato o de película de plástico y que haya paredes perimetrales,
- 10 hechas de los mismos materiales, con el fin de crear un entorno confinado para la práctica del cultivo en invernadero. Esta configuración, que es la versión más completa del sistema, permite, al igual que la anterior, la recolección de toda el agua de lluvia, con la consiguiente ventaja de ahorro de agua. La modularidad de las partes que componen la estructura, que permite una amplia flexibilidad de
- 15 uso, representa una innovación de la tecnología preexistente (que se pretende proteger con la reivindicación n.º 12).

LA ESTRUCTURA CON FUNCIÓN FOTOVOLTAICA

- El sistema fotovoltaico, con seguimiento de eje único con una inclinación de 0 ° (fig. G n.º 6), una tecnología conocida, consiste en una serie de paneles
- 20 fotovoltaicos (fig. H n.º 8) instalados directamente de manera fija en un marco de carga basculante (fig. I n.º 9). Este marco está anclado a un eje de rotación (fig. I n.º 12) que, conectado a una serie de partes mecánicas, gestiona una motorización, controlada mediante una unidad electrónica adecuadamente programada, para orientar los paneles fotovoltaicos de manera óptima para
- 25 captar la radiación solar. La invención conlleva la instalación de un sistema fotovoltaico de seguimiento de eje único con una inclinación de 0 ° (fig. G n.º 6) en el canal diseñado de pasarela-canalón (fig. E n.º 1) presente entre los techos de la estructura y anclado a sus propios pilares de apoyo. La instalación planeada del sistema fotovoltaico en el canal de pasarela-canalón descrito (fig.
- 30 E n.º 1) y anclado a los mismos pilares de apoyo de la estructura subyacente, que se muestra en los dibujos adjuntos en la figura G, representa una innovación

de la tecnología existente (que pretende ser protegida con la reivindicación n.º 9). Esta ubicación permite ahorros en los costes de todos los trabajos y, lo que no es nada despreciable, en los costes necesarios para construir los cimientos sólidos así como los pilares de apoyo adecuados para fijar de forma segura dichos sistemas, que están muy expuestos al viento, en el suelo. En la presente invención, el eje de rotación (fig. I n.º 12) del seguidor solar está dispuesto principalmente en la dirección norte-sur. Por lo tanto, el sistema, que gira lentamente de este a oeste y dirigiendo los paneles fotovoltaicos hacia la radiación solar, perseguirá la mejor exposición durante todas las horas del día.

El sistema fotovoltaico de seguimiento de eje único, tecnología ya conocida, innova sustancialmente con la introducción de un marco basculante de carga (fig. I n.º 9) de acero, conectado de manera rígida a un eje de rotación (fig. I n.º 12) que, preparado de manera adecuada, además de la instalación de paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8), permite asociar un sistema que refleja la radiación solar (fig. L n.º 13) y un sistema hídrico (fig. M n.º 17); tecnologías conocidas que innovan con la contribución de modificaciones específicas destinadas a superar los inconvenientes y limitaciones de sistemas tradicionales y pueden utilizarse ventajosamente en la presente unidad integrada «invernadero-fotovoltaica» de la presente invención. La asociación de un sistema fotovoltaico con seguimiento de eje único con una inclinación de 0° con un sistema que refleja la radiación solar y con un sistema hídrico para enfriar los paneles fotovoltaicos presenta una innovación de la tecnología preexistente (que pretende protegerse mediante la reivindicación n.º 2). El sistema fotovoltaico con seguimiento de eje único con una inclinación 0° (fig. G n.º 6), proporcionado en dicho sistema integrado, podría utilizarse ventajosamente también asociado solo con el sistema que refleja la radiación solar (fig. L n.º 13) (reivindicación n.º 3) o también asociado solo con el sistema hídrico (fig. M n.º 17) para enfriar y lavar los paneles fotovoltaicos (reiv. n.º 4). Estas variantes del sistema unitario integrado representan una innovación de la tecnología ya existente (que pretenden protegerse, respectivamente, con las reivindicaciones n.º 3 y n.º 4). Las dos tecnologías que están asociadas al sistema fotovoltaico proporcionan la mayor irradiación de los paneles fotovoltaicos, obtenida a través del uso de superficies que reflejan la

radiación solar, y el enfriamiento de los paneles fotovoltaicos, obtenido mediante el sistema hídrico específico que permite aplicar, uniformemente sobre las superficies colectoras, una cierta cantidad de agua, lo que hace que baje la temperatura y, al mismo tiempo, los lava. La mayor radiación, la menor
 5 temperatura y la limpieza de las superficies de captación contribuyen considerablemente a aumentar la producción de electricidad.

EL MARCO DE CARGA BASCULANTE

La presente invención contempla la realización de un marco de carga basculante (fig. I n.º 9) de acero que constituye un mejor anclaje para los paneles
 10 fotovoltaicos (fig. H n.º 8), proporcionando una mayor solidez a todo el aparato y que, además, está configurado para la instalación de un sistema reflectante (fig. L n.º 13) y un sistema hídrico (fig. M n.º 17). El marco de carga basculante de acero (fig. I n.º 9) consiste en una base central plana (fig. I n.º 10) destinada a la
 15 instalación de paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8) y alas con lados planos (fig. I n.º 11), pero inclinadas con respecto a la base, destinadas para la instalación de paneles reflectantes (fig. L n.º 15), y está diseñado también para la instalación de tuberías (fig. M n.º 19) para el sistema hídrico de circuito doble (fig. M n.º 18
 20 sx y 18 dx) para enfriar y lavar. La inclinación de las alas laterales será tal como para dirigir la radiación solar reflejada por los paneles reflectantes de forma directa y uniforme sobre la superficie de captación (SC) de los paneles
 fotovoltaicos (fig. H n.º 8). En la parte subyacente del marco basculante de carga (fig. I n.º 9), y más precisamente en el centro de esta, permitiendo que los pesos
 suprayacentes estén perfectamente equilibrados, habrá conectado de manera rígida a lo largo de todo el desarrollo longitudinal un tubo de acero con la función
 25 de eje de rotación (fig. I n.º 12) de la estructura. En este sistema, se introduce una sustancial innovación adicional, que consiste en dimensionar las alas inclinadas (fig. I n.º 11) de dicho marco basculante de carga (fig. I n.º 9) de
 manera que los paneles reflectantes (fig. L n.º 15), que están instalados sobre las alas, no sean adyacentes a los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8), sino que
 30 estén suficientemente separados. Todo ello para crear, entre los paneles reflectantes y los paneles fotovoltaicos, un espacio abierto (SA) adecuado (fig. L

n.º 16). Este espacio abierto (SA) (fig. L n.º 16) permite la ventilación de los paneles fotovoltaicos, favoreciendo la disipación del calor y permitiendo también que el viento fluya cancelando el «efecto vela» proporcional, representado mejor más adelante. En la parte situada bajo la estructura del marco basculante de carga (fig. I n.º 9), se instalan amortiguadores y/o contrapesos calculados, que resultan adecuados para conseguir que todo el dispositivo sea más resistente al viento. La invención de dicho marco basculante de carga (fig. I n.º 9) representa una innovación de la tecnología existente (que pretende protegerse mediante la reivindicación n.º 8). Todo se indica en los dibujos adjuntos (fig. I n.º 9); en los que la parte marcada con el número 14 y con las letras SR (superficie reflectante) representan la parte del marco sobre la que se instalarán los paneles reflectantes (fig. L n.º 15), la parte marcada con el número 16 y con las letras SA (espacio abierto) representan el espacio que permanece abierto y la parte marcada con el número 7 y con las letras SC (superficie de captación) representan la parte del marco en la que se instalarán los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8). La introducción, en el sistema fotovoltaico con seguimiento de eje único con una inclinación de 0 °, de dicho marco basculante de carga y su configuración, que conlleva el espacio abierto descrito entre los paneles de captación y los paneles reflectantes, representa una innovación de la tecnología preexistente (que pretende protegerse con la reivindicación n.º 8). El marco basculante de carga descrito se muestra en los dibujos adjuntos en la figura I y se indica con el número 9. La presente invención solventa, con esta solución, las limitaciones e inconvenientes de la tecnología existente.

EL SISTEMA REFLECTANTE DE RADIACIÓN SOLAR

La mayor irradiación, en la tecnología ya existente, se consigue a través del uso de superficies reflectantes y gracias a una inclinación predeterminada, que dirige las radiaciones solares reflejadas sobre la superficie de captación de los paneles fotovoltaicos uniendo perfectamente, de manera lateral y rígida, los paneles fotovoltaicos y los paneles reflectantes, creando así un único cuerpo entre ellos. La forma que adopta esta estructura es la de una superficie plana con dos alas inclinadas en los extremos laterales; la superficie plana es la de los

paneles fotovoltaicos unidos a las dos superficies planas pero inclinadas, de las dos alas compuestas de paneles reflectantes. Esta tecnología presenta dos desventajas; el sobrecalentamiento de los paneles fotovoltaicos y la mayor vulnerabilidad al efecto del viento. En esta tecnología, las dos alas inclinadas, es
5 decir, las superficies reflectantes unidas directamente a los dos lados de la superficie de captación, constituyen un blindaje, que perjudica la ventilación normal, reduciendo así la disipación del calor de los paneles fotovoltaicos que resulta más sobrecalentada precisamente debido a la mayor irradiación a causa de las superficies reflectantes.

10 Es bien sabido que la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos es inversamente proporcional, en una función lineal, a su temperatura; por lo tanto, si por una parte las superficies reflectantes aumentan la producción de energía, por otra parte, el sobrecalentamiento de los paneles fotovoltaicos reduce significativamente este incremento. El sobrecalentamiento
15 anteriormente descrito de los paneles fotovoltaicos representa objetivamente un límite de la tecnología actual que la presente invención supera gracias al espacio abierto (SA) descrito (fig. L n.º 16), entre los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8) y los paneles reflectantes (fig. L n.º 15), que favorece la ventilación y, por lo tanto, la disipación de calor. Una segunda desventaja se debe a la configuración
20 cóncava de estas paredes, es decir, un único cuerpo que consiste en una superficie plana y las dos superficies de las alas inclinadas unidas a los extremos laterales, cuyo perfil genera el denominado «efecto vela», que se ve agravado por el incremento del área de superficie debido al tamaño de las alas, que las expone todavía más a los efectos del viento. De hecho, es bien sabido que los
25 sistemas fotovoltaicos de seguimiento, que son extremadamente vulnerables al viento, están equipados todos con un mecanismo que ajusta automáticamente los paneles fotovoltaicos de todo el sistema, cuando la intensidad del viento aumenta, en la posición de «protección», que es horizontal, para adoptar un perfil adecuado para resistir mejor los fuertes efectos de este, reduciendo el riesgo de
30 posibles daños graves. Sin embargo, esta automatización necesaria, aunque protege al sistema fotovoltaico frente a daños serios y también frente a su posible

destrucción, presenta, como desventaja, la menor eficiencia en la producción de electricidad. De hecho, en todos los días del año en los que, debido al fuerte viento, el sistema entra en el modo de «protección» (un modo en el que los paneles fotovoltaicos están dispuestos, y permanecen durante muchas horas o incluso durante días, fijos en la posición horizontal), hay una menor eficiencia en la producción de energía eléctrica, provocada por el hecho de que el sistema ya no persigue la orientación óptima con respecto a la radiación solar. La mayor vulnerabilidad al efecto del viento representa objetivamente una limitación de la tecnología actual. La presente invención supera este límite gracias al espacio abierto (SA) descrito (fig. L n.º 16) que, al permitir la salida del viento, consigue que toda la estructura sea más resistente y menos vulnerable a los efectos fuertes de este. La creación de este espacio abierto (fig. H, I, L n.º 16 SA) entre las superficies de captación (fig. H, I, L n.º 7 SC) y las superficies reflectantes (fig. H, I, L n.º 14 SR) representa una innovación de la tecnología preexistente (que pretende protegerse mediante la reivindicación n.º 10). Todo esto se indica en los dibujos adjuntos en las figuras H, I y L y se indica con las letras SA y con el número 16.

EL SISTEMA HÍDRICO PARA ENFRIAMIENTO

La presente invención contempla que, en el marco de carga basculante (fig. I n.º 9) en el espacio abierto (fig. H, I, L n.º 16 SA) que se extiende longitudinalmente entre los paneles fotovoltaicos (fig. H n.º 8) y los paneles reflectantes (fig. L n.º 15), se instala una tubería específica (fig. M n.º 19), conectada al sistema hídrico principal del invernadero, adecuada para liberar una cantidad predeterminada de agua uniformemente sobre la superficie de captación de los paneles fotovoltaicos, enfriándolos así y lavándolos al mismo tiempo. La cantidad de agua suministrada por el sistema hídrico (fig. M n.º 17), para enfriar y lavar los paneles fotovoltaicos se recuperará, a través del canal de pasarela-canalón (fig. E n.º 1), y se utilizará para regar los cultivos o, en caso de que no sea necesario, se transportará, a través de un sistema de filtrado, a un tanque colector para ser reutilizada posteriormente. Este sistema, al evitar la dispersión innecesaria, contribuye a un ahorro de agua significativo. El sistema

hídrico (fig. M n.º 17), una parte componente de la invención, presenta dos innovaciones en comparación con un sistema tradicional para enfriar y lavar los módulos. La primera innovación consiste en un circuito doble (fig. M n.º 18 sx y 18 15 dx) que está compuesto por dos tuberías de agua independientes que
5 están instaladas en el marco de carga predispuesto basculante (fig. I n.º 9) y precisamente a lo largo de los dos lados del desarrollo longitudinal de las grandes superficies de los paneles fotovoltaicos. La segunda innovación consiste en la instalación de una válvula de conmutación particular (fig. M n.º 20) que, controlada por la mecanización del seguidor solar, activa el flujo de agua
10 inicialmente en el primero de los dos circuitos (fig. M n.º 18 sx), excluyendo el segundo, y después, cuando la inclinación de toda la superficie de captación de los paneles fotovoltaicos se invierte debido a la rotación del seguidor solar, excluye el primer circuito, introduciendo el agua en el segundo circuito (fig. M n.º 18 dx). Para que el agua pueda fluir siempre correctamente en la superficie
15 grande de los paneles fotovoltaicos, se enfrían y se lavan constantemente a lo largo del día. Este sistema hídrico (fig. M n.º 17) de circuito doble (fig. M n.º 18), que incluye las tuberías relativas (fig. M n.º 19) y dicha válvula de conmutación (fig. M n.º 20), representa una innovación de la tecnología preexistente (que pretende protegerse mediante la reivindicación n.º 11). Como se muestra en los
20 dibujos adjuntos en la figura M, el primer circuito de agua se indica mediante el número 18 (sx) situado en el lado izquierdo, y el segundo circuito de agua se indica mediante el número 18 (dx) y se sitúa en el lado derecho. Las tuberías de agua se indican con el número 19 y marcada con el número 20 se indica la válvula para conmutar el flujo de agua.

25 EL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ALTO RENDIMIENTO

Finalmente, la nueva tecnología hallada, para el componente fotovoltaico de la invención, consiste en haber innovado y haber asociado en un único sistema varios sistemas tecnológicamente diferentes: El sistema fotovoltaico, el sistema reflectante y el sistema hídrico. El resultado de esta asociación
30 innovadora es un sistema fotovoltaico avanzado, con un rendimiento muy alto en la producción de energía, obtenida a menor coste y que permite practicar

cualquier cultivo en el suelo situado debajo. Este sistema está integrado en sí mismo con la otra parte componente de la invención, siendo las estructuras para la función agrícola. Sin embargo, este sistema podría utilizarse ventajosamente, de forma independiente, también en otros sectores.

5 EL RENDIMIENTO DEL SISTEMA INTEGRADO EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para evaluar mejor la alta eficiencia del sistema fotovoltaico, parte componente de la invención, resulta apropiado comparar los resultados, en la productividad de electricidad, con un sistema de invernadero tradicional. Se sabe que la gran mayoría de plantas fotovoltaicas construidas sobre invernaderos son aquellas que tienen el único estrato orientado hacia el sur cubierto por paneles fotovoltaicos. Esta configuración es comparable a la de un sistema fotovoltaico construido de manera «fija al suelo», que es la tecnología utilizada principalmente, con paneles fotovoltaicos orientados al sur, con latitud del centro y sur de Italia y con la inclinación óptima de 30°. En realidad, los sistemas fotovoltaicos instalados en los invernaderos, con los paneles fotovoltaicos dispuestos en un único estrato orientado al sur, presentan, en la mayoría de los casos, una inclinación no óptima de entre 10° y 20°, con una consiguiente menor eficiencia. En esta comparación, no se tendrá en cuenta este factor de reducción en el rendimiento de los sistemas tradicionales, ni tampoco el hipotético mayor rendimiento, para el sistema fotovoltaico de la presente invención, como resultado de la mayor limpieza de los paneles fotovoltaicos debido al lavado constante. Dicho esto, un sistema tradicional «fijo al suelo», instalado en la latitud del centro-sur de Italia con una inclinación de 30°, presenta una producción de electricidad de aproximadamente 1.450.000 kWh al año por cada MWp de potencia fotovoltaica instalada (con una inclinación de entre 10° y 20°, la producción de energía eléctrica se reduce a aproximadamente 1.400.000 kWh al año). En la misma latitud, el sistema fotovoltaico diseñado de la invención, presentando un seguimiento de eje único este-oeste con una inclinación de 0°, presenta una producción de electricidad de aproximadamente 2.050.000 kWh al año por cada MWp de potencia fotovoltaica instalada. Esta producción de

energía, en la configuración óptima planeada del sistema fotovoltaico, se debe al uso del sistema reflectante, que la incrementa en un 30 %. Este resultado mejorado es el producto del impacto calculado en función del tamaño de la superficie de los paneles que reflejan la radiación solar. No obstante, este

5 incremento podría ser mayor si se aumentasen las superficies de los paneles que reflejan la radiación solar. Este aumento en la producción de electricidad se incrementa aún más con el sistema de lavado y enfriamiento, en un porcentaje que varía entre un 10 % y un 20 %, dependiendo de la temperatura del agua y de las condiciones meteorológicas del día. Sin embargo, para los fines de esta

10 comparación, se utilizará un valor medio prudente del 15 % para la cuantificación del incremento de la electricidad producida en un año, derivada del sistema hídrico para enfriar los paneles fotovoltaicos. Por lo tanto, considerando los 2.050.000 kWh producidos al año por el sistema fotovoltaico de seguimiento de eje único y añadiendo a este valor un incremento del 30 % derivado del sistema

15 reflectante asociado y un incremento medio prudencial del 15 % (y no del 20 %) derivado del sistema de enfriamiento asociado, se alcanza un valor prudencial de aproximadamente 2.972.500 kWh producidos anualmente por cada MWp de potencia fotovoltaica instalada. Todo ello sin tener en cuenta que la estructura de los techos inclinados en pendiente, en su configuración óptima de

20 «invernadero completo» hecho de vidrio, contribuye a una mayor irradiación debido al efecto reflectante de las superficies de cristal de las pendientes inclinadas que, en algunas horas del día, dirigen la radiación solar reflejada sobre las superficies de captación de los paneles fotovoltaicos, aumentando así su eficiencia en la producción de electricidad (efecto albedo). Se desprende que la

25 nueva tecnología del sistema fotovoltaico de la invención garantiza más del doble de producción de electricidad en comparación con la de los sistemas tradicionales, mientras que ocupan prácticamente la misma cantidad de tierra cultivable. Por lo tanto, la realización del presente sistema integrado resulta económicamente ventajosa.

LAS VENTAJAS DEL SISTEMA INTEGRADO

La asociación favorable de dos plantas de producción distintas, la agrícola y la fotovoltaica, en un único sistema integrado innovador, tal y como se contempla y se configura en la presente invención, hace que sea posible lograr
5 ventajas relevantes.

1) Una ventaja se refiere a los costes de inversión. Al combinarse, los dos sistemas tienen en común muchas de las partes componentes. De hecho, el sistema fotovoltaico de alto rendimiento diseñado, para su estructura y su funcionamiento, utiliza las mismas partes componentes ya realizadas para el
10 sistema de invernadero. Por lo tanto, se evita la duplicación y se consiguen ahorros considerables en los costes de inversión.

2) Una ventaja se refiere a los gastos de gestión. El sistema integrado de la presente invención, como ya se ha indicado, contempla la asociación de dos actividades, la agrícola para el cultivo y la fotovoltaica para la producción de
15 electricidad. La actividad agrícola, como es bien sabido, requiere, en todas las etapas del cultivo, cantidades sustanciales de electricidad, que se adquiere al elevado coste del mercado libre. La electricidad necesaria para las actividades agrícolas, para el riego, para la posible calefacción o refrigeración de los invernaderos, para la ventilación, para la iluminación, e incluso para los sistemas
20 de vigilancia y monitorización, son autoproducidos mediante la parte fotovoltaica del mismo sistema, reduciendo extremadamente de este modo los costes. De nuevo, existe la ventaja de un ahorro económico considerable.

3) Todavía en relación con los costes, se deriva una ventaja adicional del sistema hídrico renovado. Este sistema, como ya se ha ilustrado, ofrece un
25 circuito doble adicional, instalado en el marco basculante de carga y precisamente en el lado de las superficies de captación de las diversas hileras de los paneles fotovoltaicos, conectado al sistema hídrico principal previsto para el riego de los cultivos. Este circuito doble se utiliza para el enfriamiento y el lavado de los paneles fotovoltaicos. Esta planta contribuye a incrementar la
30 eficiencia de los paneles fotovoltaicos pero, al mismo tiempo, su funcionamiento

conlleva costes. Por lo tanto, considerando que el riego constante de las plantas es un factor indispensable para el éxito de las cosechas, el circuito del sistema hídrico se ha diseñado de tal manera que, antes de utilizarse para el riego, pase por los paneles fotovoltaicos, enfriándolos y lavándolos. Este sistema permite, siempre que se rieguen los cultivos, eliminar, por lo tanto, los costes para el enfriamiento y el lavado de los paneles fotovoltaicos.

4) Además, el agua, que pasa a través de los paneles fotovoltaicos, se calienta y alcanza una mayor temperatura y, cuando se utiliza para riego, especialmente en los meses de invierno, ayuda en el desarrollo de las plantas cultivadas. Todo esto constituye una ventaja económica sustancial.

5) El espacio abierto proporcionado entre los paneles fotovoltaicos y los paneles reflectantes, que permiten la ventilación y, por lo tanto, una mejor disipación del calor, conlleva la ventaja de una mayor eficiencia del sistema en la producción de electricidad.

6) Otra ventaja de la invención se refiere a la protección del sistema fotovoltaico frente a los efectos del viento. El sistema fotovoltaico instalado en los techos, y precisamente en el canal de pasarela-canalón entre las pendientes opuestas de los pasillos adyacentes, está situado por debajo de la cumbrera horizontal y, por lo tanto, está más protegido del viento. De hecho, el sistema fotovoltaico, contra el viento procedente del norte o del sur, expone su lado menos vulnerable a sus efectos, mientras que, contra el viento procedente del este y del oeste, a pesar de que expone un perfil más vulnerable, está protegido tanto por la mayor altura de las pendientes del techo como por su forma inclinada, que es tal como para desviar la dirección del viento hacia arriba. Por lo tanto, se evitan posibles daños y, además, el sistema fotovoltaico, al no tener que situarse en una posición horizontal de «protección», presenta una mayor producción de electricidad.

7) El espacio abierto proporcionado entre los paneles fotovoltaicos y los paneles reflectantes, que cancela el «efecto vela», presenta la ventaja de tener

una menor vulnerabilidad al efecto del viento. Por este motivo, también en este caso, se evitan daños y existe una mayor producción de electricidad.

8) Otra ventaja que ofrece el sistema es la mayor limpieza de las superficies de captación de los paneles fotovoltaicos. De hecho, el sistema
5 fotovoltaico, al estar elevado del suelo, está menos sujeto a recibir polvo y suciedad, que al adherirse a la superficie de captación de los paneles fotovoltaicos reducirían su eficiencia.

9) Asimismo, como ya se ha descrito, el tránsito continuo de agua sobre los paneles fotovoltaicos lleva a cabo un lavado constante, con la consiguiente
10 ventaja de un mejor rendimiento debido a la limpieza de las superficies que captan la radiación solar.

10) Otra ventaja que ofrece el sistema de la invención se refiere al mantenimiento y a la seguridad de los trabajadores involucrados en estas operaciones. De hecho, el sistema fotovoltaico, a pesar de estar situado a una
15 cierta altura con respecto al suelo, está instalado en el amplio canal previsto de pasarela-canalón y, por lo tanto, es extremadamente fácil llevar a cabo todas las operaciones de mantenimiento del mismo modo que en un sistema situado en el suelo con seguridad. También en este caso, se consigue una ventaja económica, tanto debido al menor tiempo requerido para llevar a cabo el mantenimiento
20 como por los menores costes, ya que estas operaciones no requieren el uso de escaleras, plataformas elevadoras o cestas elevadoras, necesarias para alcanzar las plantas construidas a cierta altura con respecto al suelo. También se ahorran todos los gastos debidos periódicamente para la eliminación de las malas hierbas de la tierra ocupada por los sistemas fotovoltaicos construidos en
25 el modo «fijo al suelo». Además, en este sistema, puesto que el sistema fotovoltaico está situado fuera de la estructura de invernadero, no existen inconvenientes ni complicaciones a causa del hecho de tener que llevar a cabo operaciones de mantenimiento ordinarias y extraordinarias desde dentro del propio invernadero y en el que los cultivos están en curso.

En cambio, esto conlleva dificultades y complicaciones en las estructuras realizadas con la tecnología existente.

11) Otra ventaja que ofrece el sistema de la invención consiste en la flexibilidad / reversibilidad del uso de la estructura en su función agrícola. De hecho, toda la estructura diseñada está concebida conforme al criterio de modularidad y está realizada «de manera modular»; es decir, montando o desmontando algunas de sus partes componentes, es posible adaptarse a la sustitución de los cultivos y sus diferentes necesidades.

12) En referencia a la función agrícola, otra ventaja que ofrece el sistema de la invención consiste en la mayor cantidad de radiación solar que pueden usar los cultivos. La cantidad total de luz recibida por la superficie del suelo, por debajo del sistema fotovoltaico instalado, viene determinada por la cantidad de luz difusa y la cantidad de luz directa. El sistema de la invención permite que los cultivos se beneficien de una cantidad de luz difusa más alta que los sistemas fotovoltaicos de invernadero tradicionales, debido a la mayor área de superficie de las cubiertas transparentes a la luz. La cantidad de luz directa depende de la cantidad de luz procedente de los techos y de los muros cortina perimetrales. La cantidad de luz procedente de los techos depende de la relación entre la superficie libre, no ocupada por el sistema fotovoltaico, transparente a la luz, y la superficie ocupada por el sistema fotovoltaico, no transparente a la luz. El sistema de la invención, en la configuración óptima prevista, implica que el 80 % de las superficies reflectantes serán transparentes a la luz. La cantidad de luz procedente de los muros cortina perimetrales depende de su altura, y esta puede variar según los diferentes cultivos que se practiquen. La configuración típica del sistema de la invención contempla una altura media desde el suelo de 5 metros, que corresponde a una cantidad adicional de luz directa de aproximadamente un 13 %. Por lo tanto, los cultivos realizados en el suelo por debajo del sistema fotovoltaico reciben un 93 % de la luz incidente directa en toda la superficie ocupada por el sistema. Además, la sombra, debido al sistema fotovoltaico situado arriba, no permanece durante todas las horas del día en el mismo lugar, sino que se mueve de oeste a este siguiendo a la inversa la dirección del sol.

Por lo tanto, los cultivos se benefician siempre del brillo difuso, del 93 % de la luz directa y, además, la sombra mínima es temporal, con una corta duración en comparación con las plantas cultivadas individuales. Se desprende que la sombra provocada por el sistema fotovoltaico situado arriba es equivalente a la que provoca el tránsito corto de una nube que pasa por encima y, por lo tanto, es completamente irrelevante para los fines de cultivo.

13) En referencia a la función fotovoltaica, otra ventaja que ofrece el sistema de la invención consiste en un mayor incremento en la producción de electricidad que equivale a más del doble en comparación con la producción de un sistema fotovoltaico tradicional, fijo al suelo o fijado en los techos de un invernadero, que ocupa prácticamente la misma área de tierra. Este mayor incremento se debe al seguidor de eje único, al aparato que refleja la radiación solar y al sistema hídrico que refresca y lava constantemente los paneles fotovoltaicos. Por lo tanto, la incidencia de los costes de toda la estructura, por kWh de electricidad producida ocupando prácticamente la misma área de tierra que las plantas tradicionales, hace que la inversión económica resulte muy conveniente, e incluso más conveniente porque el sistema de la invención permite, al mismo tiempo, poder utilizar, perfectamente y sin ninguna limitación, el suelo situado debajo para todos los tipos de cultivos agrícolas. En conclusión, la invención permite lograr su propósito y conseguir todos los resultados de los objetivos establecidos. Debe entenderse que todo lo que se ha descrito y representado anteriormente representa solo una potencial forma de realización elegida, pero no limitativa, de esta invención. Sin embargo, según las necesidades, otras formas de realización equivalentes son posibles, siempre que se refieran al alcance del mismo concepto inventivo. Por consiguiente, debe entenderse que la descripción de la invención, tal y como se ha descrito anteriormente y también se ilustra en los dibujos adjuntos, debe ampliarse también a las otras formas de realización, que pueden variar, por ejemplo, en cuanto a formas, dimensiones, materiales y cualquier otro elemento equivalente, pero que en cualquier caso se refieren siempre al mismo concepto inventivo,

encuadrándose dentro del alcance de protección de las reivindicaciones que se indican a continuación.