

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 329**

51 Int. Cl.:

A01G 9/24 (2006.01)

F24S 30/425 (2008.01)

H02S 20/30 (2014.01)

H02S 20/10 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2015 PCT/IB2015/052148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15145351**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2015 E 15715850 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3122172**

54 Título: **Procedimiento de generación de energía eléctrica adaptado a los cultivos**

30 Prioridad:

26.03.2014 FR 1452587

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

28.02.2020

73 Titular/es:

**SUN'R (100.0%)
7 rue de Clichy
75009 Paris, FR**

72 Inventor/es:

NOGIER, ANTOINE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 745 329 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de generación de energía eléctrica adaptado a los cultivos

La presente invención se refiere a la generación de energía eléctrica con ayuda de colectores fotovoltaicos.

La generación de energía eléctrica de origen fotovoltaico ha experimentado un desarrollo sustancial.

5 En ciertas zonas geográficas, la implantación de los colectores puede efectuarse sin afectar negativamente a la extensión de las zonas cultivables.

En otras zonas, la implantación de los colectores tiene lugar en detrimento de las superficies cultivables.

Se han llevado a cabo ensayos con el objetivo de conciliar la generación de electricidad y la preservación de extensiones cultivables.

10 Por lo tanto, se ha propuesto en el artículo "Japan Next-Generation Farmers Cultivate Crops and Solar Energy" ("Los agricultores de la próxima generación de Japón cultivan cosechas y energía solar"), Renewable Energy world 10.10.2013, cultivar plantas en zonas afectadas por la sombra proyectada en el suelo por los colectores.

15 La publicación "Combining Solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes" ("Combinando paneles solares fotovoltaicos y cultivos alimentarios para optimizar el uso de la tierra: Hacia nuevos esquemas agro-voltaicos"), Renewable Energy 36 (2011) 2725-2732 informa de los resultados de ensayos comparativos realizados en el sur de Francia, mostrando el efecto beneficioso de la sombra proporcionada por los paneles sobre los cultivos.

20 La tesis titulada "Produire des aliments ou de l'énergie: faut-il vraiment choisir?" ("Producir alimentos o energía: ¿hace falta escoger verdaderamente?") presentada por H  l  ne Marroux el 18 de diciembre de 2012 (Sup Agro Montpellier) sugiere ajustar la inclinación de los colectores durante un período del año para estimular la productividad de los cultivos. También se describe el uso de paneles móviles en traslación o rotación para homogeneizar en el tiempo la cantidad de radiación recibida por cada porción de la parcela cultivada a la sombra de los paneles.

25 La publicación WO 2011/047828 A1 describe una instalación que incluye paneles solares capaces de adoptar una orientación particular en caso de lluvia, para facilitar la recogida de agua con vistas a su uso en el riego de cultivos.

La solicitud de patente US 2008/0148631 A1 describe un procedimiento para combatir la desertificación usando paneles solares controlados de forma pivotante para crear sombra durante el día y para facilitar la humidificación del suelo durante la noche.

30 Esta publicación no prev  e el control preciso de la orientación de los paneles con el objetivo de optimizar la generación fotovoltaica y/o el crecimiento de los vegetales.

La solicitud de patente CH 706132 describe una instalación para generar energía eléctrica con ayuda de generación de energía eléctrica con ayuda de paneles solares colocados por encima de cultivos, en particular de vides. Los paneles están soportados por postes que también sirven para enganchar los cables de cultivo de la vid.

35 Los paneles solares pueden ser al menos parcialmente transparentes para minimizar el efecto de la sombra en los cultivos.

Los paneles pueden colocarse para optimizar la generación solar durante parte del año y para optimizar la calidad de la producción agrícola el resto del año.

40 El documento US 2010/0263660 describe un dispositivo de colocación de paneles fotovoltaicos por encima de los cultivos agrícolas. La orientación de los paneles es controlada por una señal determinada al menos en parte por datos relativos a la insolación y al ciclo de crecimiento de las plantas.

Existe la necesidad de mejorar aún más los sistemas existentes que permitan un cultivo de vegetales y una generación de energía eléctrica.

La invención responde a esta necesidad gracias a un procedimiento de generación de energía eléctrica según la reivindicación 1.

45 La invención permite explotar mejor la presencia de colectores solares para beneficiar a los cultivos de una insolación que varía en función de su necesidad de luz y/o de calor y/o para actuar sobre el estrés hídrico.

Por lo tanto, la presencia de los colectores solares no es ya un obstáculo para el cultivo de los vegetales, sino una oportunidad. Por ejemplo, la orientación de los colectores puede controlarse para evitar automáticamente, durante el periodo de verano, que los vegetales sean sometidos a un calentamiento excesivo. Por el contrario, en primavera, la

orientación puede controlarse para maximizar automáticamente el recalentamiento del suelo, incluso durante la noche mediante el reflejo de la luz infrarroja emitida desde el suelo, para promover la germinación.

Preferiblemente, la orientación de los colectores se modifica mediante activadores eléctricos, tales como gatos eléctricos, por ejemplo. La energía utilizada por los activadores puede haber sido proporcionada por los colectores.

- 5 La invención permite mejorar la producción agrícola con respecto a un cultivo a plena luz del sol, o un rendimiento de referencia, y generar más energía eléctrica que con colectores cuya orientación no es modificable con la ayuda de activadores.

10 La orientación de los colectores puede modificarse de acuerdo con una ley de control que busca obtener un máximo cualitativo y/o cuantitativo. Por ejemplo, en el caso de los cultivos hortícolas, la orientación de los colectores puede efectuarse según un algoritmo de subordinación de la orientación de los colectores con el objetivo de evitar el calentamiento excesivo de las hojas. La presencia de los colectores puede así aprovecharse para interceptar adecuadamente la luz con el fin de optimizar la fotosíntesis y obtener un rendimiento de producción superior a lo que sería en ausencia total de sombra. En el caso de la viticultura, la orientación de los colectores puede elegirse en función del contenido de azúcar que se busca en la uva, y al final de la calidad del vino obtenido.

- 15 La orientación de los colectores puede controlarse dependiendo de una cantidad objetivo de energía luminosa a alcanzar, dependiendo esta cantidad objetivo de energía luminosa especialmente de la necesidad de los cultivos, del déficit o excedente de energía del día anterior o de los días anteriores, y/o de las previsiones meteorológicas.

20 Preferiblemente, la orientación de los colectores se modifica dependiendo de los datos meteorológicos y especialmente i) de al menos un historial de insolación de los cultivos y de un historial de calor recibido por los cultivos, y de un historial de pluviometría y ii) de un objetivo establecido para el día en curso, de una cantidad de insolación, de calor y/o de calor y/o de pluviometría a recibir por la planta así como de límites de temperatura que no se deben exceder. Este historial puede realizarse localmente, gracias a la detección local de temperatura, insolación, pluviometría y/o de la higrimetría del suelo. Por ejemplo, si se considera que la insolación de los días anteriores satisface las necesidades de luz y/o de calor de los cultivos durante un período dado, los colectores pueden orientarse en cada instante para cumplir con los objetivos del día, al tiempo que privilegian la generación de electricidad. Si, por el contrario, se considera que la insolación de los días anteriores satisface de manera insuficiente las necesidades de luz y/o de calor de los cultivos, entonces los colectores se orientan para privilegiar la necesidad de insolación de los cultivos. En este caso, la orientación de los colectores puede no corresponder con la optimización de la generación de electricidad en función de la posición del sol.

25 Además de la posición geográfica y de la inclinación de las instalaciones, el control informático de los colectores se efectúa preferiblemente de acuerdo con una ley de control específica para cada variedad vegetal cultivada.

Entre los parámetros que pueden entrar al seleccionar la ley de control a partir de una biblioteca de leyes de control preestablecidas, y/o al adaptar una ley de control a la búsqueda de un resultado agrícola predefinido, pueden figurar la variedad cultivada, así como criterios cuantitativos o cualitativos, tales como la búsqueda de una producción agrícola máxima o de una calidad particular del vegetal cultivado.

- 35 Los colectores pueden orientarse por la tarde o durante la noche para reflejar de manera máxima o mínima hacia el suelo la radiación térmica del suelo, durante la noche, para regular la temperatura del suelo (recalentamiento o enfriamiento). El pilotaje de la orientación de los colectores en la noche puede efectuarse por ejemplo según el gradiente de temperatura atmósfera-suelo observado o pronosticado, y según el objetivo perseguido (enfriar o recalentar el suelo). Por ejemplo, si es necesario enfriar el suelo y el gradiente atmósfera-suelo es negativo (el suelo está más caliente que el aire), los colectores pueden ser orientados perpendicularmente al suelo. Por lo tanto, antes de cada modificación de la orientación de los colectores, puede determinarse si el consumo de energía eléctrica para esta modificación es necesario con respecto al beneficio esperado para los cultivos.

El procedimiento incluye ventajosamente medir la temperatura al nivel de los cultivos y el control de la orientación de los colectores se efectúa al menos dependiendo de la temperatura medida.

- 45 Los colectores solares pueden colocarse en filas paralelas separadas.

Los colectores son preferiblemente orientables alrededor de un solo eje de rotación, que es preferiblemente horizontal.

El eje de rotación puede estar alineado con la dirección norte-sur o, como variante, formar un ángulo con ésta.

- 50 La orientación de los colectores depende ventajosamente del estado de desarrollo de los cultivos. Por lo tanto, durante el invierno, la orientación puede controlarse para recalentar el suelo al final del período invernal, con el fin de favorecer la germinación.

La orientación de los colectores se controla preferiblemente para mantener los cultivos en una horquilla de temperatura mínima y/o máxima preestablecida. Por lo tanto, durante los períodos de calor, la orientación de los paneles puede corresponder a una producción máxima de sombra en el suelo.

La invención tiene aún por objeto un sistema para generar energía eléctrica según la reivindicación 8.

El sistema puede incluir un sensor de temperatura que informa a la computadora del nivel de la temperatura local al nivel de los cultivos.

5 La computadora puede estar dispuesta para determinar la orientación de los colectores dependiendo de un historial de insolación y/o de pluviometría y/o del estado de desarrollo de los cultivos.

La computadora puede ser local, en cuyo caso la orientación de los colectores puede ser determinada de manera autónoma por la computadora.

La computadora también puede, como variante, estar al menos parcialmente remota respecto al centro de control de comando del dispositivo.

10 La estructura que soporta los colectores se puede usar ventajosamente para desplegar una red por encima de los cultivos. Esta red puede tener tres funciones:

- Proteger los cultivos del granizo, esto se hace en combinación con una previsión meteorológica
- Proteger los cultivos de los ataques de los animales
- 15 - Realizar un sombreado suplementario sobre los cultivos, realizándose la elección del poder de ocultación de la red dependiendo de una necesidad identificada de iluminación del cultivo, de un historial de insolación y/o de una previsión de insolación.
- Participar en el control del microclima nocturno por encima del cultivo actuando sobre el intercambio térmico y de humedad con el ambiente exterior, realizándose el despliegue de la red dependiendo de una necesidad térmica o hídrica identificada del cultivo, de un historial hídrico y/o térmico y/o de iluminación del cultivo, de una medición del estado hídrico y/o térmico del cultivo, de una previsión meteorológica.

20

El despliegue y el control de esta red pueden llevarse a cabo informáticamente de manera automática o manual, pudiendo salir la energía eléctrica requerida por esta operación de la propia producción de los colectores o provenir de la red eléctrica si la instalación está conectada a la misma.

25 Este sistema de protección puede desplegarse en caso de alerta de granizo, por encima de los cultivos. Los colectores pueden colocarse entonces en una configuración de menor exposición a las piedras de granizo, por ejemplo, lo más verticalmente posible.

La invención tiene aún por objeto un procedimiento de cultivo de vegetales, en el que los vegetales se cultivan para que se vean afectados por la sombra proyectada en el suelo por colectores de un sistema de acuerdo con la invención, tal como se define más arriba.

30 Este cultivo se lleva a cabo en un sistema abierto, sin control de las variables de humedad, temperatura, viento, de otra forma que a través de una modificación de la orientación de los colectores.

Los colectores pueden sufrir una modificación de su orientación entre los días, mejor entre horas.

35 El pilotaje de los colectores se efectúa con otro fin que el de asegurar el simple seguimiento de la trayectoria del sol, durante los períodos en los que se elige la orientación de los colectores para que responda a las necesidades de los cultivos.

La ley de control de la orientación de los colectores puede basarse especialmente en el nivel de estrés del cultivo. El modelo de estrés evalúa este criterio, por ejemplo, dependiendo de un historial de insolación y/o de temperatura del cultivo, así como de una medición de la temperatura foliar del cultivo. Los parámetros de entrada y salida utilizables por este modelo de estrés no se limitan únicamente a los parámetros antes mencionados.

40 La invención tiene aún por objeto, independientemente o en combinación con lo anterior, un procedimiento para cultivar vegetales, en el que los elementos de ocultación orientables se colocan por encima de los cultivos, siendo modificada la sombra proyectada sobre los cultivos por el cambio de orientación de los elementos de ocultación, estando caracterizado este procedimiento por el hecho de que la orientación de los elementos de ocultación se pilota informáticamente de manera automática, preferiblemente a partir de al menos datos representativos de las condiciones ambientales locales
45 de los cultivos, para actuar sobre las condiciones micro-climáticas de los cultivos mediante un cambio de orientación de los elementos de ocultación, especialmente para colocar los cultivos en condiciones micro-climáticas más favorables para la obtención de un resultado agrícola buscado. De acuerdo con este aspecto de la invención, los elementos de ocultación pueden ser colectores fotovoltaicos tales como los definidos más arriba, o ser paneles más o menos opacos, sin función fotovoltaica.

50 La orientación de los elementos de ocultación puede modificarse en función de una ley de control que busca obtener un

- máximo cualitativo y/o cuantitativo. Por ejemplo, en el caso de los cultivos hortícolas, los elementos de ocultación pueden orientarse según un algoritmo de subordinación de la orientación de los elementos de ocultación, con el objetivo de evitar el calentamiento excesivo de las hojas. La presencia de los elementos de ocultación puede aprovecharse para interceptar adecuadamente la luz con el fin de optimizar la fotosíntesis y obtener un rendimiento de producción superior a lo que sería en ausencia total de sombra. En el caso de la viticultura, la orientación de los elementos de ocultación puede elegirse dependiendo del contenido de azúcar buscado en la uva, y al final de la calidad del vino obtenido.
- La orientación de los elementos de ocultación puede controlarse dependiendo de una cantidad objetivo de energía luminosa a alcanzar, siendo esta cantidad objetivo de energía luminosa especialmente dependiente de la necesidad de los cultivos, del déficit o excedente de energía del día anterior o de los días anteriores, y/o de las previsiones meteorológicas.
- Preferiblemente, la orientación de los elementos de ocultación se modifica en función de los datos meteorológicos y especialmente i) de al menos un historial de insolación de los cultivos y un historial del calor recibido por los cultivos, y/o de un historial de pluviometría y ii) de un objetivo establecido para el día en curso, para que la planta reciba una cantidad de insolación, de calor y/o de pluviometría así como de límites de temperatura que no se deben exceder. Este historial puede realizarse localmente, en virtud de la detección local de la temperatura, de la insolación, de la pluviometría y/o de la higrometría del suelo.
- El pilotaje informático de los elementos de ocultación se lleva a cabo preferiblemente en función de una ley de control específica para cada variedad vegetal cultivada.
- Entre los parámetros que pueden entrar en la selección de la ley de control a partir de una biblioteca de leyes de control preestablecidas, y/o en la adaptación de una ley de control a la búsqueda de un resultado agrícola predefinido, pueden figurar la variedad cultivada, así como criterios cuantitativos o cualitativos, tales como la búsqueda de una producción agrícola máxima o de una calidad particular del vegetal cultivado.
- Los elementos de ocultación pueden orientarse por la tarde o durante la noche para reflejar de manera máxima o mínima hacia el suelo la radiación térmica del suelo, durante la noche, para regular la temperatura del suelo (recalentamiento o enfriamiento). El pilotaje de la orientación de los elementos de ocultación por la noche puede efectuarse, por ejemplo, según el gradiente de temperatura de atmósfera-suelo observado o previsto, y según el objetivo perseguido (enfriar o recalentar el suelo). Por ejemplo, si es necesario enfriar el suelo y el gradiente atmósfera-suelo es negativo (el suelo está más caliente que el aire), los elementos de ocultación pueden orientarse perpendicularmente al suelo. Por lo tanto, antes de cada modificación de la orientación de los elementos de ocultación, puede determinarse si el consumo de energía eléctrica para esta modificación es necesario con respecto al beneficio esperado para los cultivos.
- El procedimiento de cultivo incluye ventajosamente medir la temperatura al nivel de los cultivos y el control de la orientación de los elementos de ocultación se efectúa al menos en función de la temperatura medida.
- Los elementos de ocultación pueden disponerse en filas paralelas separadas.
- Los elementos de ocultación son preferiblemente orientables alrededor de un solo eje de rotación, que es preferiblemente horizontal.
- La invención podrá ser mejor comprendida con la lectura de la siguiente descripción detallada, de ejemplos de puesta en práctica no limitantes de la misma, así como del examen del dibujo adjunto, en el que:
- La FIG. 1 representa esquemáticamente un sistema para generar energía eléctrica según la invención,
- La FIG. 2 representa esquemáticamente un sistema para controlar la orientación de un colector solar según la invención.
- La FIG. 3 representa esquemáticamente la evolución en el tiempo de la energía luminosa recibida por los cultivos y los colectores,
- Las FIGS. 4 a 7 ilustran ejemplos de control de los colectores en función del tiempo,
- La FIG. 8 es una representación simplificada de un modelo de estrés de cultivo basado en la temperatura foliar y
- La FIG. 9 es una vista análoga a la FIG. 1 de una variante de realización.
- Se ha representado en la FIG. 1 un sistema para generar electricidad según la invención, que incluye una pluralidad de colectores solares 10 móviles alrededor de ejes de rotación R respectivos. Estos colectores 10 están mantenidos por una estructura de soporte 20, permitiendo prever bajo los colectores 10 una altura suficiente para el paso de maquinaria agrícola, en particular una altura comprendida entre 3 y 5 m.
- La estructura de soporte 20 incluye montantes 21 que soportan un armazón 22 sobre la que se articulan los colectores 10.

Cada colector 10 está pivotado alrededor del eje R correspondiente con ayuda de al menos un activador 30.

Los activadores 30 están previstos por ejemplo individualmente para cada colector 10, como se ilustra. Como variante, un mismo activador 30 puede desplazar en rotación una pluralidad de colectores solares 10.

5 Los activadores 30, incluyen cada uno por ejemplo uno o varios motores eléctricos, y por ejemplo están constituidos por servomotores.

Los cultivos C están dispuestos en la sombra proyectada en el suelo por los colectores 10. Los cultivos C pueden ser de cualquier tipo y pueden ser, por ejemplo, cultivos hortícolas o vides.

Si se hace referencia a la FIG. 2, se ve que la posición a dar a los colectores 10 puede ser determinada por una computadora local 40 que está conectada a través de cualquier interfaz de potencia adaptada a los activadores 30.

10 La computadora 40 recibe preferiblemente información de una o más sondas locales, por ejemplo una sonda de temperatura 41 colocada al nivel de los cultivos C y una sonda de higrometría 42 colocada en el suelo al nivel de los cultivos C. Se pueden añadir otros sensores, tales como un pluviómetro, un anemómetro y/o una cámara para visualizar el estado de desarrollo de los cultivos, así como uno o más biosensores, cuando sea apropiado.

15 Es particularmente ventajoso, en general, usar un sensor de infrarrojos sin contacto para medir la temperatura de los cultivos. Por lo tanto, se puede utilizar una cámara de infrarrojos que apunte a los cultivos en diferentes emplazamientos y que permita calcular una temperatura espacialmente promediada.

La computadora 40 también puede intercambiar datos, por ejemplo a través de una red telefónica inalámbrica, con un servidor remoto 50, que puede informar, por ejemplo, a la computadora 40 de la meteorología que se avecina.

20 La computadora 40 puede realizarse a partir de cualquier micro-ordenador o equipo informático que permita pilotar la orientación de los colectores 10 en función de una o varias leyes de control que dan la orientación a imponer a los colectores según el lugar, la fecha, la hora y otros distintos parámetros relacionados con los cultivos C.

La computadora 40 puede así incluir una unidad de cálculo y una memoria local en la que se pueden registrar los datos locales medidos, por ejemplo, de temperatura, de higrometría y de pluviometría, para conocer el historial de las condiciones medioambientales de los cultivos.

25 La memoria de la computadora también puede incluir parámetros de subordinación que gobiernan la orientación de los colectores en función de las necesidades de los cultivos. Estos parámetros pueden evolucionar en el tiempo y, en función por ejemplo, de la estación, pueden privilegiar o no la insolación de los cultivos.

30 La o las leyes de control pueden programarse inicialmente en la computadora 40, o como una variante pueden ser descargadas por la computadora 40 desde el servidor remoto 50, o aún pueden reactualizarse periódicamente por el servidor remoto 50.

35 En una realización ejemplar, la computadora 40 funciona de manera autónoma. Dependiendo de la estación, de la fecha de siembra y, eventualmente de otros parámetros ingresados por el agricultor, pilota automática y diariamente la orientación de los colectores 10 para satisfacer la necesidad de insolación, de temperatura, de higrometría, de pluviometría de los cultivos durante un período de tiempo determinado. En este caso, los colectores están orientados, por ejemplo, durante una fracción del día para dejar pasar la mayor cantidad de luz posible, en detrimento de la generación de electricidad. Luego, una vez que se ha satisfecho la necesidad de insolación, los colectores se desvían activando los activadores en una orientación que pretende maximizar la generación de electricidad.

Sin embargo, si temperatura local al nivel de los cultivos es excesiva, o superior al objetivo establecido, la orientación de los colectores puede modificarse para proteger los cultivos del sol y evitar un calentamiento excesivo.

40 En una variante de realización, la computadora 40 recibe instrucciones de pilotaje del colector desde el servidor remoto 50, al que puede, por ejemplo, transmitir datos locales de insolación y de temperatura, así como datos relacionados con los cultivos y su estado de desarrollo. El servidor 50 transmite de vuelta a la computadora informaciones relacionadas con la orientación a dar a los colectores, en tiempo real o durante un cierto período venidero.

45 Cuando los colectores 10 están orientados para maximizar la generación de electricidad, pueden seguir en tiempo real la trayectoria del sol de este a oeste.

Se ha representado en la FIG. 3 la evolución de la energía luminosa recibida con el tiempo, para los colectores y cultivos. Cuando los colectores siguen la trayectoria del sol, reciben aproximadamente un tercio de la energía luminosa. Los cultivos reciben dos tercios de la misma. Es posible aumentar la cantidad de energía recibida por los cultivos modificando la orientación de los colectores para disminuir la ocultación de los cultivos.

50 Se puede fijar de antemano una cantidad objetivo de energía para un día j, dependiendo de la energía luminosa que necesitan los cultivos, del déficit o excedente de energía recibido el día anterior o los días anteriores, y de las previsiones

meteorológicas que permiten estimar la cantidad de energía esperada para ese día j .

Según el caso, el modelo que fija la cantidad de energía objetivo es más elaborado y tiene en cuenta el precio de la electricidad o de su valor potencial en los mercados.

5 En la FIG. 3, se ha representado en línea discontinua la variación en el tiempo de la energía recibida hasta que alcanza la cantidad objetivo. Para lograr esto, se aumenta la energía recibida por los cultivos disminuyendo la recibida por los colectores Q' en beneficio de una menor ocultación de los cultivos.

Se ha representado en la FIG. 4 la evolución del ángulo de los colectores a lo largo del tiempo. La curva discontinua corresponde a un seguimiento clásico de la trayectoria del sol.

10 Para aumentar la energía luminosa recibida por los cultivos, es posible dejar los colectores horizontales entre el amanecer y t_1 , luego después t_2 hasta la puesta del sol. Entre t_1 y t_2 , los colectores son orientados para seguir la trayectoria del sol.

El hecho de dejar los paneles horizontales no minimiza la ocultación pero permite no tener que consumir electricidad para orientarlos.

15 En la variante ilustrada en la FIG. 5, entre el amanecer y t_1 , la orientación de los colectores se modifica para dejar pasar el máximo de luz hacia los cultivos, y también después de t_2 hasta el atardecer.

20 En la FIG. 6 se ve que se pilotan los colectores como en el ejemplo de la FIG. 4. Sin embargo, entre t_2 y t_3 se restablece el seguimiento del sol para permitir que los cultivos se beneficien de una ocultación máxima para proteger estos últimos de una temperatura excesiva. En este ejemplo, se vigila la temperatura de los cultivos, por ejemplo, gracias a una cámara de infrarrojos. Se supone en este ejemplo que la temperatura sobrepasa un valor límite en el instante t_3 . El sistema de control del panel desencadena entonces el paso a modo de seguimiento del sol desde t_3 hasta la puesta del sol.

Se ha representado en la FIG. 7 muestra un ejemplo de evolución del recorrido angular de los colectores al final del período invernal.

25 Se puede ver en esta figura que los colectores están orientados durante el día $j-1$ para minimizar la ocultación, orientándolos sensiblemente paralelos a los rayos del sol en el transcurso del tiempo.

Si las previsiones meteorológicas anuncian un período frío sin sol el día j , los colectores pueden mantenerse horizontales durante el día y la noche para reflejar al máximo los infrarrojos del suelo hacia los cultivos. En el día $j+1$, se efectúa un pilotaje similar al del día $j-1$.

30 La cantidad objetivo de energía para el día $j+1$ puede calcularse a partir de la cantidad de energía luminosa realmente recibida por los cultivos en el día j y, eventualmente, los días anteriores. Para determinar la cantidad de energía luminosa realmente recibida, se puede utilizar un pirheliómetro o piranómetro. Mejor aún, esta energía se calcula a partir de la recibida por los colectores, conociendo su orientación y la del sol y utilizando un modelo matemático que proporciona la energía promedio en el suelo habida cuenta de la ocultación proporcionada por los colectores.

35 La FIG. 8 es una representación simplificada del nivel de estrés de cultivo basado en la temperatura foliar. Esta curva muestra que para respetar un criterio de estrés máximo del cultivo, el sistema de control puede tratar de mantener la temperatura foliar en un intervalo comprendido entre T_{min} y T_{max} actuando sobre la orientación de los colectores.

Bien entendido, la invención no se limita a los ejemplos que se acaban de describir.

Por ejemplo, los colectores utilizados pueden estar dispuestos de manera que sean orientables según dos ejes de rotación.

40 En la FIG. 9 se ha ilustrado la posibilidad de utilizar la estructura de soporte 20 para soportar un sistema de protección 60 contra la intemperie, especialmente el granizo, por ejemplo en forma de una red que se despliega entre los montantes 21 de la estructura 20. Este despliegue puede ser automatizado según el caso, gracias a cables tendidos entre los montantes 21, presentes permanentemente. En este caso, es posible no utilizar los colectores para proteger los cultivos durante períodos de mal tiempo y orientarlos, por ejemplo, para minimizar el riesgo de que resulten dañados.

45 En una variante de puesta en práctica de la invención, más particularmente relacionada con la optimización del rendimiento de la producción agrícola independientemente de la generación de electricidad, los colectores son reemplazados por elementos de ocultación tales como paneles de chapa o de material compuesto, agujereados o no.

La expresión "que incluye uno" debe entenderse como sinónimo de "que comprende al menos uno" a menos que se especifique lo contrario.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para generar energía eléctrica con ayuda de colectores (10) fotovoltaicos orientables colocados por encima de cultivos (C), siendo modificada la sombra proyectada sobre los cultivos por el cambio de orientación de los colectores, caracterizándose este procedimiento por que la orientación de los colectores se pilota de manera informática automáticamente a partir de al menos datos representativos de condiciones ambientales locales de los cultivos, elegidos entre la temperatura de los cultivos, la higrometría del suelo y/o la pluviometría, para actuar sobre las condiciones microclimáticas de los cultivos mediante un cambio de orientación de los colectores, modificándose la orientación de los colectores en función al menos de un historial de insolación de los cultivos y de la pluviometría.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, orientándose los colectores (10) por la tarde para reflejar al máximo o al mínimo hacia el suelo la radiación térmica del suelo durante la noche, especialmente estando posicionados horizontalmente y/o dispuestos en filas paralelas separadas.
- 15 3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye medir la temperatura de los cultivos, efectuándose el control de la orientación de los colectores al menos en función de la temperatura medida, midiéndose la temperatura con ayuda de al menos una cámara de infrarrojos.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, siendo orientables los colectores (10) alrededor de un solo eje de rotación (R) sensiblemente paralelo a la dirección Norte-Sur.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, siendo los cultivos vides y/o cultivos hortícolas.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, la orientación de los colectores:
- 20 – dependiendo del estado de desarrollo de los cultivos, y / o
- siendo controlada para mantener los cultivos en una horquilla de temperatura máxima y/o mínima preestablecido, y/o
- 25 – siendo controlada en función de una cantidad objetivo de energía luminosa a alcanzar, dependiendo esta cantidad objetivo de energía luminosa de la necesidad de los cultivos, del déficit o excedente de energía del día anterior o de los días anteriores, y/o de las previsiones meteorológicas, y/o
- siendo controlada para mantener los cultivos en un estado de estrés mínimo recurriendo a un modelo de estrés del cultivo.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, utilizándose la estructura que soporta los paneles para desplegar una red (60) por encima de los cultivos con el objetivo de proteger estos últimos del granizo y esto en unión con una previsión meteorológica y/o de proteger los cultivos contra los ataques de animales y/o de realizar un sombreado suplementario de los cultivos, siendo realizada de preferencia la elección del poder de ocultación de la red en función de una necesidad identificada de iluminación del cultivo, de un historial de insolación y/o de una previsión de insolación, de participar en el control del microclima nocturno sobre el cultivo actuando sobre el intercambio térmico y de humedad con el ambiente exterior, realizándose el despliegue de la red en función de una necesidad hídrica y/o térmica
- 30 identificada del cultivo, de un historial hídrico y/o térmico y/o de iluminación del cultivo, de una medición del estado hídrico y/o térmico del cultivo, de una previsión meteorológica, realizándose de preferencia el despliegue y el control de esta red informáticamente de manera automática o manual, pudiendo provenir la energía eléctrica necesaria para esta operación de la propia producción de los colectores o proceder de la red eléctrica si la instalación está conectada a la misma.
- 35 8. Un sistema para generar energía eléctrica, que incluye:
- 40 – una estructura de soporte (20),
- colectores solares (10) orientables mantenidos a distancia del suelo por la estructura de soporte (20),
- uno o más activadores (30) para modificar la orientación de los colectores solares y la sombra proyectada en el suelo,
- 45 – una computadora (40) para determinar automáticamente la orientación a dar a los colectores en función de al menos un historial de insolación de los cultivos y de la pluviometría.
9. Sistema según la reivindicación 8, que incluye un sensor de temperatura (41) que informa a la computadora de la temperatura local al nivel de los cultivos, siendo el sensor de temperatura de preferencia una cámara de infrarrojos.
10. Sistema según la reivindicación 8 o 9, estando dispuesta la computadora (40) para determinar la orientación de los colectores en función de un historial de insolación y/o de pluviometría y/o el estado de desarrollo de los cultivos.

11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, siendo la computadora local y determinándose la orientación de los colectores de forma autónoma por la computadora.

12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, siendo la computadora al menos parcialmente remota.

5 13. Procedimiento para cultivar vegetales, en el que los vegetales se cultivan de manera que sean afectados por la sombra proyectada en el suelo por los colectores (10) de un sistema tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12.

10 14. Procedimiento para cultivar vegetales, con un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que los elementos de ocultación orientables están dispuestos por encima de los cultivos, modificándose la sombra proyectada sobre los cultivos por el cambio de orientación de los elementos de ocultación, caracterizándose este procedimiento por el hecho de que la orientación de los elementos de ocultación se pilota informáticamente de manera automática a partir de al menos datos representativos de condiciones ambientales locales de los cultivos, a fin de actuar sobre las condiciones micro-climáticas de los cultivos mediante un cambio de orientación de los elementos de ocultación, especialmente para colocar los cultivos en condiciones micro-climáticas que sean más favorables para la obtención de un resultado agrícola buscado.

15

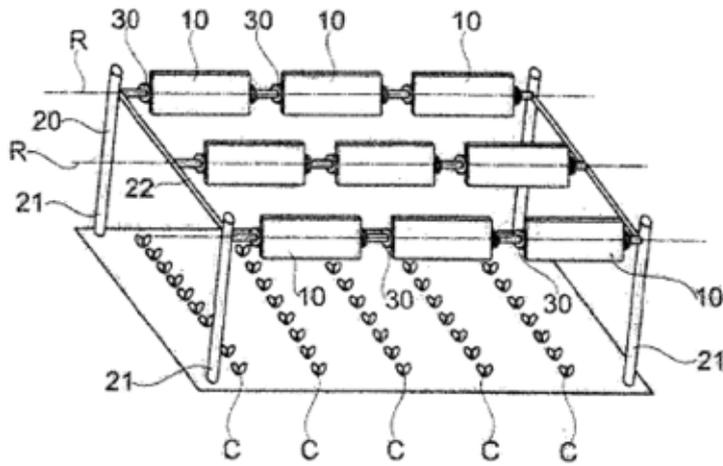


Fig. 1

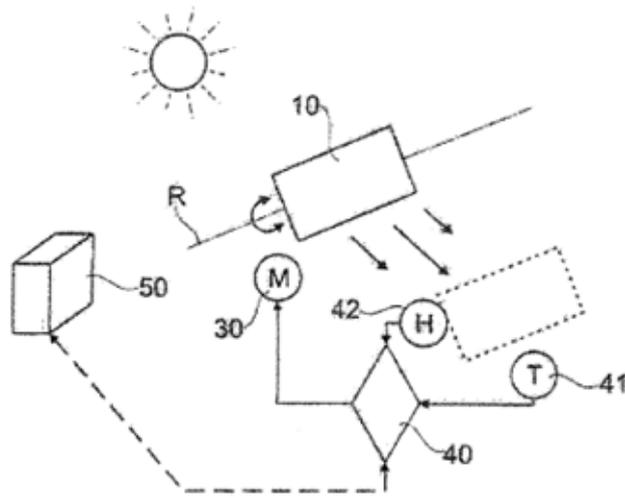


Fig. 2

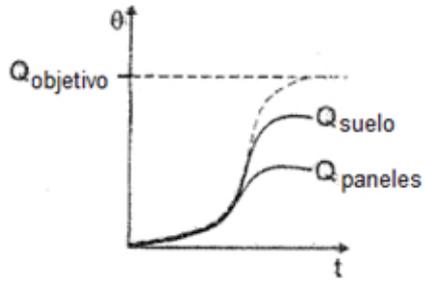


Fig. 3

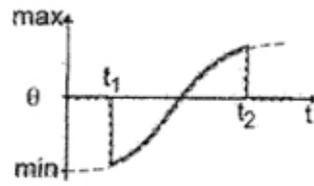


Fig. 4

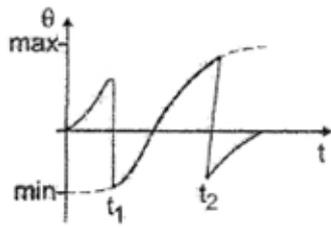


Fig. 5

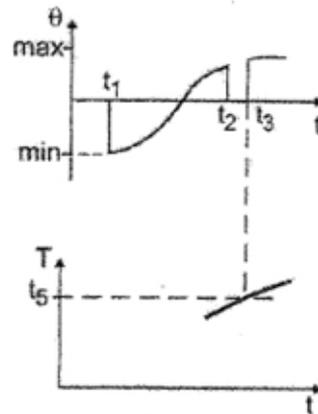


Fig. 6

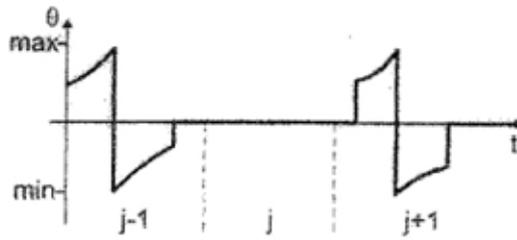


Fig. 7

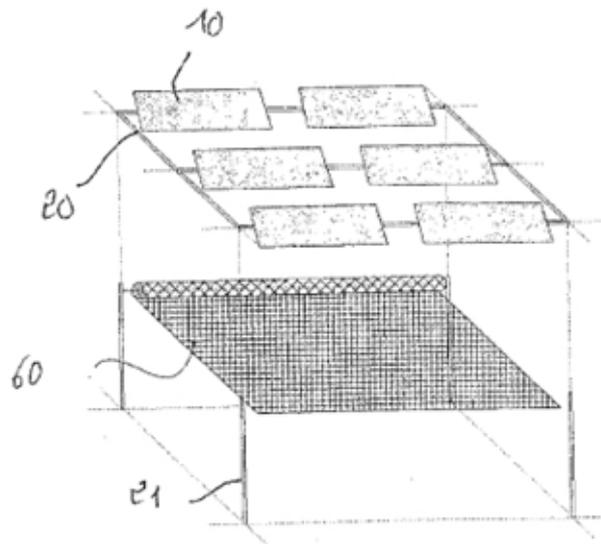


Fig. 9

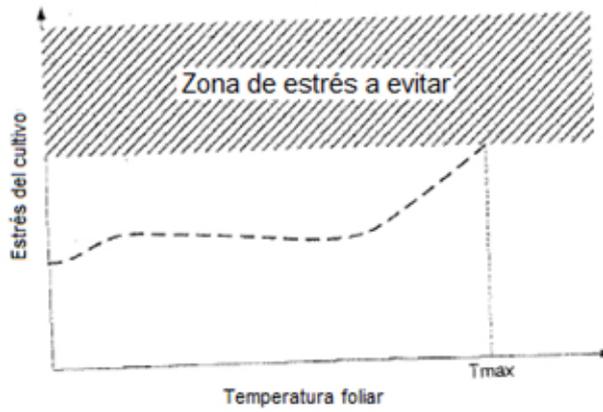


Fig. 8