

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 936**

51 Int. Cl.:

H02S 20/32 (2014.01)

G05D 3/10 (2006.01)

F24S 30/425 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2016 PCT/FR2016/053672**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.07.2017 WO17118796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2016 E 16829292 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3400648**

54 Título: **Campo solar con central solar de referencia para una gestión mejorada**

30 Prioridad:

04.01.2016 FR 1650014

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

09.03.2021

73 Titular/es:

**NEXTRACKER, INC. (100.0%)
6200 Paseo Padre Parkway
Fremont, California 94555, US**

72 Inventor/es:

**MICHOTTE DE WELLE, MADYAN y
ARLIAUD, JÉRÔME**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 810 936 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

Campo solar con central solar de referencia para una gestión mejorada

5 La presente invención se refiere a un campo solar que comprende una pluralidad de módulos solares repartidos en varias filas paralelas, así como a un procedimiento de gestión de dicho campo solar.

10 Se refiere más particularmente a un campo solar en el que cada módulo solar comprende por lo menos un sensor solar, en particular del tipo panel fotovoltaico, llevado por un seguidor solar de eje único, en el que cada seguidor solar es pilotado en rotación alrededor de un eje principal por medio de un accionador para una rotación del módulo solar que permite seguir el sol cuando tienen lugar su elevación y su descenso de este a oeste.

15 La invención se refiere por lo tanto al sector de los campos solares que comprenden unos seguidores solares, denominados también sistemas de soporte seguidor o "solar tracker", repartidos en filas paralelas y que soportan unos sensores solares, en los que los seguidores solares son del tipo de eje único, es decir orientable según un único eje principal, para una rotación que permite seguir el sol cuando tienen lugar su elevación y su descenso de este a oeste. Para más precisión, dicho eje principal se extiende generalmente de manera horizontal y de manera sustancialmente paralela al suelo sobre el cual está anclado el seguidor solar.

20 Dentro de una misma fila, los seguidores solares están alineados, con sus ejes principales sustancialmente confundidos, generalmente según una dirección norte-sur.

25 En un campo solar clásico, es conocido prever una unidad de pilotaje de la orientación angular de los módulos solares, en la que la unidad de pilotaje está unida a los accionadores para servocontrolar la orientación angular de los módulos solares aplicando una consigna de orientación común a todos los módulos solares.

30 Esta consigna de orientación común se establece generalmente sobre la base de un cálculo astronómico de la posición del sol, para un posicionamiento en tiempo real frente al sol, eventualmente con unas fases de aplanado horizontal de los sensores solares, al principio y al final del día. Esta consigna de orientación común depende en particular de la fecha, ya que la posición del sol varía de un día a otro a lo largo de las estaciones.

35 Sin embargo, este tipo de servocontrol basado únicamente sobre la base del cálculo astronómico de la posición del sol, adolece de un inconveniente principal ofreciendo una deficiencia de rendimiento en algunas condiciones meteorológicas, y en particular en unas condiciones nubosas que son causas de una radiación solar difusa. La radiación solar difusa se manifiesta cuando la radiación solar directa se dispersa en las nubes y las partículas atmosféricas. La radiación solar difusa resulta de la difracción de la luz por las nubes y las diversas moléculas en suspensión en la atmósfera. La radiación solar difusa no sigue por lo tanto necesariamente la dirección definida por el sol en dirección al punto de observación en la superficie de la Tierra. Por lo tanto, en condiciones nubosas, puede ser preferible, para obtener un rendimiento máximo frente a estas condiciones, orientar los seguidores o módulos solares sobre una orientación denominada indirecta o difusa que no corresponde necesariamente a la dirección de la radiación solar directa.

45 Además, el sensor solar puede ser del tipo doble cara, es decir con una cara superior productiva que hace frente al sol y una cara inferior también productiva que hace frente al sol. La cara inferior recibe la radiación solar reflejada por el sol, generalmente denominada albedo. Así, en función del albedo, puede ser preferible, para obtener un rendimiento máximo, orientar los seguidores o módulos solares sobre una orientación denominada indirecta que no corresponde necesariamente a la dirección de la radiación solar directa.

50 El documento GB 2 467 197 A divulga una pluralidad de módulos solares repartidos en varias filas paralelas, comprendiendo cada módulo solar por lo menos un sensor solar, en particular de tipo panel fotovoltaico, llevado por un seguidor solar de eje único, en el que cada seguidor solar es pilotado en rotación alrededor de un eje principal por un accionador para una rotación del módulo solar que permite seguir el sol cuando tienen lugar su elevación y su descenso de este a oeste, comprendiendo además dicho campo solar una unidad de pilotaje de la orientación angular de los módulos solares, estando dicha unidad de pilotaje unida a los accionadores para servocontrolar la orientación angular de los módulos solares aplicando una consigna de orientación común a todos los módulos solares.

60 La presente invención tiene como objetivo resolver estos inconvenientes proponiendo un campo solar, y un procedimiento de gestión asociado, que permite servocontrolar los módulos solares sobre una consigna de orientación común que tendrá en cuenta, por lo menos parcialmente, la radiación difusa y/o el albedo.

65 Para ello, propone un campo solar que comprende una pluralidad de módulos solares repartidos en varias filas paralelas, comprendiendo cada módulo solar por lo menos un sensor solar, en particular del tipo panel fotovoltaico, llevado por un seguidor solar de eje único, en el que cada seguidor solar es pilotado en rotación alrededor de un eje principal por un accionador para una rotación del módulo solar que permite seguir el sol cuando tienen lugar su elevación y su descenso de este a oeste, comprendiendo además dicho campo solar una unidad de pilotaje de

la orientación angular de los módulos solares, estando dicha unidad de pilotaje unida a los accionadores para servocontrolar la orientación angular de los módulos solares aplicando una consigna de orientación común a todos los módulos solares, siendo dicho campo solar remarcable por que comprende una central solar de referencia que comprende por lo menos dos módulos solares de referencia, de los cuales un módulo solar de referencia central y por lo menos un módulo solar de referencia secundaria, en el que la unidad de pilotaje está conformada para:

- pilotar la orientación angular del módulo solar de referencia central según una consigna de orientación de referencia denominada central que corresponde a una consigna de orientación inicial,
- pilotar la orientación del o de cada módulo solar de referencia secundaria según una consigna de orientación de referencia denominada secundaria, correspondiendo dicha consigna de orientación de referencia secundaria a la consigna de orientación inicial desplazada en un ángulo denominado de offset predefinido no nulo asociado a dicho módulo solar de referencia secundaria, estando el módulo solar de referencia central asociado así a un ángulo de offset nulo;
- recibir un valor de producción de energía solar de cada módulo solar de referencia;
- pilotar la orientación angular de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia, aplicando como consigna de orientación común la consigna de orientación de referencia asociada al módulo solar de referencia que presenta el valor más grande de producción de energía solar.

Así, la central solar de referencia permitirá ensayar una consigna de orientación inicial (por ejemplo una consigna de seguimiento de la radiación solar directa) y por lo menos una consigna de orientación de referencia secundaria (ventajosamente varias consignas de orientación de referencia secundarias) desplazada angularmente con respecto a la consigna de orientación inicial en un ángulo de offset. La mayor parte del tiempo, es la consigna de orientación inicial la que será aplicada, pero en caso de nubes, y por lo tanto de radiación difusa, y/o en caso de albedo elevado, un desplazamiento en un ángulo de offset puede ofrecer una mejor producción de energía solar, y por lo tanto la central solar de referencia permitirá notar que se debe privilegiar una consigna de orientación de referencia secundaria asociada a un ángulo de offset, y por lo tanto la unidad de pilotaje utilizará un desplazamiento en el ángulo de offset para el conjunto de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia. Cuantos más módulos solares de referencia secundaria haya, más posible será ensayar diferentes ángulos de offset.

Esta solución es particularmente simple y poco costosa de realizar, procurando al mismo tiempo una mejora de la producción de energía solar global del campo solar, ya que tiene en cuenta directamente la producción de energía solar para uno o varios ángulos de offset alrededor de la consigna de orientación inicial.

Según una característica, la central solar de referencia comprende varios módulos solares de referencia secundaria asociados cada uno a un ángulo de offset dedicado.

Según otra característica, la central solar de referencia comprende un número N de módulos solares de referencia secundaria asociados a unos ángulos de offset positivos y un número M de módulos solares de referencia secundaria asociados a unos ángulos de offset negativos, en los que N y M son unos números enteros.

Se pueden considerar cuatro configuraciones generales:

- si $N=M \neq 0$, entonces la central solar de referencia comprende por lo menos un par de módulos solares de referencia secundaria asociados respectivamente a un ángulo de offset positivo y a un ángulo de offset negativo;
- si $N \neq 0$ y $M=0$, entonces la central solar de referencia comprende únicamente unos módulos solares de referencia secundaria asociados a unos ángulos de offset positivos;
- si $N=0$ y $M \neq 0$, entonces la central solar de referencia comprende únicamente unos módulos solares de referencia secundaria asociados a unos ángulos de offset negativos;
- si $N \neq 0$, $M \neq 0$ y $N \neq M$, entonces la central solar de referencia comprende un número diferente de módulos solares de referencia secundaria asociados a unos ángulos de offset positivos, que de módulos solares de referencia secundaria asociados a unos ángulos de offset negativos.

En un modo de realización particular, por lo menos una diferencia entre dos ángulos de offset próximos es inferior a 3 grados en valor absoluto; pudiendo corresponder uno de estos dos ángulos de offset al ángulo de offset nulo del módulo solar de referencia central.

Dicho de otra manera, el desplazamiento angular entre las consignas de orientación de por lo menos dos módulos solares de referencia próximos no supera 3 grados, lo cual es suficiente para ensayar diferentes ángulos de offset.

Se debe observar que la diferencia entre dos ángulos de offset próximos puede ser constante o bien, al contrario, no ser constante.

5 Según una posibilidad de la invención, el campo solar comprende, a la entrada de la unidad de pilotaje, una unidad de cálculo de la consigna de orientación inicial en función de un cálculo astronómico de la posición del sol.

10 Se puede considerar también que la unidad de cálculo esté conformada para calcular la consigna de orientación inicial en función de uno por lo menos de los parámetros siguientes: orientaciones mínimas y máximas accesibles para los seguidores solares, sombras de los módulos solares de una fila sobre los módulos solares de una fila adyacente.

15 Según otra posibilidad de la invención, la unidad de pilotaje está conformada para pilotar la orientación angular de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia, aplicando como consigna de orientación común la consigna de orientación secundaria aplicada a un módulo solar de referencia secundaria que presenta el valor más grande de producción de energía solar, sólo si este módulo solar de referencia secundaria presenta el valor más grande de producción de energía solar durante un tiempo de espera predefinido.

20 Así, se realiza una espera antes de bascular sobre una consigna de orientación secundaria, para evitar cambiar la orientación de manera más o menos frecuente y más o menos rápida. En efecto, cada cambio de orientación solicita por lo menos un accionador (generalmente un motor eléctrico), que genera un consumo eléctrico y un desgaste de los órganos mecánicos solicitados por el cambio de orientación (cojinetes, elementos de guiado en rotación, etc.). Estos consumos eléctricos y estos desgastes no estarán compensados necesariamente por las ganancias de productividad obtenidas adaptándose a las consignas de orientación secundarias.

25 La invención se refiere asimismo a un procedimiento de gestión de un campo solar de acuerdo con la invención, comprendiendo este procedimiento las etapas siguientes, realizadas de manera repetitiva:

- 30 - cálculo de una consigna de orientación inicial;
- pilotaje de la orientación angular del módulo solar de referencia central según una consigna de orientación de referencia denominada central que corresponde a la consigna de orientación inicial;
- 35 - pilotaje de la orientación del o de cada módulo solar de referencia secundaria según una consigna de orientación de referencia denominada secundaria, correspondiendo dicha consigna de orientación de referencia secundaria a la consigna de orientación inicial desplazada en un ángulo denominado de offset predefinido no nulo asociado a dicho módulo solar de referencia secundaria;
- 40 - recepción de un valor de producción de energía solar de cada módulo solar de referencia;
- pilotaje de la orientación angular de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia, aplicando como consigna de orientación común la consigna de orientación de referencia asociada al módulo solar de referencia que presenta el valor más grande de producción de energía solar.

45 De acuerdo con una característica ventajosa de la invención, si el valor más grande de producción de energía solar está asociado a la consigna de orientación de referencia secundaria asociada a un módulo solar de referencia secundaria, entonces el procedimiento realiza el pilotaje de la orientación angular de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia, aplicando como consigna de orientación común dicha consigna de orientación de referencia secundaria, sólo si este módulo solar de referencia secundaria presenta el valor más grande de producción de energía solar durante un tiempo de espera predefinido.

50 Ventajosamente, la duración de espera se establece en función de uno por lo menos de los parámetros siguientes:

- 55 - un consumo de energía necesario para modificar la orientación de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia, en el ángulo de offset asociado al módulo solar de referencia secundaria que presenta el valor más grande de producción de energía solar;
- 60 - un porcentaje de desgaste de órganos mecánicos de los seguidores solares de los módulos solares, con la excepción de los módulos solares de referencia, solicitados cuando tiene lugar un cambio de orientación en el ángulo de offset asociado al módulo solar de referencia secundaria que presenta el valor más grande de producción de energía solar.

65 La presente invención se refiere asimismo a la característica según la cual se calcula la consigna de orientación inicial en función de un cálculo astronómico de la posición del sol.

Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán con la lectura de la descripción detallada a

continuación, de un ejemplo de realización no limitativo, realizada en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 es una vista esquemática de un campo solar de acuerdo con la invención;
- 5 - la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de varias filas de módulos solares en un campo solar de acuerdo con la invención;
- las figuras 3 y 4 son unas vistas esquemáticas en perspectiva de dos ejemplos de central solar de referencia;
- 10 - la figura 5 es una representación en forma de un esquema funcional de las etapas realizadas en un procedimiento de gestión de acuerdo con la invención; y
- la figura 6 es una representación esquemática de una curva de variación de la consigna de orientación inicial en función del tiempo, en una fecha dada.

15 La figura 1 ilustra un campo solar 1 de acuerdo con la invención, que comprende varios grupos GR de varias filas 10 de módulos solares (no estando ilustrados estos módulos solares en la figura 1 y siendo visibles en la figura 2), estando estos grupos GR y estas filas 10 repartidos y dimensionados en función de la morfología del terreno que recibe el campo solar 1. El campo solar 1 comprende también una central solar de referencia 2 descrita
20 ulteriormente.

En referencia a la figura 2, cada fila 10 comprende varios módulos solares 3 alineados según la dirección norte-sur y dispuestos lado a lado dentro de la fila 10.

25 Cada módulo solar 3 comprende un seguidor solar 4 de eje único orientable alrededor de un eje principal A de rotación, del tipo que comprende:

- una estructura fija 40 de anclaje al suelo constituida por ejemplo por uno o varios postes anclados al suelo, por ejemplo por hincado, enroscado, bulonado, lastrado, u otro medio equivalente que permita fijar y
30 estabilizar en el suelo la estructura fija 40;
- una estructura móvil (no visible), en particular del tipo plataforma compuesta por un ensamblaje de vigas, largueros y/o travesaños, en la que la estructura móvil está montada en rotación sobre la estructura fija 40 según el eje principal A, y en particular montada en rotación sobre los extremos superiores del o de los
35 postes;
- un sistema mecánico de accionamiento en rotación de la estructura móvil según el eje principal A.

40 Cada seguidor solar 3 es pilotado en rotación alrededor de su eje principal A por un accionador (no ilustrado) para una rotación del módulo solar 3 que permite seguir el sol cuando tienen lugar su elevación y su descenso de este a oeste. Este accionador puede ser propio de cada módulo solar 3, o puede ser puesto en común entre varios módulos solares 3, por ejemplo dentro de una misma fila 10, incluso de dos o más filas 10.

45 Cada módulo solar 3 comprende además por lo menos un sensor solar 5, y en particular uno o varios paneles fotovoltaicos, soportado o montado sobre la estructura móvil del seguidor solar 4. Para la continuación de la descripción, los sensores solares son unos paneles fotovoltaicos 5.

50 En referencia a la figura 2, el eje de rotación A es sustancialmente horizontal y está dirigido según la dirección norte-sur. Cuando el seguidor solar 1 está en horizontal o en plano (como se puede ver en la figura 2), el o los paneles fotovoltaicos 5 están en horizontal extendiéndose según un plano horizontal definido por un eje longitudinal X (paralelo al eje principal A), según la dirección norte-sur y por un eje transversal Y según la dirección este-oeste, de manera ortogonal a un eje vertical Z.

55 Para la continuación de la descripción, la orientación angular, denominada de otra manera ángulo de inclinación, de un módulo solar 3 (u orientación angular del seguidor solar 3 y del o de los paneles fotovoltaicos 5), corresponde al ángulo de la normal al (a los) panel(es) fotovoltaico(s) 5 frente al eje vertical Z considerado en un plano horizontal (X, Y). Así, cuando el seguidor solar 1 está en horizontal o en plano (como se esquematiza en la figura 2), esta orientación angular es de 0 grados.

60 En referencia a la figura 5, el campo solar 1 comprende además una unidad de cálculo 6 apropiada para calcular una consigna de orientación inicial COI en función de un cálculo astronómico de la posición del sol.

65 La figura 6 ilustra un ejemplo de variación de la consigna de orientación inicial COI en función del tiempo t, en una fecha dada, sobre una amplitud horaria de un día considerado entre las 4 horas de la mañana (4 AM) y las siete horas de la tarde (7 PM). Se debe observar que esta variación presenta unos escalones a -50 grados por la mañana y a +50 grados por la tarde, lo cual corresponde a las orientaciones máximas y mínimas del módulo solar 3, ya que

la rotación del módulo solar 3 está limitada por razones mecánicas.

Esta consigna de orientación inicial COI también se puede calcular en función de otros parámetros, como por ejemplo una optimización que tiene en cuenta los fenómenos de sombra de los módulos solares 3 de una fila 10 sobre los módulos solares 3 de una fila 10 adyacente.

En referencia a la figura 5, el campo solar 1 comprende asimismo una unidad de pilotaje 7 apropiada para pilotar la orientación angular de los módulos solares 3 de las filas 10 de los grupos GR, estando esta unidad de pilotaje 7 unida a los accionadores de estos módulos solares 3 para servocontrolar sus orientaciones angulares aplicando una consigna de orientación común COC a todos estos módulos solares 3.

Esta unidad de pilotaje 7 está unida en la entrada a la unidad de cálculo 6 con el fin de recibir como dato de entrada la consigna de orientación inicial COI y está unida en la salida a estos módulos solares 3 (y más específicamente a sus accionadores) con el fin de proporcionar a la salida la consigna de orientación común COC que se aplicará a todos los módulos solares 3.

Esta unidad de pilotaje 7 está conectada asimismo a la central solar de referencia 2 para establecer esta consigna de orientación común COC en función de la consigna de orientación inicial COI y también en función de una respuesta de esta central solar de referencia 2.

En referencia a las figuras 3 y 4, la central solar de referencia 2 comprende varios módulos solares de referencia 20(i) (siendo i un número entero relativo), de los cuales un módulo solar de referencia central 20(0) y varios módulos solares de referencia secundaria 20(j) (siendo j un número entero relativo no nulo). En el ejemplo de las figuras 3 a 5, la central solar de referencia 2 comprende dos pares de módulos solares de referencia secundaria, a saber un primer par de módulos solares de referencia secundaria 21(+1), 21(-1), y un segundo par de módulos solares de referencia secundaria 21(+2), 21(-2).

Los módulos solares de referencia 20(i) son del mismo tipo que los módulos solares 3 descritos anteriormente, pero pueden presentar eventualmente unas dimensiones diferentes. Los módulos solares de referencia 20(i) comprenden así un soporte seguidor 4 móvil en rotación según un eje principal A y que soporta por lo menos un sensor solar 5 de la misma tecnología que los sensores solares 5 de los módulos solares 3.

Dentro de la central solar de referencia 2, estos módulos solares de referencia 20(i) pueden, por ejemplo, estar alineados ortogonalmente a sus ejes principales A de rotación (como se puede ver en la figura 3), o bien estar alineados según sus ejes principales A de rotación.

La unidad de pilotaje 7 está conformada para:

- pilotar la orientación angular del módulo solar de referencia central 20(0) según una consigna de orientación de referencia denominada central COR(0) que corresponde a la consigna de orientación inicial COI (dicho de otra manera $COR(0) = COI$ y ángulo de offset asociado $OFF(0)$ nulo);
- pilotar la orientación de cada módulo solar de referencia secundaria 20(j) según una consigna de orientación de referencia secundaria $COR(j)$ asociada, correspondiendo esta consigna de orientación de referencia secundaria $COS(j)$ a la consigna de orientación inicial COI desplazada en un ángulo denominado de offset $OFF(j)$ predefinido asociado al módulo solar de referencia secundaria 20(j) (dicho de otra manera $COR(j) = COI + OFF(j)$).

Así, la unidad de pilotaje 7 pilota la orientación angular del módulo solar de referencia central 20(0) de manera que siga la curva de la consigna de orientación inicial COI. Además, la unidad de pilotaje 7 pilota la orientación angular de cada módulo solar de referencia secundaria 20(j) de manera que siga la curva de la consigna de orientación inicial COI desplazada en el ángulo de offset $OFF(j)$ dedicado al módulo solar de referencia secundaria 20(j).

Para cada par de módulos solares de referencia secundaria 21(+1), 21(-1) (respectivamente 21(+2), 21(-2)), un módulo de referencia secundaria 21(+1) (respectivamente 21(+2)) está asociado a un ángulo de offset $OFF(+1)$ (respectivamente $OFF(+2)$) positivo y el otro módulo de referencia secundaria 21(-1) (respectivamente 21(-2)) está asociado a un ángulo de offset $OFF(-1)$ (respectivamente $OFF(-2)$) negativo. Además, $OFF(-1)$ y $OFF(+1)$ (respectivamente $OFF(-2)$ y $OFF(+2)$) son iguales en valor absoluto.

De manera general, $j=+k$ o $-k$ (en el que k es un número entero positivo), y $OFF(+k) = + Ak$ y $OFF(-k) = - Ak$, en el que Ak es un ángulo positivo. Dicho de otra manera, el ángulo de offset positivo (+Ak) y el ángulo de offset negativo (-Ak) de cada par de módulos solares de referencia secundaria 20(+k), 20(-k) son iguales en valor absoluto.

Se debe observar que cuanto más elevado es j en valor absoluto (dicho de otra manera cuanto más grande es k), más grande es el ángulo de offset $OFF(i)$ (dicho de otra manera $OFF(+k)$ o $OFF(-k)$) en valor absoluto.

Además, los ángulos de offset de valor absoluto más pequeño, es decir los ángulos de offset OFF(+1) y OFF(-1), son inferiores o iguales a 3 grados en valor absoluto. Dicho de otra manera, $|\text{OFF}(+1)| = |\text{OFF}(-1)| = A1 \leq 3$ grados.

5 Además, la diferencia entre dos ángulos de offset próximos es inferior o igual a 3 grados en valor absoluto. Dicho de otra manera, $|\text{OFF}(i) - \text{OFF}(i+1)| \leq 3$ grados y $|\text{OFF}(i) - \text{OFF}(i-1)| \leq 3$ grados.

10 Se puede considerar que $|\text{OFF}(i) - \text{OFF}(i+1)| = |\text{OFF}(i) - \text{OFF}(i-1)| = \text{PA}$. Dicho de otra manera, el paso PA es constante entre los ángulos de offset, de manera que $\text{OFF}(i) = i \cdot \text{PA}$, con un ángulo de offset OFF(0) nulo para el módulo solar de referencia central 20(0) (en el que $i=0$). Este paso PA es positivo, no nulo e inferior o igual a 3 grados. Por lo tanto, $\text{OFF}(+1) = \text{PA}$, $\text{OFF}(-1) = -\text{PA}$, $\text{OFF}(+2) = 2\text{PA}$ y por último $\text{OFF}(-2) = -2\text{PA}$. Así, se tiene la relación general siguiente: $\text{COR}(i) = \text{COI} + i \cdot \text{PA}$.

15 Evidentemente, se puede considerar que la diferencia entre dos ángulos de offset OFF(i) próximos varía, dicho de otra manera, el paso puede no ser constante.

20 Se puede considerar también tener más módulos solares de referencia secundaria 21(j) asociados a unos ángulos de offset OFF(j) positivos, o inversamente, tener más módulos solares de referencia secundaria 21(j) asociados a unos ángulos de offset OFF(j) negativos. Dicho de otra manera, se puede considerar que la central solar de referencia 2 comprenda:

- unos módulos solares de referencia secundaria 20(j) asociados únicamente a unos ángulos de offset OFF(j) positivos; o
- unos módulos solares de referencia secundaria 20(j) asociados únicamente a unos ángulos de offset OFF(j) negativos; o
- P1 módulos solares de referencia secundaria 20(j) asociados a unos ángulos de offset OFF(j) positivos y P2 módulos solares de referencia secundaria 20(j) asociados a unos ángulos de offset OFF(j) negativos, en los que P1 y P2 son unos números enteros no nulos y P1 es diferente de P2 (P1 puede ser superior o inferior a P2).

35 El número de módulos solares de referencia secundaria 21(j) y la elección de sus ángulos de offset OFF(j) (paso, señales, valores) depende en particular del sitio de recepción del campo solar 1 (configuración, entorno tal como la presencia de colinas, montañas, extensiones de agua, etc.) y de la tecnología de los sensores solares 5.

Después, la unidad de pilotaje 7 realiza las etapas siguientes:

- recibir un valor de producción de energía solar P(i) de cada módulo solar de referencia 20(i);
- dirigir a los módulos solares 3 (con la excepción de los módulos solares de referencia 20(i)), como consigna de orientación común COC, la consigna de orientación de referencia COR(i) asociada al módulo solar de referencia 20(i) que presenta el valor más grande de producción de energía solar P(i).

45 Así, la unidad de pilotaje 7 pilota la orientación angular de los módulos solares 3 aplicando como consigna de orientación común la consigna de orientación de referencia COR(i) asociada al módulo solar de referencia 20(i) que presenta el valor más grande de producción de energía solar P(i). Dicho de otra manera, $\text{COC} = \text{COR}(m) = \text{COI} + m \cdot \text{PA}$ en el que P(m) corresponde al máximo de los P(i).

50 Si el valor más grande de producción de energía solar está asociado a la consigna de orientación de referencia secundaria COR(j) asociada a un módulo solar de referencia secundaria 20(j), entonces la unidad de pilotaje 7 realiza el pilotaje de la orientación angular de los módulos solares 3 aplicando como consigna de orientación común COC dicha consigna de orientación de referencia secundaria COR(j), sólo si este módulo solar de referencia secundaria 20(j) presenta el valor más grande de producción de energía solar P(j) durante un tiempo de espera DAT predefinido.

55 Este tiempo de espera DAT se establece en función de uno por lo menos de los parámetros siguientes:

- un consumo de energía necesario para modificar la orientación de los módulos solares 3, con la excepción de los módulos solares de referencia 20(i), con el ángulo de offset OFF(j) asociado al módulo solar de referencia secundaria 20(j) que presenta el valor más grande de producción de energía solar P(j);
- una tasa de desgaste de órganos mecánicos de los seguidores solares 4 de los módulos solares 3, con la excepción de los módulos solares de referencia 20(i), solicitados cuando tiene lugar un cambio de orientación del ángulo de offset OFF(j) asociado al módulo solar de referencia secundaria 20(j) que presenta el valor más grande de producción de energía solar P(j).

5 Así, en particular, en caso de radiación difusa y/o de albedo, si los paneles fotovoltaicos son del tipo de doble cara, la central solar de referencia 2 permite detectar que un ángulo de offset $OFF(j)$ aplicado con respecto a la consigna de orientación inicial COI , procurará un incremento en la producción de energía solar, y la unidad de pilotaje 7 trasladará este ángulo de offset $OFF(j)$ al conjunto de los módulos solares 3 con el fin de aumentar la producción eléctrica del campo solar 1.

10 Evidentemente, el ejemplo de realización evocado anteriormente no presenta ningún carácter limitativo y se pueden aportar otras mejoras y detalles al campo solar según la invención, sin apartarse por ello del marco de la invención en la que se pueden realizar por ejemplo otras formas de módulos solares y/o de sensores solares.

REIVINDICACIONES

1. Campo solar (1) que comprende una pluralidad de módulos solares (3) repartidos en varias filas (10) paralelas, comprendiendo cada módulo solar (3) por lo menos un sensor solar (5), en particular del tipo panel fotovoltaico, llevado por un seguidor solar (4) de eje único, en el que cada seguidor solar (4) es pilotado en rotación alrededor de un eje principal (A) por un accionador para una rotación del módulo solar (3) que permite seguir el sol cuando tienen lugar su elevación y su descenso de este a oeste, comprendiendo además dicho campo solar (1) una unidad de pilotaje (7) de la orientación angular de los módulos solares (3), estando dicha unidad de pilotaje (7) unida a los accionadores para servocontrolar la orientación angular de los módulos solares (3) aplicando una consigna de orientación común (COC) a todos los módulos solares (3), estando dicho campo solar (1) caracterizado por que comprende una central solar de referencia (2) que comprende por lo menos dos módulos solares de referencia (20(i)), de los cuales un módulo solar de referencia central (20(0)) y por lo menos un módulo solar de referencia secundaria (20(j)), en el que la unidad de pilotaje (7) está conformada para:
- pilotar la orientación angular del módulo solar de referencia central (20(0)), según una consigna de orientación de referencia denominada central (COR(0)) que corresponde a una consigna de orientación inicial (COI),
 - pilotar la orientación del o de cada módulo solar de referencia secundaria (20(j)) según una consigna de orientación de referencia denominada secundaria (COR(j)), correspondiendo dicha consigna de orientación de referencia secundaria (COR(j)) a la consigna de orientación inicial (COI) desplazada en un ángulo denominado de offset (OFF(j)) predefinido no nulo asociado a dicho módulo solar de referencia secundaria (20(j)), estando el módulo solar de referencia central (20(0)) asociado así a un ángulo de offset (OFF(0)) nulo;
 - recibir un valor de producción de energía solar (P(i)) de cada módulo solar de referencia (20(i));
 - pilotar la orientación angular de los módulos solares (3), con la excepción de los módulos solares de referencia (20(i)), aplicando como consigna de orientación común (COC) la consigna de orientación de referencia COR(i); COR(0), COR(j)) asociada al módulo solar de referencia (20(i)) que presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(i)).
2. Campo solar (1) según la reivindicación 1, en el que la central solar de referencia (2) comprende varios módulos solares de referencia secundaria (20(j)) asociados cada uno a un ángulo de offset (OFF(j)) dedicado.
3. Campo solar (1) según la reivindicación 2, en el que la central solar de referencia (2) comprende un número N de módulos solares de referencia secundaria (20(j)) asociados a unos ángulos de offset (OFF(j)) positivos y un número M de módulos solares de referencia secundaria (20(j)) asociados a unos ángulos de offset OFF(j) negativos, en los que N y M son unos números enteros.
4. Campo solar (1) según las reivindicaciones 2 o 3, en el que la separación (PA) entre dos ángulos de offset (OFF(i)) próximos es inferior o igual a 3 grados en valor absoluto.
5. Campo solar (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, a la entrada de la unidad de pilotaje (7), una unidad de cálculo (6) de la consigna de orientación inicial (COI) en función de un cálculo astronómico de la posición del sol.
6. Campo solar (1) según la reivindicación 5, en el que la unidad de cálculo (6) está conformada para calcular la consigna de orientación inicial (COI) en función de uno por lo menos de los parámetros siguientes: orientaciones mínimas y máximas accesibles para los seguidores solares, sombras de los módulos solares de una fila sobre los módulos solares de una fila adyacente.
7. Campo solar (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la unidad de pilotaje (7) está conformada para pilotar la orientación angular de los módulos solares (3), con la excepción de los módulos solares de referencia (20(i)), aplicando como consigna de orientación común (COC) la consigna de orientación secundaria (COR(j)) aplicada a un módulo solar de referencia secundaria (20(j)) que presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(j)), sólo si este módulo solar de referencia secundaria (20(j)) presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(j)) durante un tiempo de espera (DAT) predefinido.
8. Procedimiento de gestión de un campo solar (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes realizadas de manera repetitiva:
- cálculo de una consigna de orientación inicial (COI);
 - pilotaje de la orientación angular del módulo solar de referencia central (20(0)) según una consigna de orientación de referencia denominada central (COR(0)) que corresponde a la consigna de orientación inicial

(COI);

- pilotaje de la orientación del o de cada módulo solar de referencia secundaria (20(j)) según una consigna de orientación de referencia denominada secundaria (COR(j)), correspondiendo dicha consigna de orientación de referencia secundaria (COR(j)) a la consigna de orientación inicial (COI) desplazada en un ángulo denominado de offset (OFF(j)) predefinido no nulo asociado a dicho módulo solar de referencia secundaria (20(j));
- recepción de un valor de producción de energía solar (P(i)) de cada módulo solar de referencia (20(i));
- pilotaje de la orientación angular de los módulos solares (3), con la excepción de los módulos solares de referencia (20(i)), aplicando como consigna de orientación común (COC) la consigna de orientación de referencia (COR(i); COR(0), COR(j)) asociada al módulo solar de referencia (20(i)) que presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(i)).

9. Procedimiento de gestión según la reivindicación 8, en el que, si el valor más grande de producción de energía solar (P(j)) está asociado a la consigna de orientación de referencia secundaria (COR(j)) asociada a un módulo solar de referencia secundaria (20(j)), entonces el procedimiento realiza el pilotaje de la orientación angular de los módulos solares (3), con la excepción de los módulos solares de referencia (20(i)), aplicando como consigna de orientación común (COC) dicha consigna de orientación de referencia secundaria (COR(j)), solamente si este módulo solar de referencia secundaria (20(j)) presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(j)) durante un tiempo de espera predefinido.

10. Procedimiento de gestión según las reivindicaciones 8 o 9, en el que el tiempo de espera se establece en función de uno por lo menos de los parámetros siguientes:

- un consumo de energía necesario para modificar la orientación de los módulos solares (3), con la excepción de los módulos solares de referencia (20(i)), con el ángulo de offset (OFF(j)) asociado al módulo solar de referencia secundaria (20(j)) que presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(j));
- una tasa de desgaste de órganos mecánicos de los seguidores solares de los módulos solares (3), con la excepción de los módulos solares de referencia (20(i)), solicitados cuando tiene lugar un cambio de orientación del ángulo de offset (OFF(j)) asociado al módulo solar de referencia secundaria (20(j)) que presenta el valor más grande de producción de energía solar (P(j)).

11. Procedimiento de gestión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la consigna de orientación inicial (COI) se calcula en función de un cálculo astronómico de la posición del sol.

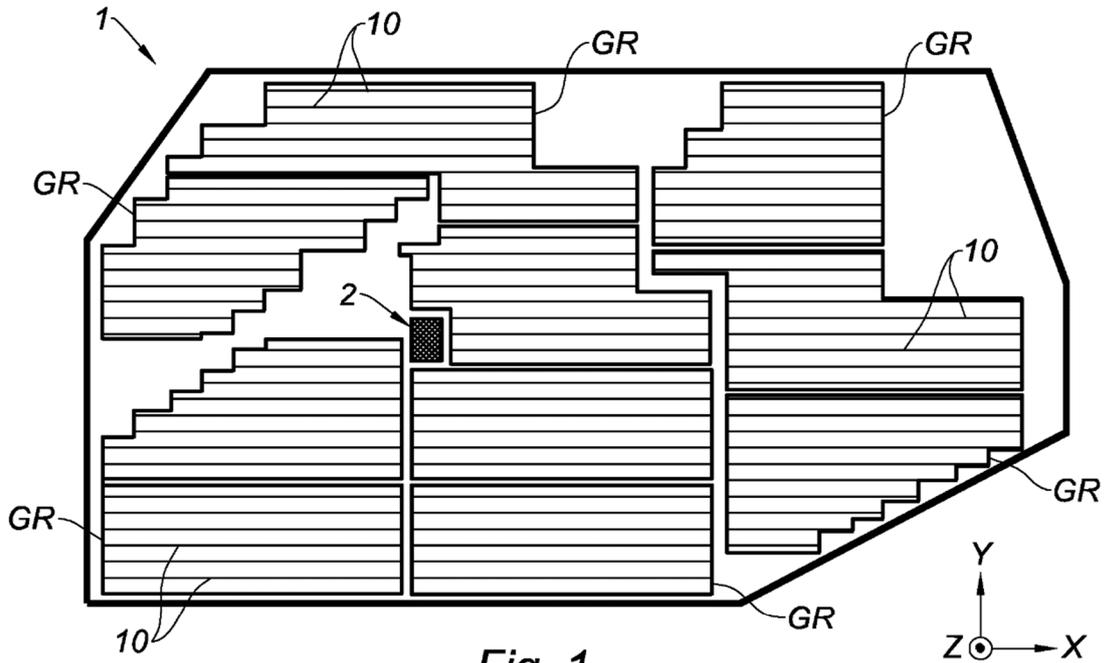


Fig. 1

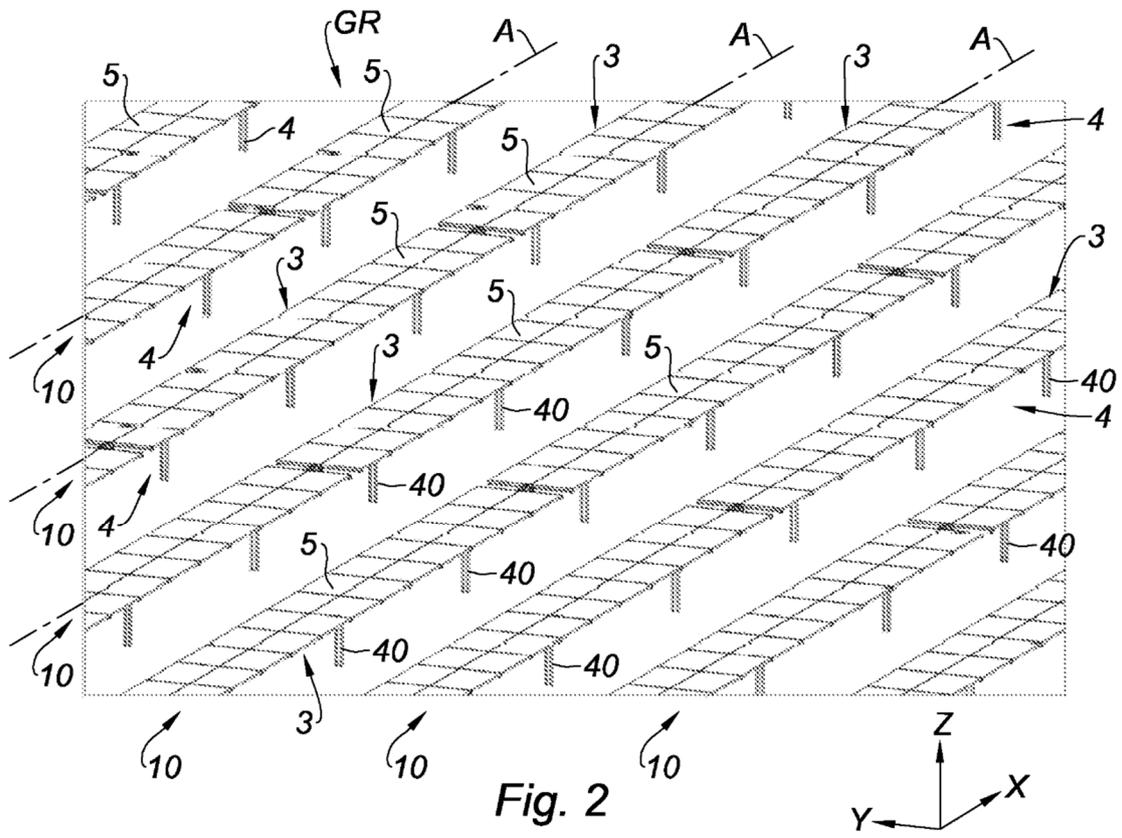
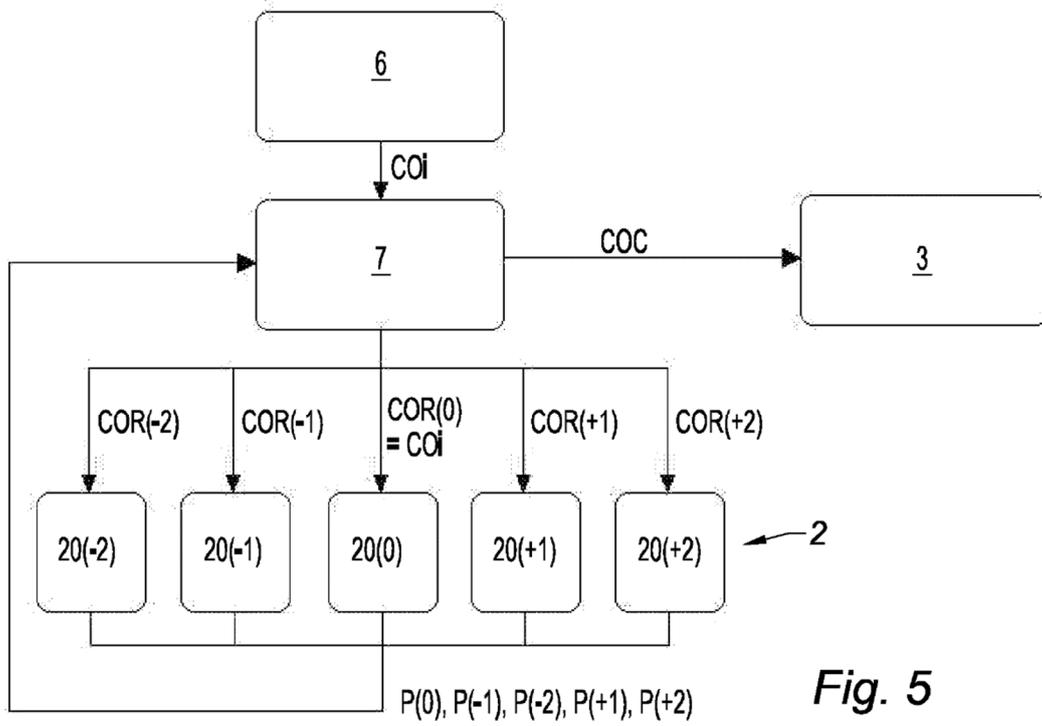
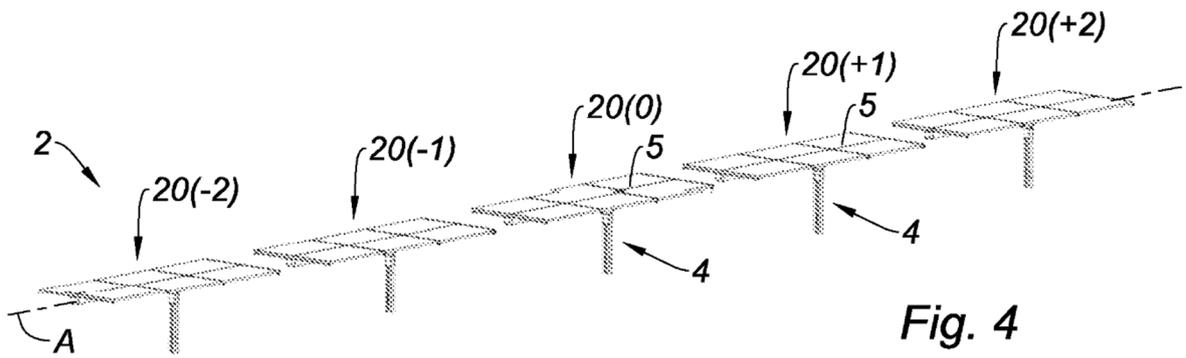
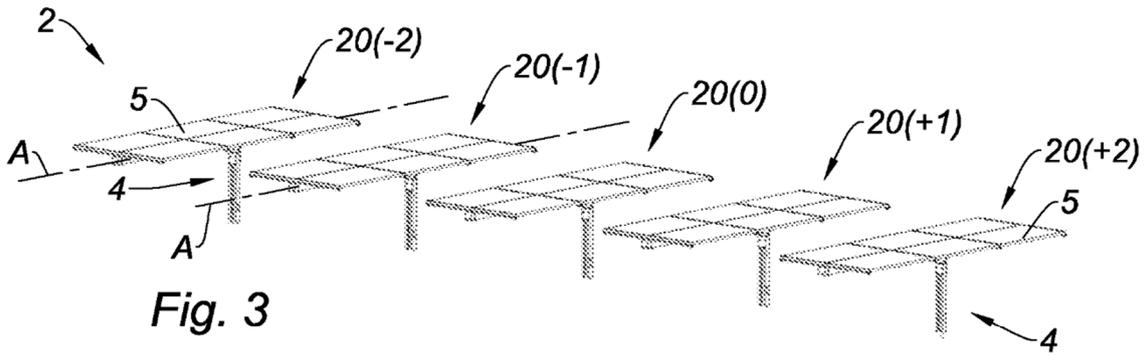


Fig. 2



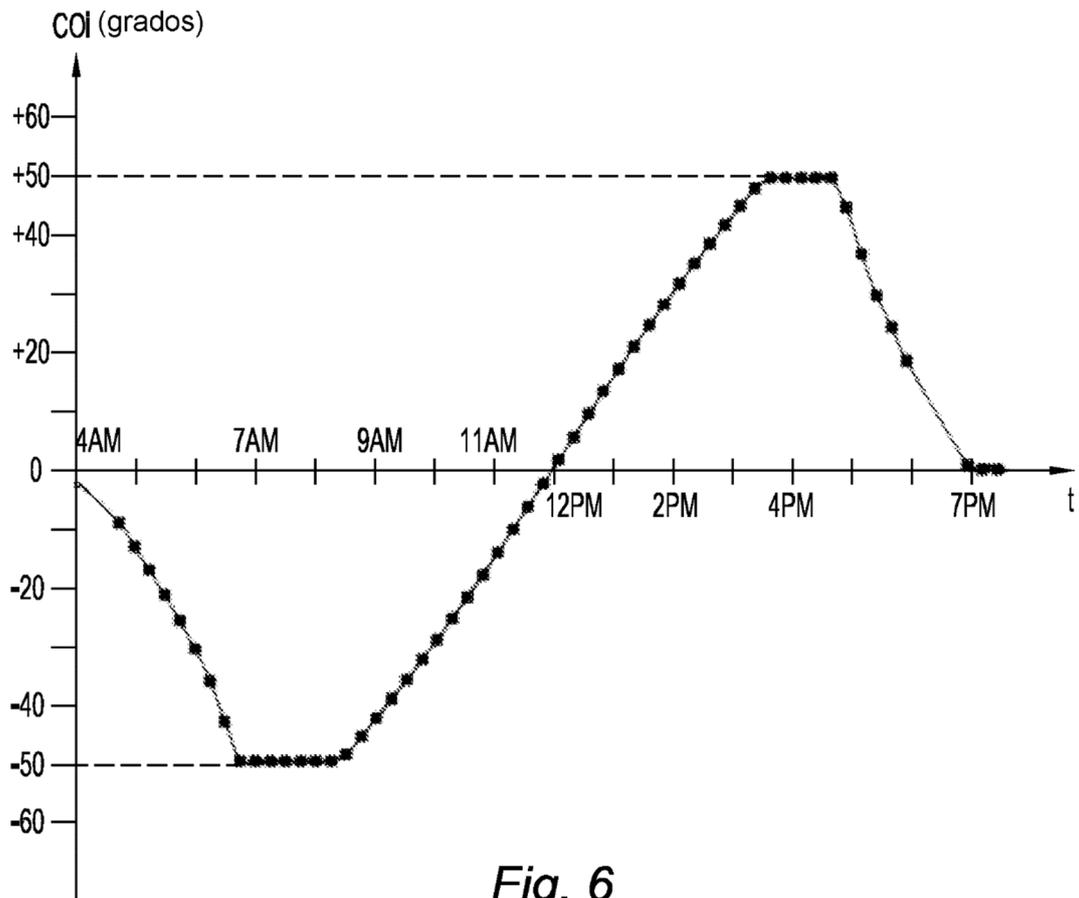


Fig. 6