

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 569**

21 Número de solicitud: 201690043

51 Int. Cl.:

F24J 2/38

(2014.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

17.03.2015

30 Prioridad:

27.03.2014 JP 2014-066793

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.06.2017

71 Solicitantes:

**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.
(100.0%)**

**3-1 Minatomirai 3-chome Nishi-ku
2208401 YOKOHAMA-SHI JP**

72 Inventor/es:

**SHINOZAKI, Kohei;
MARUMOTO, Takahiro;
TADAKUMA, Satoshi y
SHIKATA, Tetsuo**

74 Agente/Representante:

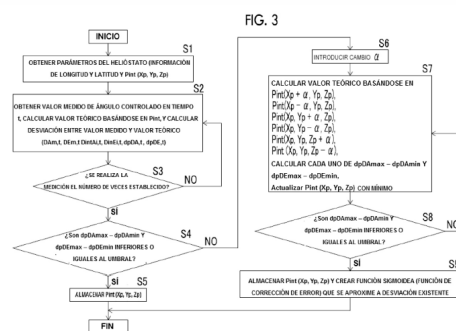
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN DE HELIÓSTATOS Y MÉTODO DE CALIBRACIÓN DE HELIÓSTATOS**

57 Resumen:

Dispositivo de calibración de heliostatos y método de calibración de heliostatos.

Se proporcionan un dispositivo de calibración de heliostatos y un método de calibración de heliostatos que pueden suprimir los aumentos de errores de control dependientes del cambio de tiempo y que pueden reducir la frecuencia de calibración. La presente invención está provista de: una unidad de adquisición de información de la posición inicial que adquiere información de la posición inicial de un heliostato; una unidad de cálculo del valor teórico que calcula a partir de la información de posición inicial del heliostato y de la información de posición del sol un valor teórico que se relaciona con la orientación del heliostato; una unidad de cálculo de la desviación que, utilizando como entrada un valor medido real para la orientación del heliostato, calcula la desviación entre el valor teórico y el valor real medido al menos dos veces al día; y una unidad de calibración de coordenadas que, cuando la desviación supera un valor umbral, calibra las coordenadas del heliostato de tal manera que la desviación se encuentra en o por debajo del valor umbral.



**DISPOSITIVO DE CALIBRACION DE HELIÓSTATOS Y MÉTODO DE
CALIBRACIÓN DE HELIÓSTATOS**

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de calibración y un método de calibración para un helióstato utilizado en un sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre.

Técnica anterior

- 10 En general, un helióstato utilizado en un sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre incluye un espejo reflectante que refleja la luz solar, un poste de soporte que soporta el espejo reflectante, y un dispositivo de accionamiento que inclina el espejo reflectante. Con el fin de concentrar la luz solar en un receptor instalado en la torre, la orientación (ángulo acimutal y el ángulo de elevación) del helióstato se ajusta basándose en una señal de control relacionada con el ángulo de inclinación del espejo reflectante.

- Un principio básico para el control de la orientación del helióstato se describirá mediante el uso de las Figuras 10 y 11. La Figura 10 ilustra una relación entre el ángulo acimutal, el ángulo de elevación, y un vector normal del espejo reflectante. Por lo general un helióstato tiene una configuración en la que al menos un ángulo del ángulo acimutal y del ángulo de elevación (en la mayoría de los casos, tanto el ángulo acimutal como el ángulo de elevación) del vector normal del espejo reflectante se puede cambiar a cualquier ángulo. Por lo tanto, como se ilustra en la Figura 10, si se conoce el vector normal del espejo reflectante, el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del helióstato para concentrar la luz solar sobre el receptor se pueden calcular. El vector normal del espejo reflectante se puede calcular basándose en la ley de reflexión si se conoce el vector de luz incidente y el vector de luz reflejada. En la descripción proporcionada a continuación, el ángulo acimutal y el ángulo de elevación se pueden referir colectivamente como el "ángulo controlado".

- La Figura 11 ilustra un método de cálculo para el vector de luz incidente y el vector de luz reflejada. En primer lugar, el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del sol se pueden calcular basándose en la información de longitud y latitud en una posición donde se instala el helióstato y la información de fecha y hora en cualquier momento (en un período de tiempo en el que el helióstato se desea controlar). Por

lo tanto, el vector de luz incidente se puede obtener mediante la conversión del ángulo acimutal y del ángulo de elevación del sol en un vector. A continuación, las coordenadas tridimensionales de la posición del helióstato (centro del espejo reflectante - punto de partida del vector normal del espejo) y las coordenadas tridimensionales de un punto objetivo (por ejemplo, una superficie de recepción de luz del receptor), que es una diana de la luz reflejada son previamente conocidas en una etapa donde el dispositivo está reflejando un dibujo o en una etapa donde se instala el dispositivo. Por lo tanto, el vector de luz reflejada se puede calcular a partir de una relación de posición entre estos conjuntos de coordenadas tridimensionales.

En lo sucesivo, el ángulo controlado (ángulo acimutal y ángulo de elevación) del helióstato calculado a partir del vector normal obtenido basándose en el vector de luz incidente y el vector de luz reflejada, es decir, el ángulo controlado del helióstato calculado a partir del principio básico anterior, se refiere como "valor teórico". Por otro lado, se hará referencia al ángulo controlado (ángulo acimutal y ángulo de elevación) del helióstato cuando la luz reflejada se concentre realmente en el punto de detención como "valor medido".

La Figura 12 es un gráfico que compara el valor medido y el valor teórico en función del tiempo. Tal como se entiende a partir de la Figura 12, una desviación de, por ejemplo, $+1,5^\circ$ o menos se genera entre el valor medido y el valor teórico en un día por un número de diversos factores, tales como un error tras la fabricación del helióstato y un error en la posición cuando se instala el helióstato. Si la desviación se puede reducir a, por ejemplo, $+0,2^\circ$ o menos mediante la instalación del helióstato con alta precisión o mediante la medición del error de instalación, el helióstato, en teoría, puede irradiar la luz reflejada con la superficie de recepción de luz del receptor en todo tiempo. Sin embargo, una solución que utiliza la precisión de la instalación del helióstato y similares para absorber la desviación da como resultado un largo tiempo de construcción y un enorme coste de construcción y por lo tanto puede no ser una solución realista.

Una tecnología que reduce la desviación mediante la realización de la calibración del helióstato después de que se conoce instalación (por ejemplo, hacer referencia a PTL 1). En PTL 1, la luz reflejada tras realizar la calibración se concentra en una pluralidad de puntos objetivos tales como cámaras dispuestas en un campo, y la posición del helióstato a ajustar se estima a partir de la desviación entre el valor medido y el valor teórico en ese momento. De acuerdo con PTL 1,

debido a que no se requiere una instalación de alta precisión o medición de error de instalación, la duración del tiempo de construcción y los costes de construcción se pueden reducir.

Lista de citas

- 5 Literatura de Patente
 [PTL 1] Patente de Estados Unidos n.º 7.994.459

Sumario de la invención

Problema técnico

- 10 Sin embargo, en la tecnología divulgada en PTL 1 (en adelante, referida como una técnica del arte relacionado), solo la desviación entre el valor medido y el valor teórico relacionados con un intervalo de tiempo de un día en el que se realiza la calibración se pueden corregir. Esto se describirá en detalle mediante el uso de la Figura 13. La Figura 13 es un diagrama que compara el valor medido, el valor teórico basándose en el principio básico anterior, y un valor teórico en un caso de
- 15 realizar la calibración utilizando la técnica del arte relacionado. Como se ilustra en la Figura 13, si se utiliza la técnica del arte relacionado, un valor de medición L11 coincide bastante bien con un valor teórico L13 de la técnica del arte relacionado en un intervalo de tiempo en el que se realiza la calibración. Sin embargo, la desviación entre el valor medido L11 y el valor teórico L13 de la técnica del arte
- 20 relacionado es grande en otros intervalos de tiempo, y una situación en la que la desviación es mayor que la desviación entre el valor medido L11 y un valor teórico L12 pueden ser resultado de acuerdo con un intervalo de tiempo. Como tal, en PTL 1, es difícil concentrar de forma fiable la luz reflejada desde el helióstato en el receptor durante un largo periodo de tiempo, lo que plantea el problema de que el
- 25 número de calibraciones aumenta a fin de concentrar de forma fiable la luz solar en el receptor.

- La presente invención está concebida en vista del problema anterior, y un objeto de la misma es proporcionar un dispositivo de calibración y un método de calibración para un helióstato capaz de reducir el número de calibraciones y
- 30 concentrar la luz solar en un receptor durante un largo periodo de tiempo.

Solución al Problema

- Con el fin de lograr el objeto anterior, de acuerdo con la presente invención, un dispositivo de calibración para un helióstato que refleja la luz solar hacia un receptor siguiendo el sol incluye una unidad de obtención de información de la
- 35 posición inicial que obtiene información de la posición inicial del helióstato, una

unidad de cálculo del valor teórico que calcula un valor teórico en relación con la orientación del helióstato a partir de la información de posición inicial del helióstato y la información de posición del sol, una unidad de cálculo de la desviación que obtiene un valor medido de la orientación del helióstato como una entrada y calcula la desviación entre el valor teórico y el valor medido al menos en dos momentos del día, y una unidad de calibración de coordenadas que calibra, en un caso donde la desviación supera un umbral, las coordenadas del helióstato con las coordenadas en las que la desviación es inferior o igual al umbral.

Con el fin de lograr el objeto anterior, de acuerdo con la presente invención, un método de calibración para un helióstato que refleja la luz solar hacia un receptor siguiendo el sol incluye una etapa de obtener información de la posición inicial del helióstato, una etapa de calcular un valor teórico relacionado a la orientación del helióstato a partir de la información de posición inicial del helióstato y la información de posición del sol, una etapa de obtener un valor medido de la orientación del helióstato como una entrada y calcular la desviación entre el valor teórico y el valor medido al menos en dos momentos del día, y una etapa de calibración, en un caso donde la desviación supera un umbral, de las coordenadas del helióstato con las coordenadas en las que la desviación es inferior o igual al umbral.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, el número de calibraciones se puede reducir, y la luz del sol se puede concentrar en un receptor durante un largo periodo de tiempo. Problemas, configuraciones y efectos distintos de los descritos anteriormente se harán evidentes a partir de una realización que se describe a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de configuración de la totalidad de un sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre al que se aplica la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de calibración de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de calibración de un helióstato.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra los detalles de la Etapa S1 a la Etapa S3 de la Figura 3. En la Figura 4, a la izquierda, se representa junto los cuatro

puntos cardinales, una vista superior del sistema de recogida de energía térmica solar tipo torre.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra los detalles de la Etapa S1 a la Etapa S3 de la Figura 3.

5 La Figura 6 es un diagrama que ilustra los detalles de la Etapa S4 de la Figura 3.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra los detalles de la Etapa S6 a la Etapa S8 de la Figura 3.

10 La Figura 8 es un diagrama que ilustra un efecto en un caso de realizar la calibración de acuerdo con la presente invención en comparación con un estado inicial.

La Figura 9 es un diagrama que ilustra los detalles de la Etapa S9 de la Figura 3.

15 La Figura 10 es un diagrama que ilustra un principio básico para controlar el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del helióstato.

La Figura 11 es un diagrama que ilustra un principio básico para controlar el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del helióstato.

La Figura 12 es un diagrama que ilustra una relación entre un valor teórico y un valor medido del helióstato.

20 La Figura 13 es un diagrama que ilustra cambios en el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del helióstato en un caso de realizar la calibración de acuerdo con una técnica del arte relacionado.

25 La Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento cuando el helióstato se calibra con separación entre el ángulo acimutal y el ángulo de elevación.

Descripción de las realizaciones

30 En lo sucesivo, una realización de la presente invención se describirá mediante el uso de los dibujos. La Figura 1 es un diagrama de configuración de la totalidad de un sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre al que se aplica un dispositivo de calibración de un helióstato de acuerdo con la realización de la presente invención, y la Figura 2 es un diagrama de bloques del dispositivo de calibración de un helióstato de acuerdo con la realización de la presente invención.

35 Como se ilustra en la Figura 1, un sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre (1) tiene una configuración que refleja la luz incidente (5) que incide de un sol (4) como la luz reflejada (8) utilizando un espejo reflectante (7)

instalado en un helióstato (6) que sigue el sol (4) y concentra la luz reflejada (8) en una superficie de recepción de luz de un receptor (10) instalado en una porción superior de una torre (9). Si bien el sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre en la presente realización es un denominado sistema orientado al sur en el que el helióstato (6) se dispone en el lado sur del receptor (10) (véase Figura 4), la presente invención no se limita a este sistema.

El helióstato (6) se configura a partir de un poste de soporte (11) que se instala de manera fija en el suelo, el espejo reflectante (7) que se dispone para inclinarse libremente por encima del poste de soporte (11), y un dispositivo de accionamiento (13) que ajusta el ángulo de inclinación (orientación) del espejo reflectante (7) basándose en una señal de control (12). Un dispositivo de control (dispositivo de calibración) (2) del helióstato (6) calibra las coordenadas tridimensionales del helióstato (6) mediante la realización de un cálculo que se describe más adelante basándose en la información de imagen, la información de intensidad de la luz y la información de temperatura de un dispositivo de observación (15) del receptor que observa el receptor (10) y funciona como un terminal de salida de información de punto de detención (30) y basándose en una instrucción de información geométrica, una instrucción de calibración e información de instrucción de irradiación de un terminal de salida de información de instrucción (35). El dispositivo de control (2) emite la señal de control (12) que es una instrucción de accionamiento al dispositivo de accionamiento (13) del helióstato (6). El dispositivo de accionamiento (13) controla el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del espejo reflectante (7) basándose en la señal de control (12).

Como se ilustra en la Figura 2, el dispositivo de control (2) se configura para incluir principalmente una unidad de determinación de información de instrucción (41), una unidad de almacenamiento de información de posición (42), una unidad de cálculo de valor de instrucción (43), una unidad de detección de irradiación automática (44), una unidad de almacenamiento de información de irradiación (45), una unidad de ajuste de información de posición (46), una unidad de creación de función de corrección de tiempo (47), y una unidad de almacenamiento de función de corrección de tiempo (48). Cada función de una unidad de obtención de información de posición inicial, una unidad de cálculo del valor teórico, una unidad de cálculo de la desviación, y una unidad de calibración de coordenadas de la presente invención se realiza por una CPU, no representada, del dispositivo de control (2).

La unidad de determinación de información de instrucción (41) obtiene la instrucción de información geométrica (helióstato diana, información de posición de instalación, e información de longitud y latitud), la instrucción de calibración (helióstato diana, número de mediciones), y la información de instrucciones de irradiación (helióstato diana, información de fecha y hora de irradiación) desde el terminal de salida de información de instrucción (35) como una entrada y emite la información de fecha y hora de instrucción de irradiación a la unidad de cálculo del valor de instrucción (43), emite la instrucción de calibración a la unidad de detección de irradiación automática (44), y almacena información de la posición de instalación y la información de longitud y latitud en la unidad de almacenamiento de información de posición (42).

La unidad de detección de irradiación automática (44) emite la información de posición (valor de instrucción) del helióstato después de la calibración al dispositivo de accionamiento (13) basándose en la información de imagen, la información de intensidad de luz, y la entrada de información de temperatura desde el terminal de salida de información del punto de detención (30) y la entrada de la instrucción de calibración de la unidad de determinación de información de instrucción (41).

La unidad de detección de irradiación automática (44) almacena la información de fecha y hora y la información del valor de instrucción en la unidad de almacenamiento de información de irradiación (45). La unidad de ajuste de información de posición (46) lee la información de fecha y hora y la información del valor de instrucción almacenada en la unidad de almacenamiento de información de irradiación (45) basándose en la salida de la unidad de detección de irradiación automática (44) e instruye a la unidad de creación de función de corrección de tiempo (47) a crear una función de corrección de tiempo. En este punto, los datos se leen y escriben, diversos cálculos, y similares se realizan entre la unidad de ajuste de información de posición (46) y la unidad de almacenamiento de información de posición (42).

La unidad de creación de función de corrección de tiempo (47) crea la función de corrección de tiempo utilizando una función de corrección de error descrita más adelante y almacena la función de corrección de tiempo en la unidad de almacenamiento de función de corrección de tiempo (48). La unidad de cálculo del valor de instrucción de (43) calcula el valor de instrucción del ángulo controlado del helióstato (6) basándose en la información de fecha y hora de la instrucción de

irradiación de la unidad de información de determinación de instrucción (41), la información de posición de instalación y la información de longitud y latitud almacenada en la unidad de posición de almacenamiento de información (42), y la función de corrección de tiempo almacenada en la unidad de almacenamiento de la
 5 función de corrección de tiempo (48) y emite el valor de instrucción al dispositivo de accionamiento (13) del helióstato (6).

A continuación, se describirán los detalles de calibración realizados por el dispositivo de control (2). La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra los detalles de un procedimiento de calibración realizado por el dispositivo de control (2). El
 10 siguiente proceso se realiza un número de veces correspondientes al número de helióstatos (6).

En primer lugar, el dispositivo de control (2) obtiene los parámetros del helióstato (6) en la Etapa S1. En concreto, el dispositivo de control (2) obtiene información de longitud y latitud del helióstato (6) y las coordenadas
 15 tridimensionales (X_p , Y_p , Z_p) de una posición de ajuste inicial Pint del helióstato (6) con las coordenadas tridimensionales del punto de detención que es la diana de la luz reflejada del helióstato (6) como el origen. La información obtenida en la Etapa S1 son datos en un diseño. El punto de detención puede no establecerse necesariamente como el origen si el vector de luz reflejada se puede calcular.

A continuación, el dispositivo de control (2) calcula un valor teórico, basándose en Pint y el valor medido del ángulo controlado del helióstato (6) en un tiempo t y realiza un proceso de cálculo de la desviación entre el valor medido y el valor teórico (Etapa S2) un número de veces de manera que el tiempo t se establece (Etapa S3). Los procesos de la Etapa S2 y Etapa S3 se describirán en
 25 detalle mediante el uso de las Figuras 4 y 5. Cuando se realiza la calibración del helióstato (6), un momento t_s de paso por la línea de meridiano del helióstato (6) se establece en el momento en el que el ángulo acimutal formado por el espejo reflectante (7) del helióstato (6), un punto de detención (18), y el sol (4), a la fecha y hora de calibración es igual a 0° .

Teniendo en cuenta que la duración de tiempo desde el amanecer hasta t_s es un tiempo T_F y la duración de tiempo desde t_s hasta el atardecer es un tiempo T_L , un valor medido $D_{am,t}$ y un valor teórico $D_{intAi,t}$ de un ángulo acimutal DA del helióstato (6) que concentra luz en el punto de detención (18) y una desviación del ángulo acimutal $dp_{DA,t}$ se calculan al menos en dos o más momentos a lo largo de
 35 un día y de manera deseable en cada tiempo de uno o más momentos en cada uno

del tiempo t_F y el tiempo t_L como se ilustra en la Figura 5. Del mismo modo, un valor medido $DE_{m,t}$ y un valor teórico $D_{intEi,t}$ de un ángulo de elevación DE del helióstato (6) que concentra luz en el punto de detención (18) y una desviación del ángulo de elevación $dp_{DE,t}$ se calculan. En un caso, por ejemplo, donde un

5 momento se encuentra en cada uno del tiempo t_F y el tiempo t_L (dos momentos en total), el número ajustes en la Etapa S3 es dos, y el dispositivo de control (2) realiza el proceso de la Etapa S2 dos veces.

La razón por que la desviación se calcula de manera deseable a partir del valor medido y del valor teórico en uno o más momentos antes y después del

10 momento t_s de paso por la línea de meridiano es que la desviación entre el valor medido y el valor teórico antes del momento t_s de paso por la línea de meridiano se invierte después del momento t_s de paso por la línea de meridiano. Es decir, debido a que las desviaciones entre los valores medidos y los valores teóricos del ángulo acimutal y del ángulo de elevación antes del momento t_s se invierten después del

15 momento t_s como se ilustra en la Figura 12, realizando la calibración del helióstato (6) mediante la obtención de la desviación entre el valor medido y el valor teórico antes y después del momento t_s de paso por la línea de meridiano permite que la luz reflejada del helióstato (6) se concentre en la superficie de recepción de luz del receptor (10) que recibe, que es el punto de detención, durante un período de

20 tiempo más largo. Las Figuras 12A y 12C muestran sendos gráficos en donde el eje de ordenadas representa, respectivamente, los distintos valores del ángulo acimutal y del ángulo de elevación (en grados sexagesimales); el eje de abscisas representa los distintos instantes de tiempo; en estos gráficos se representa una curva L8, correspondiente al valor medido, y otra curva, L9, correspondiente al valor teórico;

25 el punto de intersección de ambas curvas L8 y L9 corresponde al instante t_s . Las Figuras 12B y 12D muestran sendos gráficos en donde el eje de ordenadas representa los valores de desviación de ángulo (en grados sexagesimales) entre valor medido y valor teórico, y el eje de abscisas representa los distintos instantes de tiempo; la curva L10 representa la desviación entre valor medido y valor teórico, donde puede observarse que dicha desviación es cero en el instante t_s . La Figura

30 13 muestra unas gráficas, análogas a las de la Figura 12, en donde además de una curva L11 correspondiente al valor medido y una curva L12 correspondiente al valor teórico, se ha representado otra curva L13 correspondiente a los valores obtenidos de acuerdo con la técnica del arte relacionado; asimismo, se resalta un intervalo de

35 tiempo, Δt , después de la calibración. En las gráficas inferiores de la Figura 13 se

representan las curvas L14 de desviación entre valor medido y valor teórico y L15 de desviación entre valor medido y el valor según la técnica del arte relacionado.

A continuación, el dispositivo de control (2) determina si cada desviación del ángulo acimutal DA y del ángulo de elevación DE del helióstato (6) es inferior o
 5 igual a un umbral en la Etapa S4. Específicamente, como se ilustra en la Figura 6, un valor máximo $dpDA_{max}$ y un valor mínimo $dpDA_{min}$ de la desviación del ángulo acimutal $dpDA_t$ y un valor máximo $dpDE_{max}$ y un valor mínimo $dpDE_{min}$ de la desviación del ángulo de elevación $dpDE_t$ se restan, y se realiza una determinación de si las diferencias ($dpDA_{max} - dpDA_{min}$) y ($dpDE_{max} - dpDE_{min}$) son inferiores o
 10 iguales a un umbral previamente establecido. Si las diferencias son inferiores o iguales al umbral (Sí en S4), el dispositivo de control (2) almacena Pint (X_p, Y_p, Z_p) en una memoria (Etapa S5) y termina cálculo.

Mientras tanto, se realiza una transición al proceso de S6 y los procesos posteriores en un caso donde las diferencias exceden el umbral. Un método de
 15 estimación de la posición del helióstato (6), aunque hay varios métodos, por ejemplo, obtiene una constante de ancho de paso (cambio) α como entrada, prepara seis parámetros de ($X_p + \alpha, Y_p, Z_p$), ($X_p - \alpha, Y_p, Z_p$), ($X_p, Y_p + \alpha, Z_p$), ($X_p, Y_p - \alpha, Z_p$), ($X_p, Y_p, Z_p + \alpha$), y ($X_p, Y_p, Z_p - \alpha$) que incluyen la constante de ancho de paso, y obtiene el Pint (X_p, Y_p, Z_p) para el que la diferencia ($dpDA_{max} - dpDA_{min}$) y la diferencia ($dpDE_{max} - dpDE_{min}$) son inferiores o iguales al umbral y
 20 son el mínimo del valor teórico calculado basándose en el valor medido y los seis parámetros (Etapa S6 a Etapa S8).

Los procesos de la Etapa S6 a la Etapa S8 se ilustran en la Figura 7. Como se comprenderá a partir de Figura 7, si se cambia la información de posición (X_p, Y_p, Z_p) del helióstato (6), el valor teórico cambia en consecuencia (cambia el
 25 gráfico del valor teórico en un día). Nuevas coordenadas del helióstato (6) se calibran con las coordenadas (X_p, Y_p, Z_p) del helióstato (6) donde el valor teórico coincide con el valor medido también en el gráfico, y las coordenadas (X_p, Y_p, Z_p) se utilizan para controlar helióstato (6). Las coordenadas iniciales del helióstato (6) se calibran con las coordenadas (x_2, y_2, z_2) en el ejemplo de la Figura 7. La gráfica superior de la Figura 7 representa en el eje de ordenadas los diferentes valores del ángulo controlado (en grados sexagesimales) y en el eje de abscisas los diferentes instantes en el tiempo; se representan cuatro curvas, en donde L1 representa el valor medido del ángulo; L2 representa el valor teórico respecto a la información de
 30 posición predeterminada; y L3 y L4 representan diferentes valores teóricos respecto

a la información de posición asumida. Por su parte, la gráfica inferior de la Figura 7 representa en el eje de ordenadas la desviación respecto al valor medido (en grados sexagesimales) y en el eje de abscisas los diferentes instantes de tiempo; se representan tres curvas, en donde L5 representa la desviación respecto a la información de posición, y; L6 y L7 representan diferentes desviaciones respecto a la información de posición asumida; en esta gráfica inferior de la Figura 7 se observa que el valor teórico basado en información de posición asumida (x_2 , y_2 , z_2) coincide con el valor teórico con una pequeña desviación, d.

La Figura 8 ilustra una comparación entre las diferencias ($dpDA_{max} - dpDA_{min}$) y ($dpDE_{max} - dpDE_{min}$) calculadas basándose en la posición de ajuste inicial del helióstato (6) y las diferencias ($dpDA_{max} - dpDA_{min}$) y ($dpDE_{max} - dpDE_{min}$) después de que se realizan los procesos de la Etapa S6 a la Etapa S8. Como se ilustra en la Figura 8, la amplitud de la desviación en caso de cambiar la posición del helióstato (6) mediante la realización de los procesos de la Etapa S6 a la Etapa S8 se entiende que es más pequeña que la amplitud de la desviación basada en la posición inicial en un día. Esto significa que el error en el control del helióstato (6) debido al cambio temporal se reduce mediante la realización de calibración de acuerdo con la presente invención.

A continuación, el dispositivo de control (2), en S9, almacena Pint (X_p , Y_p , Z_p) con la que las diferencias mencionadas anteriormente son las mínimas en la memoria y crea la función de corrección de error con el fin de corregir la desviación restante. La Figura 9 es un diagrama que ilustra la función de corrección de error creada en S9. Se sabe que el error en el ángulo controlado del helióstato (6) se genera simétricamente cerca del momento en que el sol pasa por la línea de meridiano. Por lo tanto, se crea la función de corrección de errores para coincidir correctamente con respecto al error también. Por ejemplo, una función sigmoidea que cambia alrededor de la línea de meridiano y cambia en el valor máximo y en el valor mínimo del error restante se considera. La función sigmoidea es una función que se puede crear si dos puntos se fijan en un día, a diferencia de un polinomio. Por lo tanto, la desviación se puede corregir mediante la realización de la medición del valor medido al menos dos veces.

Tal y como ya se ha comentado, la Figura 10 ilustra una relación entre el ángulo acimutal, el ángulo de elevación, y un vector normal del espejo reflectante. En esta Figura 10, se representa en la parte superior izquierda y a modo esquemático, una vista superior del helióstato (6), en donde puede apreciarse el

vector normal, $\mathbf{n}$, del espejo reflectante (7), y el rango de variación del control del ángulo acimutal, C_{az} ; en la parte inferior izquierda de la Figura 10, se representa a modo esquemático una vista lateral del helióstato (6), con el rango de variación del control del ángulo de elevación, C_{elev} ; por último, en la parte derecha de la Figura 10 se representa el espejo reflectante (7), con el vector de luz incidente (5), y el vector de luz reflejada (8), inclinados respectivamente un ángulo θ con respecto al vector normal, $\mathbf{n}$, del espejo reflectante (7).

Como también se ha comentado anteriormente, la Figura 11 sirve de base para describir un método de cálculo, mediante ángulo controlado, del vector de luz incidente (5) y del vector de luz reflejada (8), así como del vector normal, $\mathbf{n}$, del espejo reflectante (7). En primer lugar, el ángulo acimutal y el ángulo de elevación del sol (4) se pueden calcular basándose en la información de longitud y latitud en una posición donde se instala el helióstato (6) y la información de fecha y hora en cualquier momento (en un período de tiempo en el que el helióstato se desea controlar). Por lo tanto, el vector de luz incidente (5) se puede obtener mediante la conversión del ángulo acimutal y del ángulo de elevación del sol (4) en un vector. A continuación, las coordenadas tridimensionales (X_p , Y_p , Z_p) de la posición del helióstato (6) (centro del espejo reflectante 7 - punto de partida del vector normal, $\mathbf{n}$, del espejo) y las coordenadas tridimensionales ((a , b , c) u origen (0, 0, 0)) de un punto objetivo (10) (por ejemplo, una superficie de recepción de luz del receptor), que es una diana de la luz reflejada son previamente conocidas en una etapa donde el dispositivo está reflejando un dibujo o en una etapa donde se instala el dispositivo. Por lo tanto, el vector de luz reflejada (8) se puede calcular a partir de una relación de posición entre estos conjuntos de coordenadas tridimensionales.

Como se ha descrito hasta ahora, la información de posición del helióstato (6) con la que la desviación entre el valor medido y el valor teórico es inferior o igual al umbral al menos en dos o más momentos se puede almacenar mediante la realización de la calibración en la presente realización. Por lo tanto, el error en el control del helióstato (6) se puede reducir, y la luz solar se puede concentrar en la superficie de recepción de luz del receptor (10) durante un largo periodo de tiempo. Es decir, una vez que se realiza la calibración, es poco probable que la luz solar se desplace desde el receptor (10) durante un largo periodo de tiempo. Si la es poco probable que la luz solar se desplace del receptor (10), el número de calibraciones se puede reducir. Por lo tanto, el esfuerzo de calibración se puede disminuir de manera significativa.

La presente invención no se limita a la realización anterior e incluye diversos ejemplos de modificación. Por ejemplo, la realización anterior se describe en detalle con el fin de describir la presente invención en una forma fácilmente comprensible, y la presente invención no se limita necesariamente a una realización que incluya

5 todas las configuraciones descritas. Cada una de las configuraciones, funciones, unidades de procesamiento, medios de procesamiento y similares descritos anteriormente pueden realizarse, parcial o totalmente, con un hardware y, por ejemplo, se pueden diseñar mediante el uso de un circuito integrado. Cada una de las configuraciones, funciones, y similares descrita anteriormente se pueden

10 realizar mediante software, de tal manera que un procesador interpreta y ejecuta programas realizando cada función. La información concerniente a los programas, tablas, archivos y similares que realizan cada función se puede almacenar en un dispositivo de almacenamiento tal como una memoria, un disco duro o un disco SSD o en un medio de grabación tal como una tarjeta IC, una tarjeta SD, o un DVD.

15 El dispositivo de calibración de acuerdo con la presente invención se puede aplicar a diversos sistemas de recogida de energía térmica solar tal como uno de tipo Fresnel, además del sistema de recogida de energía térmica solar de tipo torre.

El dispositivo de control (2) de acuerdo con la realización de la presente invención puede realizar la calibración con la separación entre el ángulo acimutal y

20 el ángulo de elevación del helióstato (6) como se ilustra en la Figura 14 en lugar del procedimiento de calibración que se ilustra en la Figura 3. Es decir, como se ilustra en la Figura 14, el dispositivo de control (2) crea la información de posición y la función sigmoidea relacionada con el ángulo acimutal del helióstato (6) en S101 a S109 y crea la información de posición y la función sigmoidea relacionada con el

25 ángulo de elevación del helióstato (6) en S111 a S119. El mismo efecto que la realización anterior se puede lograr de esta manera también.

Lista de signos de referencia

- 2 DISPOSITIVO DE CONTROL (DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN)
- 4 SOL
- 30 10 RECEPTOR
- 41 UNIDAD DE DETERMINACIÓN DE INFORMACIÓN DE INSTRUCCIÓN
(UNIDAD DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE POSICIÓN INICIAL)
- 42 UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACION DE POSICIÓN
- 43 UNIDAD DE CÁLCULO DEL VALOR DE INSTRUCCIÓN
- 35 44 UNIDAD DE DETECCIÓN DE IRRADIACIÓN AUTOMÁTICA,

- 45 UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN DE IRRADIACIÓN
- 46 UNIDAD DE AJUSTE DE INFORMACIÓN DE POSICIÓN
- 47 UNIDAD DE CREACIÓN DE FUNCIÓN DE CORRECCIÓN DE TIEMPO
- 5 48 UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE FUNCIÓN DE CORRECCIÓN DE TIEMPO
- ts MOMENTO DE PASO POR LÍNEA DE MERIDIANO

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de calibración para un helióstato que refleja la luz solar hacia un receptor siguiendo el sol, comprendiendo el dispositivo:
 - 5 una unidad de obtención de información de la posición inicial que obtiene información de la posición inicial del helióstato;
una unidad de cálculo del valor teórico que calcula un valor teórico en relación con la orientación del helióstato a partir de la información de posición inicial del helióstato y la información de posición del sol;
 - 10 una unidad de cálculo de la desviación que obtiene un valor medido de la orientación del helióstato como una entrada y calcula la desviación entre el valor teórico y el valor medido al menos en dos momentos del día; y
una unidad de calibración de coordenadas que calibra, en un caso donde la desviación supera un umbral, las coordenadas del helióstato con las coordenadas en las que la desviación es inferior o igual al umbral.
 - 15
2. El dispositivo de calibración para un helióstato de acuerdo con la reivindicación 1,
en el que cuando el momento en el que el ángulo acimutal formado por el helióstato, el receptor, y el sol es igual a 0° es un momento de paso por la línea de meridiano, la unidad de cálculo de la desviación calcula la desviación en cada uno de uno o más momentos antes de y después del momento de paso por la línea de meridiano.
 - 20
3. El dispositivo de calibración para un helióstato de acuerdo con la reivindicación 2,
en el que la unidad de calibración de coordenadas calibra las coordenadas del helióstato con las coordenadas en las que la desviación es inferior o igual al umbral y es un mínimo.
 - 25
 - 30
4. El dispositivo de calibración para un helióstato de acuerdo con la reivindicación 2,
en el que la unidad de calibración de coordenadas calibra las coordenadas del helióstato para cada ángulo acimutal y cada ángulo de elevación del helióstato.
 - 35
5. Un método de calibración para un helióstato que refleja la luz solar hacia un

receptor siguiendo el sol, comprendiendo el método:

una etapa de obtener información de la posición inicial del helióstato;

una etapa de calcular un valor teórico en relación con la orientación del helióstato a partir de la información de posición inicial del helióstato y la información

5 de posición del sol;

una etapa de obtener un valor medido de la orientación del helióstato como una entrada y calcular la desviación entre el valor teórico y el valor medido al menos en dos momentos del día; y

10 una etapa de calibrar, en un caso donde la desviación supera un umbral, las coordenadas del helióstato con las coordenadas en las que la desviación es inferior o igual al umbral.

FIG. 1

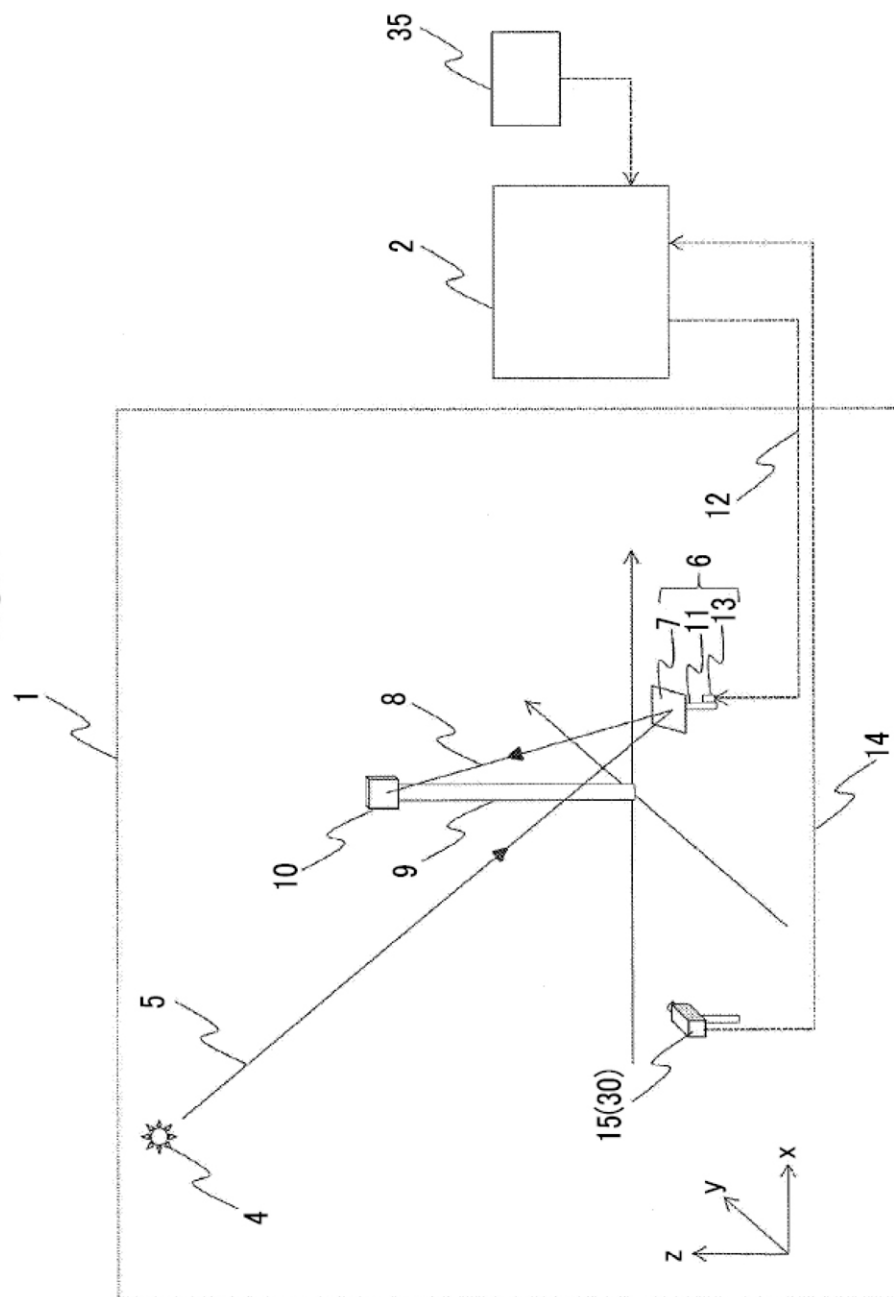


FIG. 2

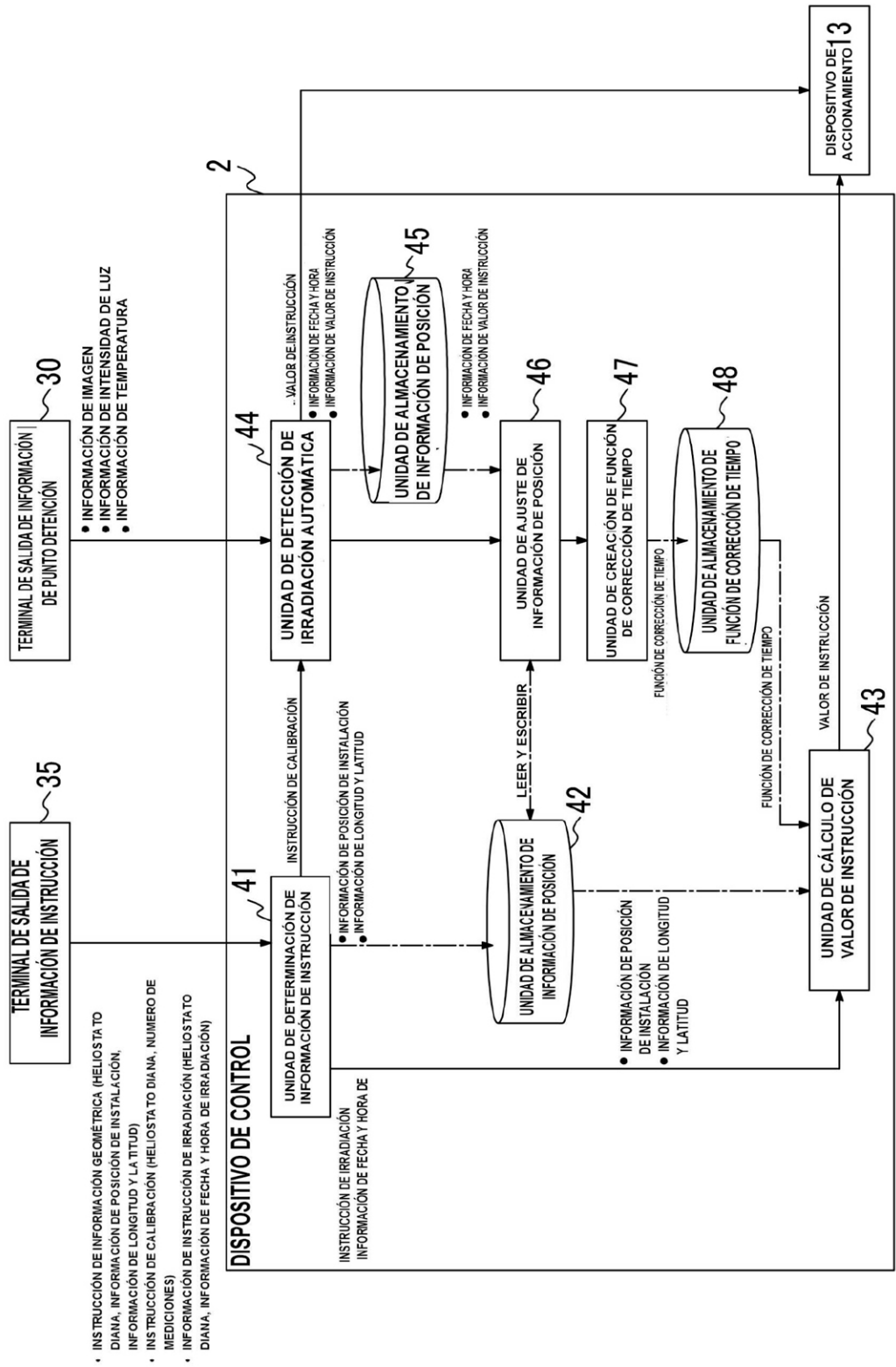


FIG. 3

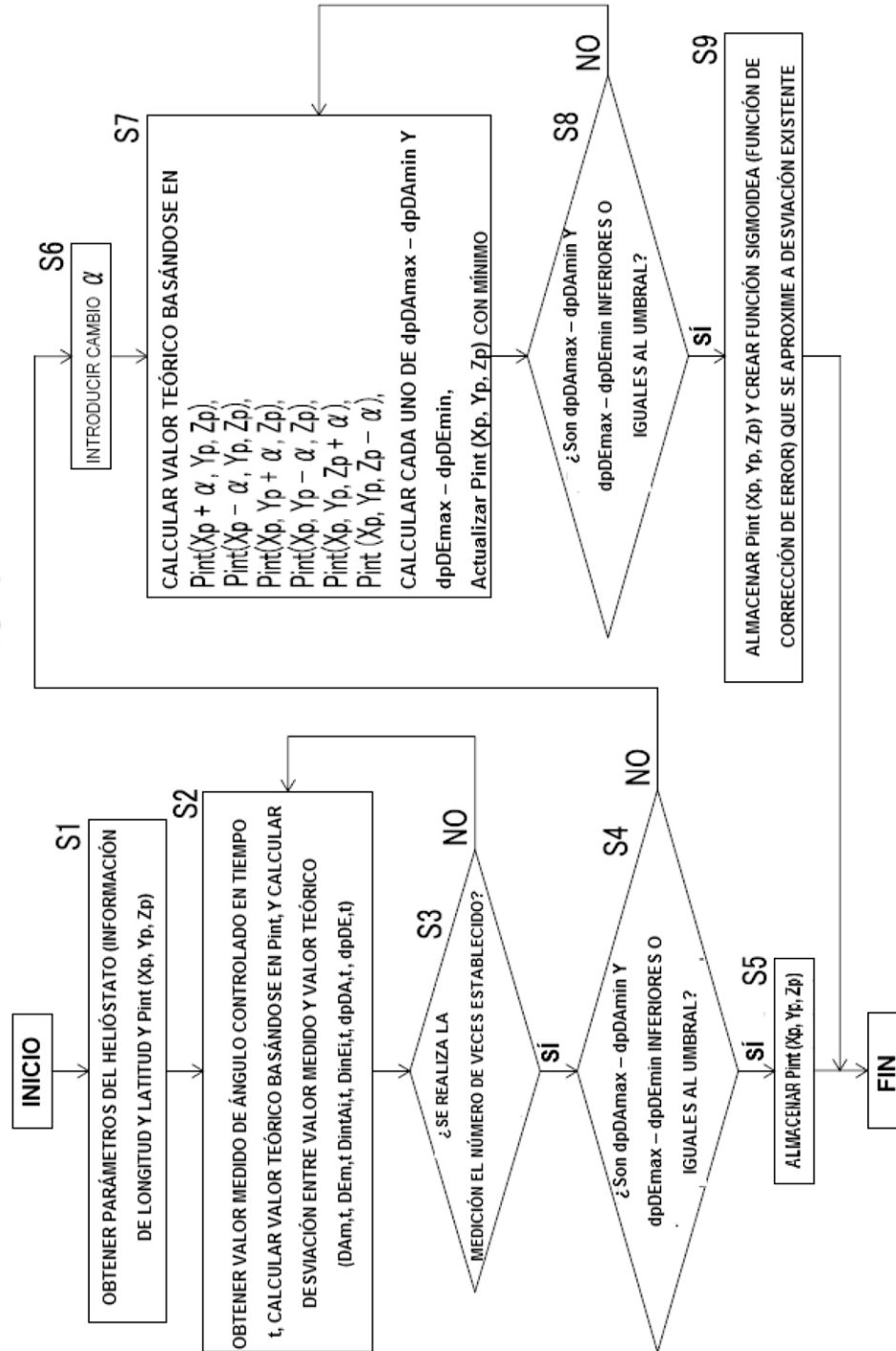


FIG. 4

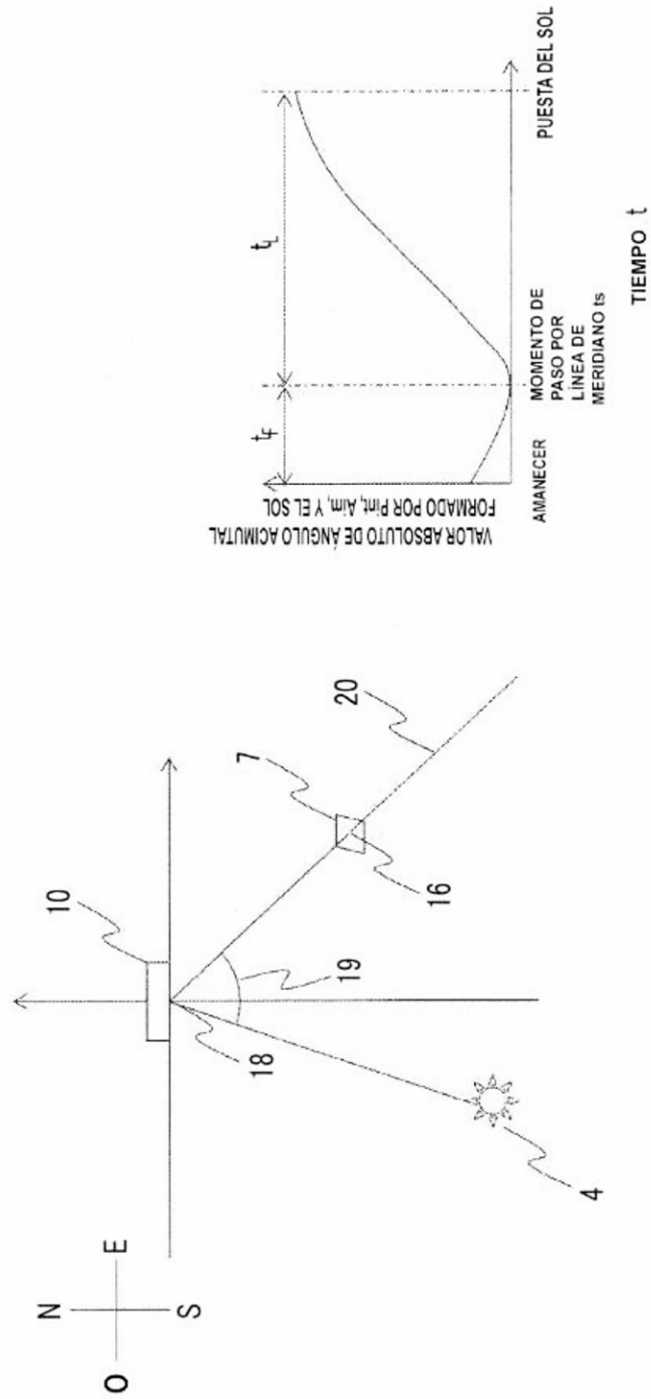


FIG. 5

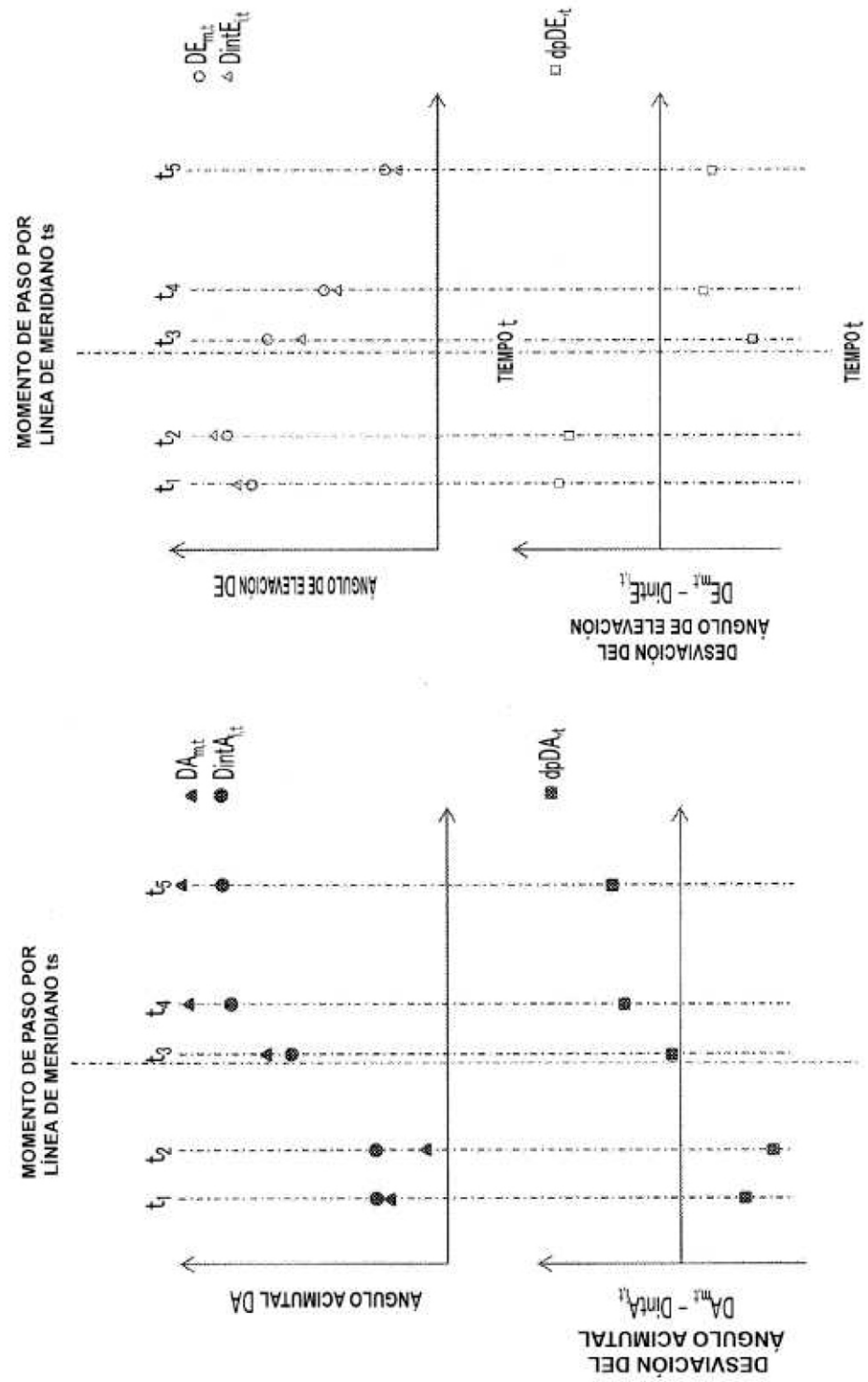


FIG. 6

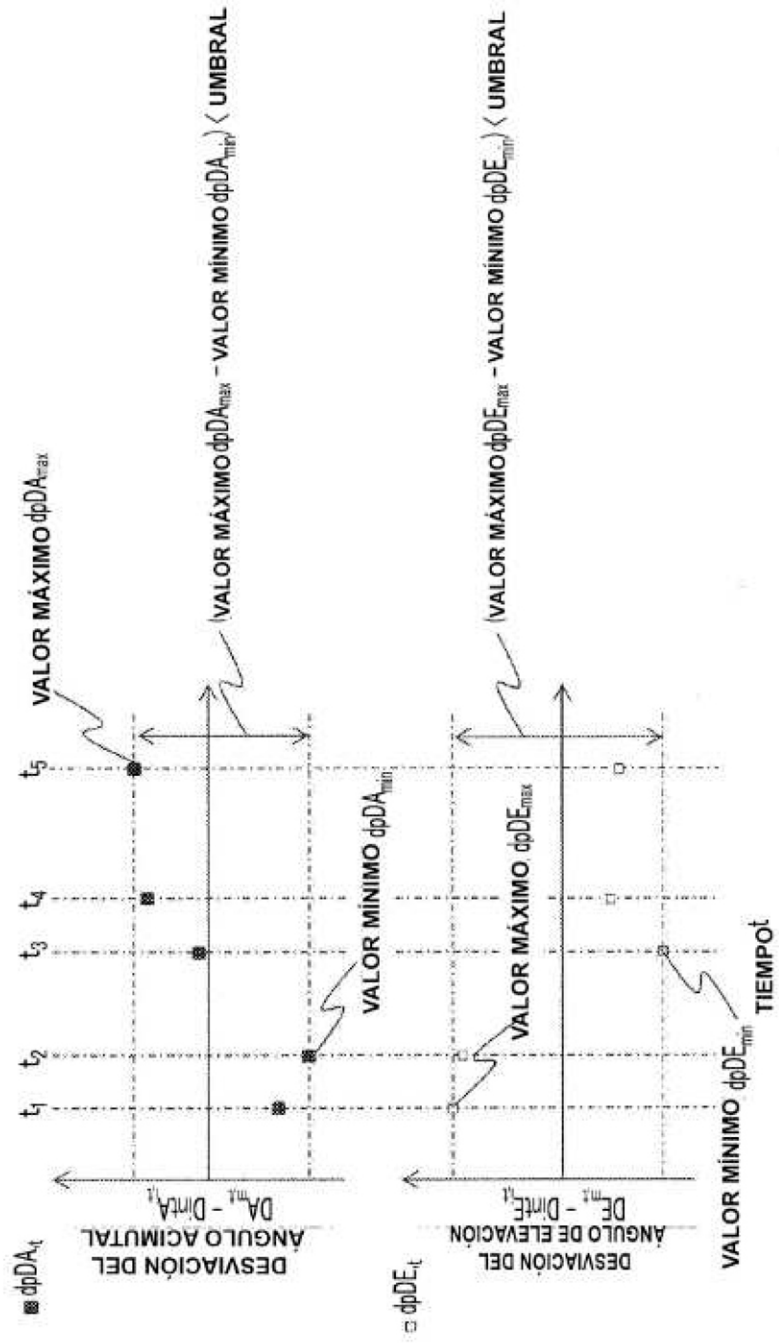
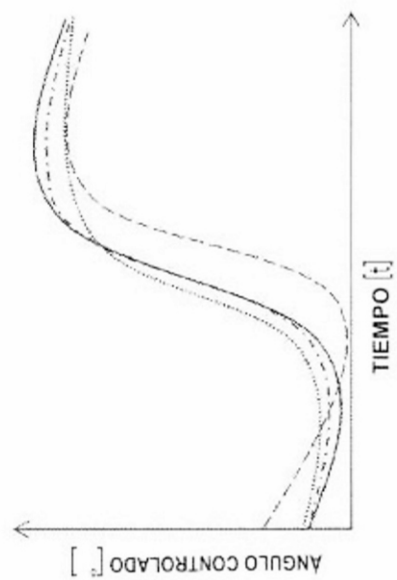


FIG. 7

L1
L2
L3
L4



L5
L6
L7

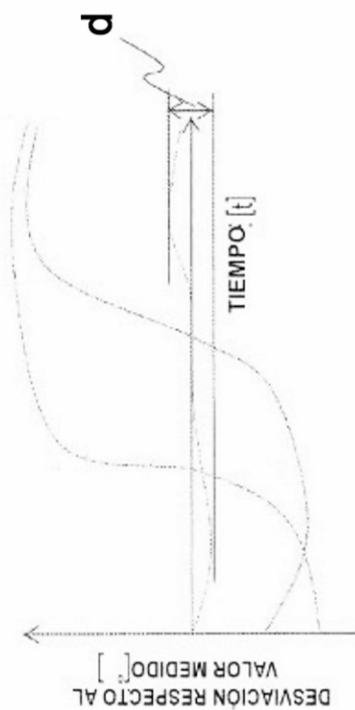


FIG. 8

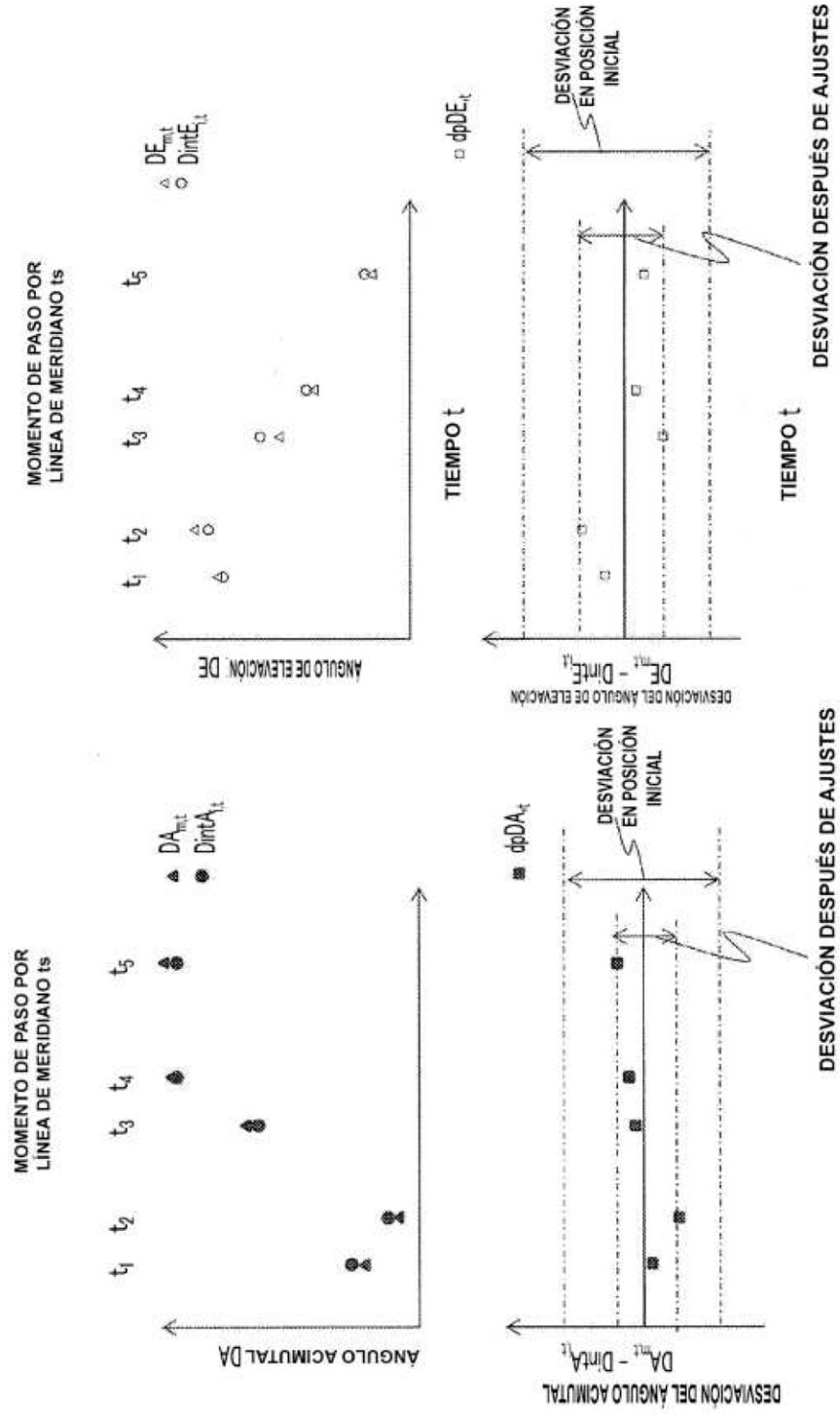


FIG. 9

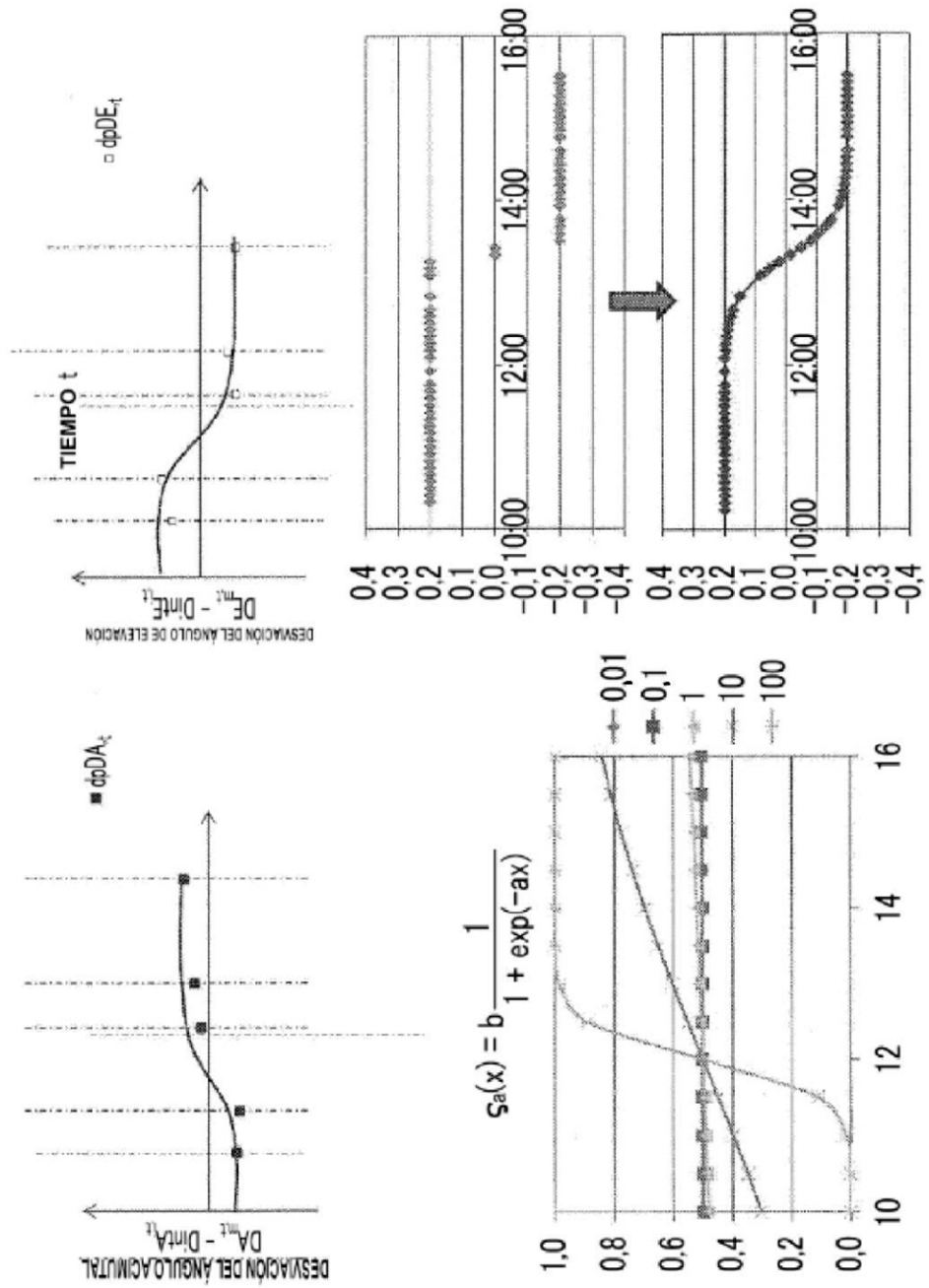


FIG. 10

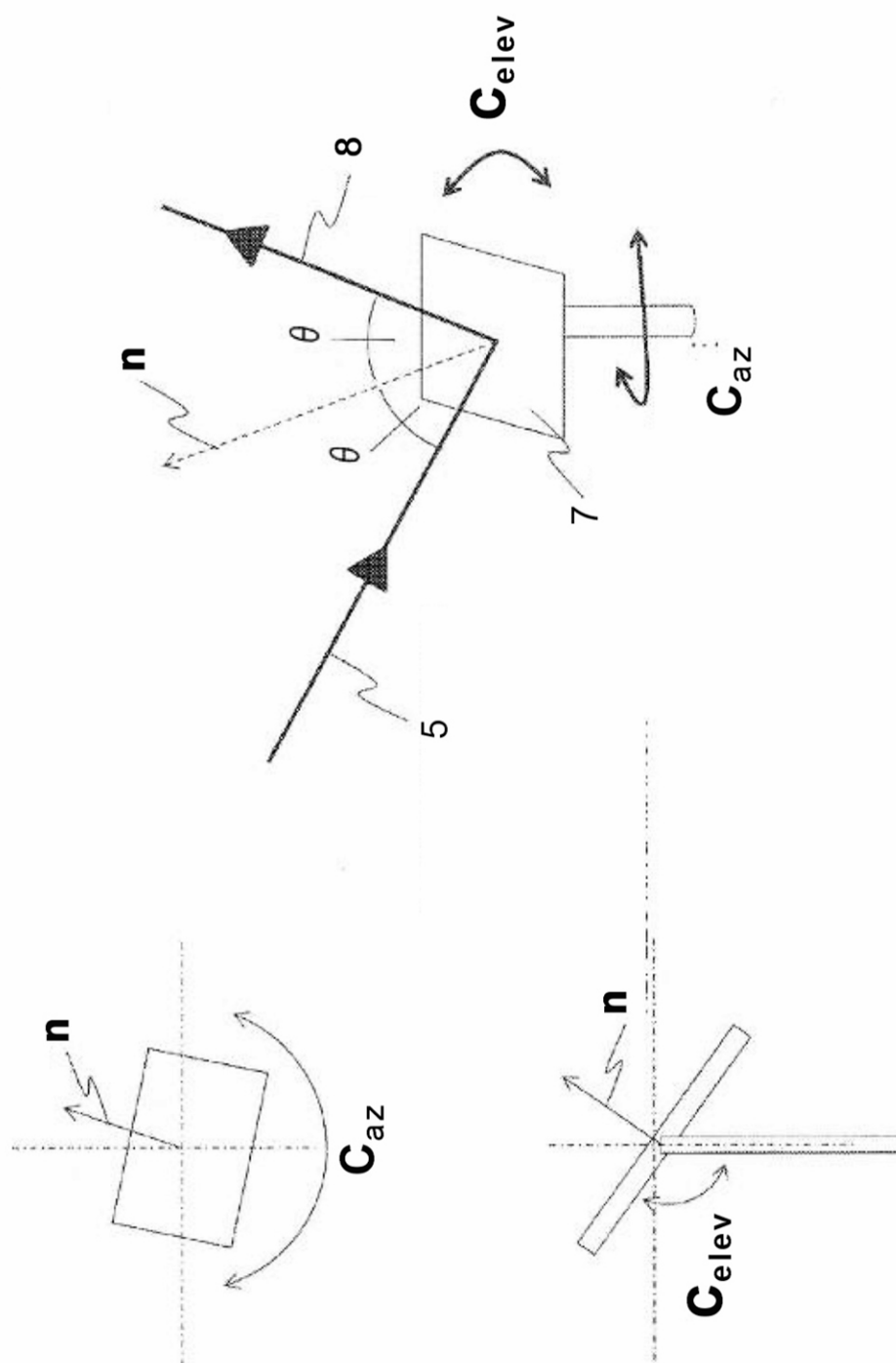
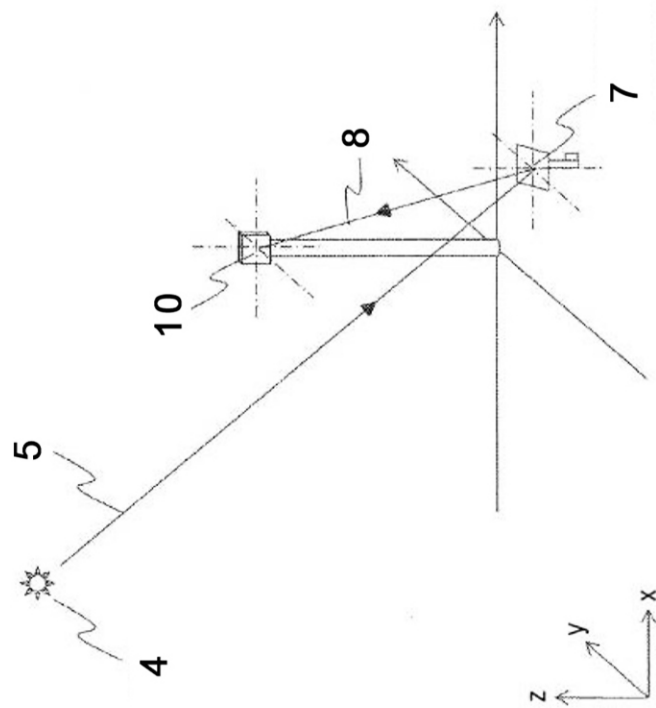
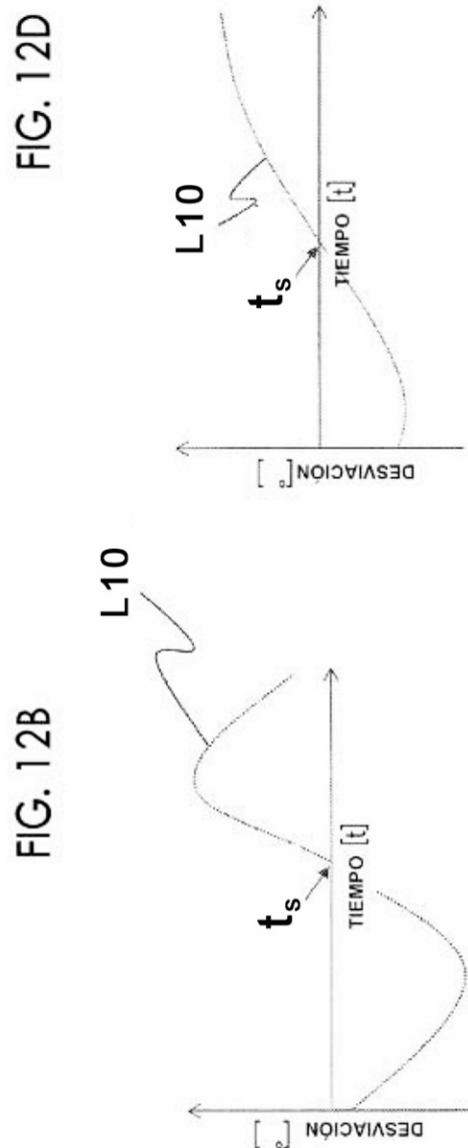
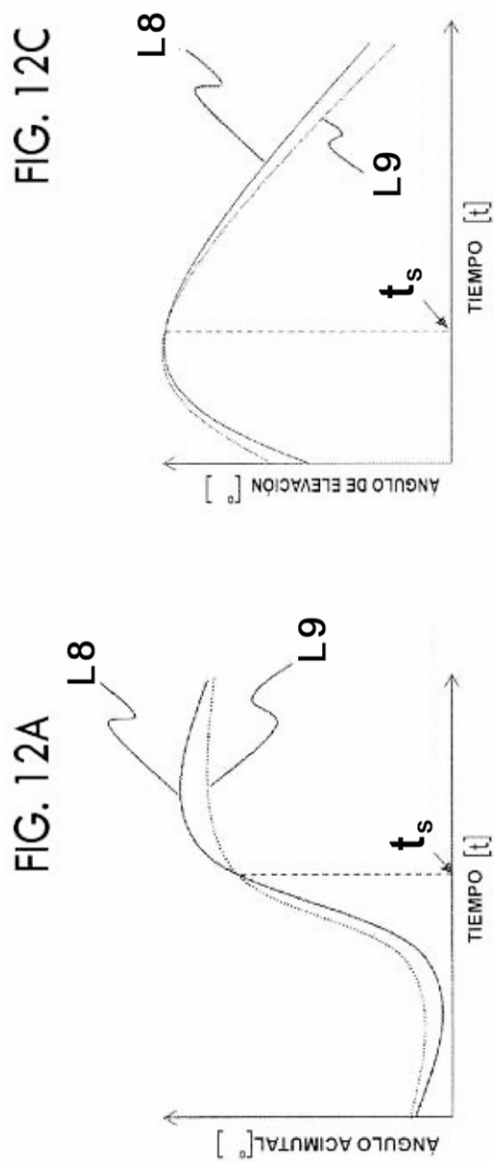


FIG. 11





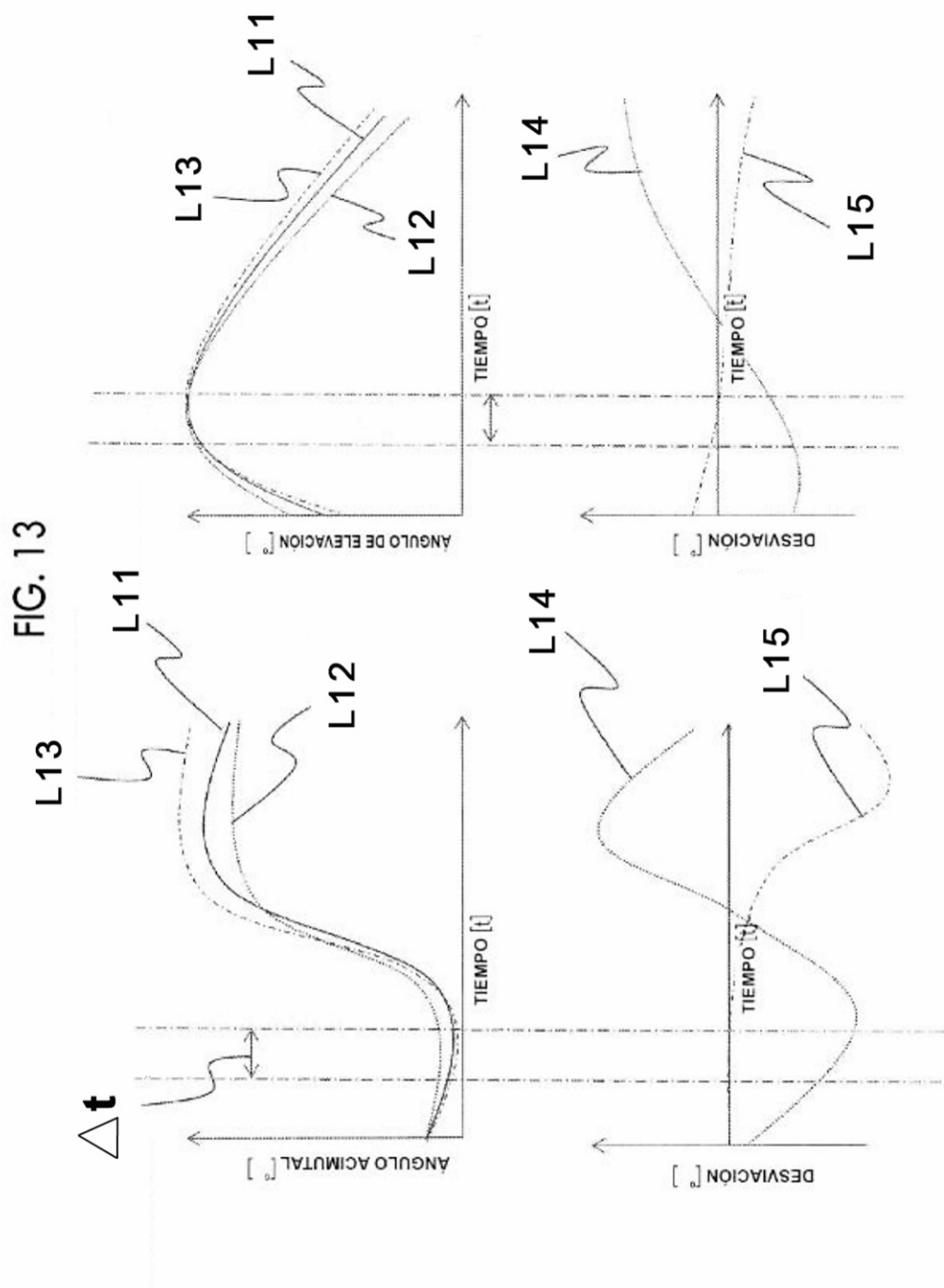


FIG. 14

