

Superintendencia de Industria Y Comercio

Delegatura para la Propiedad Industrial

Dirección de Nuevas Creaciones

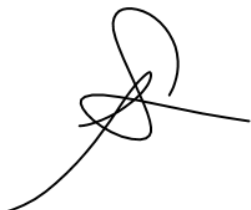
Bogotá D.C.

Respetada Dirección,

En calidad de apoderada de **SOLENIUM S.A.S.**, con Número de Identificación Tributaria 901097244-5, dentro de la solicitud de registro presentada ante ustedes por la patente de Modelo de Utilidad denominada **DISPOSITIVO PARA SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA DEL SOL Y LIMPIEZA DE PANELES SOLARES**, bajo el Expediente **NC2017/0006103**, doy respuesta al requerimiento efectuado por la entidad, en los términos del documentos que adjunto.

Desde ya le agradecemos su tiempo en la atención de nuestra respuesta.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Sara Catalina Ramírez Simanca".

Sara Catalina Ramírez Simanca

CEO

ce2pi S.A.S.

C.C. No. 1152184861

T.P. No. 211.830 del C.S. de la J.

DISPOSITIVO PARA SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA DEL SOL Y LIMPIEZA DE PANELES SOLARES

RESUMEN

1. La presente invención se relaciona con un dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza para paneles solares de forma automática, el cual permite posicionar los paneles solares de manera óptima, de acuerdo con los ángulos azimut y zenit que describen la posición del sol, los cuales son calculados con un algoritmo matemático al que le ingresa información de la latitud y la longitud de la ubicación de los paneles solares, y la fecha y hora correspondientes. Adicionalmente, se incorporan dispositivos de medición inercial, los cuales cuentan con sensores acelerómetro, giroscopio y magnetómetro con el fin de medir el ángulo real del arreglo de paneles referenciados con respecto a los puntos cardinales terrestres, esto hace que el sistema no requiera de un protocolo complejo de calibración.
2. La estructura móvil del sistema incorpora un motor con una transmisión sinfín corona auto bloqueante, que permite mayor rendimiento en el movimiento y consumo mínimo de energía. Así mismo, realiza movimientos optimizados de limpieza automática de los paneles solares, aprovechando las corrientes de aguas-lluvia y el viento. Se incorpora comunicación cableada e inalámbrica y sensor de viento para protección del sistema ante niveles altos de viento y/o tempestades.
3. El dispositivo controlador, cuya salida está conectada a un variador de velocidad, controla la inclinación de los paneles con instrucciones almacenadas de acuerdo con la ubicación óptima de captación de energía. Además, integra de forma ventajosa instrucciones que permiten mantener los paneles en el punto óptimo de limpieza cuando existen condiciones meteorológicas de lluvia y vientos, que se detectan a partir de la información de los sensores meteorológicos, GPS, reloj y los ángulos de inclinación de los arreglos de paneles provenientes de forma remota desde los dispositivos de medición inercial. El microprocesador contiene instrucciones almacenadas que comparan toda la información recolectada de los dispositivos sensores y este envía señales de control al motor y de esta forma posicionar los paneles solares en los ángulos azimut y zenit adecuados para captar la radiación solar.

Campo técnico de la invención

4. Esta solicitud se refiere de manera general al campo técnico de sistemas de aprovechamiento de la energía solar, particularmente a sistemas de seguimiento solar que mejoran el rendimiento, manteniendo la posición del panel con respecto al sol en su máxima producción.

Antecedentes de la invención

5. La energía solar provee un tipo de energía renovable obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar que alcanza la tierra ha sido aprovechada por el ser humano a través del tiempo, mediante el uso de diferentes tecnologías que han ido evolucionando. Actualmente, el calor y la luz solar pueden ser aprovechados mediante diversos captadores como colectores térmicos, células fotovoltaicas, helióstatos, que permiten la transformación de dicha energía en eléctrica o térmica.
6. De acuerdo con las condiciones ambientales actuales, el mercado de energía solar, llamada también energía renovable, verde o limpia, se encuentra en pleno desarrollo. La producción ha venido creciendo de manera significativa en los últimos años, dado que dicha industria representa una alternativa viable técnica y económicamente y que además es amigable con el medio ambiente.
7. Dentro del estado de la técnica, se requieren sistemas de energía solar bien sea para generación de energía eléctrica o para calentamiento de agua, los cuales deben permitir el aprovechamiento máximo de radiación solar para ser técnica y económicamente viables. Sin embargo, los sistemas de energía solar ven afectado su rendimiento o eficiencia principalmente por factores como el movimiento del sol, el calentamiento, la conversión de energía eléctrica (inversores), la degradación de la celda y la suciedad del panel.
8. Específicamente en Colombia (o países cercanos al Ecuador), se estima que se pierde entre el 18 y el 28% de energía debido al movimiento este-oeste por el ángulo de elevación diario del sol, porcentaje considerablemente alto comparado con una pérdida de máximo el 9% por el movimiento norte-sur. Además, las celdas de un panel solar están configuradas en conexiones serie-paralelo por lo que la afectación de una sola celda produce una reducción del rendimiento de todo el panel e incluso, de todo el arreglo de paneles solares en una instalación, tanto así, que se estima que las pérdidas por suciedad en una instalación fotovoltaica pueden llegar a ser hasta del 15%. Es por esto,

que con el objetivo de hacer la energía solar más eficiente y viable para su implementación, se requiere de una solución que permita el movimiento de los paneles en dirección del sol, teniendo en cuenta que el mejor rendimiento de la celda se da cuándo el ángulo de la superficie del panel solar es perpendicular con respecto a la posición del sol, y además, cuando la superficie de los paneles solares se encuentra libre de suciedad. Los sistemas para seguimiento solar creados, aunque siguen la trayectoria del sol, requieren un procedimiento de calibración o instalación propensa a errores humanos que afecta significativamente el rendimiento. De igual forma, no se aprovecha la rotación o movimiento en eventos de lluvia para hacer mantenimiento de los paneles, con lo cual, se disminuyen costos y se evita la pérdida de eficiencia por suciedad. La presente invención, resuelve los problemas de rendimiento planteados y aprovecha la rotación para generar beneficios y ahorros adicionales.

9. En 1992 se presentó en Colombia una gran crisis energética que desencadenó en racionamientos de energía, esto debido al fenómeno del niño pues no había suficiente agua para generar electricidad, lo que afectó significativamente la economía del país y la vida de millones de personas. Dependemos altamente del agua, pues la mayor parte de potencia instalada en el país es hidroeléctrica a través de centrales hidráulicas, represas, pozos y embalses en donde se aprovecha el agua como recurso energético de abastecimiento para diferentes regiones. Aunque ésta es una fuente renovable de energía, la alta dependencia del agua pone al país en riesgo de racionamiento; por ende, se hace fundamental la diversificación de la canasta energética ingresando otras fuentes alternativas de energía al país como lo es la energía solar pues con el paso de los años se hace cada vez más viable.
10. Existen países pioneros en el uso de energías limpias: Suiza, Austria, Noruega, Nueva Zelanda, Alemania, Corea del Sur, China, Francia. Países que invierten más en este desarrollo como modelos energéticos amigables con el medio ambiente.
11. En Colombia el Ministerio de Minas y Energía instaló en el año 2010 un sistema de paneles y seguidores solares con el fin de incrementar el servicio de energía al Centro de Salud e Institución Educativa de Isla Fuerte en el departamento de Bolívar.
12. En México, ciudad de León, Guanajuato, en el Museo Explora de León, empezaron a funcionar paneles seguidores solares desde el 2012, logrando generar al año 20 MWh. Estos paneles generan entre un 20% y un 30% más energía que los paneles fijos, lo anterior con el fin de promover y divulgar el uso de energía limpia.

13. En Guayaquil, Ecuador, la Universidad Politécnica Salesiana desarrolló un sistema de posicionamiento de paneles solares, usando lógica difusa para prácticas de laboratorio de control automático. En este se monitorea y supervisa el panel por medio de una aplicación de procesamiento de señales. El proyecto es de uso interno en el instituto para beneficiar a estudiantes.
14. Lo anterior da cuenta de la relevancia del uso de la energía limpia y la imperiosa necesidad de plantear innovaciones encaminadas a la implementación de sistemas de uso eficiente de los recursos, como alternativa a través de modelos energéticos amigables con el medio ambiente.
15. En un sistema de energía solar, bien sea para generación de energía eléctrica o para calentamiento de agua, el aprovechamiento máximo de radiación se da cuándo el ángulo de la superficie del panel solar es perpendicular con respecto a la posición del sol. Sin embargo, este ángulo varía dependiendo de la ubicación y la hora del día, lo que genera ineficiencia en los sistemas con estructura fija.
16. Además, el polvo o suciedad acumulado en la superficie de paneles solares disminuye su rendimiento, por ende, desde hace muchos años el poder de la naturaleza es empleado para remover esta suciedad, como por ejemplo el uso del poder de la energía eólica, de la gravedad y las corrientes de agua de la lluvia. Sin embargo, diferentes estudios han cuestionado la validez del método porque es necesario girar el arreglo en posición vertical u oblicua en la mañana, terminando la tarde, en la noche y en días lluviosos; tarea que resulta difícil y costosa¹.
17. Es así, que se plantea el problema como la deficiencia en el aprovechamiento de la energía proveniente del sol para sistemas con paneles solares fijos y pérdida de eficiencia por suciedad en la superficie.
18. Si bien se han hecho esfuerzos importantes dado el auge y la necesidad de crear nuevos productos, sistemas, procesos, modelos, entre otros, los cuales deben ser sustentables a partir de tecnologías verdes y limpias como opción de uso de energía alternativa, los sistemas para seguimiento solar creados, aunque siguen la trayectoria del sol, requieren calibración e instalación compleja la cual es propensa al error humano, lo que afecta significativamente el rendimiento. De igual forma, no se aprovecha la rotación o movimiento en época de lluvia para hacer mantenimiento de los paneles,

¹ G. He, C. Zhou, and Z. Li, "Review of self-cleaning method for solar cell array," *Procedia Eng.*, vol. 16, pp. 640–645, 2011.

con lo cual se disminuyen costos, se evita la pérdida de eficiencia por suciedad y se da mayor viabilidad a la implementación de los sistemas seguidores de la trayectoria solar.

19. Se plantea entonces, que existe en el estado de la técnica, la necesidad de un sistema de seguimiento solar mejorado, que sea de bajo costo de producción, eficiente, y capaz de revertir el poco aprovechamiento de los sistemas de energía solar actuales, en términos de mantener perpendicular la posición de la superficie del panel con respecto al sol, con un procedimiento de calibración que disminuya al mínimo el error humano y maximice la eficiencia. De otro lado, además de aprovechar la rotación automática mientras existe radiación solar que impacta la superficie de los paneles, se usan otros momentos del día que cuentan con gran potencial eólico y pluvial para la limpieza autónoma del panel solar, con lo cual se evita el gasto de recursos de mantenimiento y que el rendimiento del sistema baje por suciedad en la superficie.
20. Otra ventaja importante del dispositivo consiste en que puede fabricarse en Colombia, teniendo en cuenta que en el país no existe una empresa que fabrique algo similar y las ofertas existentes en el mercado comercializan productos importados que no tienen soporte local y generan sobrecostos. Además, países tropicales como el nuestro, presenta lluvias gran parte del año; un recurso que puede usarse para limpiar los paneles.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

21. El dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares descrito aquí, además de permitir que el ángulo de la superficie de paneles solares térmicos o fotovoltaicos se mantenga siempre en una posición óptima de captación de radiación solar mediante una rotación autónoma, con lo que incrementa la eficiencia en términos del aprovechamiento de la radiación, también usa la lluvia como elemento de mantenimiento automático lo cual implica un ahorro económico y un favorecimiento del medio ambiente, en tanto se hace un uso eficiente del recurso hídrico. Para dicho proceso de limpieza automática, un algoritmo matemático almacenado en los dispositivos controladores calcula la posición óptima de los paneles solares de acuerdo con la información meteorológica proveniente de los dispositivos de medición meteorológica tales como velocidad y dirección del viento y nivel de precipitaciones, además de emplear los ángulos azimut y zenit que describen la posición del sol.
22. De igual forma, el dispositivo objeto de esta patente cuenta con una rutina de emergencia que garantiza la integridad de este. Bajo ciertos ángulos, cuando hay vientos lo suficientemente elevados,

el esfuerzo mecánico puede ser muy elevado y afectar las estructuras, razón por la cual, como protección del dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, se incorpora sensor de viento lo que permite que ante niveles altos de corrientes de aire y/o tempestades, el dispositivo busque un ángulo más seguro y posteriormente se bloquee.

23. Al utilizar fuentes de energía alternas el dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares hace un gran aporte al control del cambio climático y al cuidado del ecosistema, manteniendo la eficiencia y otras características que hacen parte de sistemas más adaptados a las necesidades de hoy, como es el caso del aprovechamiento de energías alternativas y aguas lluvia.
24. En este sentido, la presente invención soluciona los problemas del estado de la técnica, al proporcionar un dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, que propicia la maximización del aprovechamiento del sol, dado que la tecnología aplicada al sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, permite que el ángulo de la superficie de paneles solares térmicos o fotovoltaicos, siempre se mantenga perpendicular con respecto a la posición del sol mediante una rotación autónoma, y realice un proceso automático de limpieza de paneles.
25. La posición óptima de los paneles solares, de acuerdo con el ángulo azimut y zenit que describen la posición del sol, se calculan con algoritmo matemático al que le ingresa información de la latitud, longitud, fecha y hora correspondientes al sitio de la instalación. Además, se incorpora un dispositivo de medición inercial, el cual cuenta con un chip con acelerómetro, giroscopio y magnetómetro con el fin de medir el ángulo real del arreglo de paneles referenciados con respecto a los puntos cardinales terrestres, esto hace que el sistema además de ser altamente eficiente no requiera de un protocolo complejo de calibración.
26. La presente invención se refiere a un dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, con estructura móvil rotativa en un eje. La rotación en un eje es usada por ejemplo en regiones cercanas a la latitud cero, o latitud del ecuador, donde la variación del ángulo zenit durante el año no es considerable frente a la variación del ángulo de elevación del sol. Se usa un eje de giro horizontal rodante paralelo a la superficie terrestre con el fin de seguir la altitud del sol, acoplado a un motor con caja de cambios reductora de velocidad auto-bloqueante. La reducción de velocidad permite realizar pequeños cambios de ángulo multiplicando el torque de salida del motor, esto implica menor corriente y menor tamaño del motor, y la función de auto-bloqueo permite realizar

movimientos cada cierto tiempo y desconectar la alimentación del motor durante tiempos muertos, lo que incrementa el rendimiento del sistema móvil y mantiene el consumo mínimo de energía.

27. Así mismo, el dispositivo objeto de esta patente realiza una rutina de limpieza automática de los paneles, aprovechando el agua-lluvia e incorpora sensor de viento para protección del sistema ante niveles altos de viento y/o tempestades.

Mejor manera de aplicación de la invención

28. De manera ventajosa, la presente invención soluciona los problemas del estado de la técnica, al proporcionar de manera integral, un sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza para paneles solares con dispositivos de medición inercial que permiten mayor facilidad, pues se comunican de forma remota e inalámbrica. Además, de manera ventajosa, se usan dos dispositivos de medición inercial por cada fila de paneles solares lo que permite detectar con mayor confiabilidad situaciones que comprometen la seguridad de los paneles solares. De igual forma, se aprovecha el movimiento de los paneles solares en momentos de precipitación para evitar que el vidrio que protege las celdas solares se ensucie, con lo cual se disminuye el gasto de agua y se incrementa la generación de energía.
29. La estructura móvil incorpora motor con una transmisión sinfín corona auto bloqueante que permite mayor rendimiento en el movimiento y consumo mínimo de energía. Adicionalmente, y de forma ventajosa, el sistema realiza una rutina de limpieza automática de los paneles aprovechando el agua-lluvia y la rotación. Se incorpora sensor de viento para protección del sistema ante niveles altos de viento y/o tempestades.
30. El sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares está compuesto por un microprocesador (101) que contiene un algoritmo matemático (102) que permite seguir la trayectoria del sol y un algoritmo de limpieza automática de paneles solares (103). El microprocesador (101) se conecta a través de interfaz de comunicación (106) a sensores para obtener información acerca de la inclinación de los paneles solares e información meteorológica, necesaria para la ejecución de los algoritmos.
31. La posición geográfica se obtiene desde un GPS (104), fecha y hora desde un reloj de tiempo real (105), un servidor de tiempo en la red NTP o un GPS (104) según la disponibilidad, los ángulos de inclinación se obtienen a partir de la combinación de información del sensor acelerómetro (201),

sensor giroscopio (202) y sensor magnetómetro (203) y la información meteorológica a partir de sensor de lluvia (302), sensor de viento (301) y sensor de radiación solar (303).

32. Los datos de fecha y hora son obtenidos a partir del sensor con mayor disponibilidad y calidad debido a que por condiciones atmosféricas o de ubicación, según sea el caso, no se tendrá buen acceso con el servidor de tiempo NTP o el GPS (104). El reloj de tiempo real (105) estará siempre como respaldo del servidor NTP o el GPS (104).
33. El ángulo de inclinación de los paneles solares es obtenido a partir de la combinación de la medición de sensores acelerómetro (201), giroscopio (202) y magnetómetro (203). De manera ventajosa, el magnetómetro (203) permite que los ángulos medidos estén referenciados con respecto a los puntos cardinales terrestres, permitiendo que la instalación del sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares sea simple y se minimice el riesgo de error humano asociado a la calibración de los puntos cardinales terrestres.
34. El sensor de viento (301) se usa con el fin de que el algoritmo de seguimiento solar (102) evite comprometer la soportabilidad mecánica de la estructura solar en un eje ante ángulos que incrementen los esfuerzos cuando hay vientos elevados, o fenómenos meteorológicos inesperados.
35. El algoritmo seguidor solar (102) consiste en un cálculo matemático de la posición del sol en términos del ángulo de zenit y el ángulo azimuth del sol, el cual se realiza teniendo en cuenta la posición geográfica, fecha y hora donde se encuentran los paneles solares; este cálculo matemático, tiene un error menor a 0.1 grados, y además, es de operaciones simples lo que lo hace computacionalmente eficiente. Los ángulos de azimuth y zenit del sol son tomados como punto de ajuste de un sistema de control de lazo cerrado, y la variable controlada por el sistema de control de lazo cerrado es el ángulo de inclinación de los paneles solares. Se agregan restricciones en la salida del dispositivo controlador (109), asociadas al sensor de viento (301), de lluvia (302) y de radiación solar (303). Esta señal de salida conecta con el variador de velocidad (107) que, a su vez, controla la posición angular del motor. Cada motor (403, 108) está acoplado mecánicamente a una transmisión auto bloqueante (404), la cual permite que el sistema de seguimiento solar y limpieza automática de paneles solares pueda ser desenergizado y la posición se mantenga, sin necesidad de usar energía, lo que hace que sea eficiente en el uso de energía.
36. El algoritmo de limpieza automática de paneles solares (103) funciona mediante el uso de la energía eólica, la gravedad, las corrientes de agua de la lluvia y la rotación de la estructura. Al algoritmo de

limpieza automática le ingresa información de la inclinación de los paneles solares, el cual es obtenido a partir de la combinación de la medición de sensores acelerómetro (201), giroscopio (202) y magnetómetro (203). Además, se mide el potencial de uso de las corrientes de agua de la lluvia con un sensor de lluvia (302) y el del viento, con un sensor de viento (301) de esta forma el algoritmo de limpieza automática (103), realiza movimientos en el ángulo de inclinación del panel solar y, de manera ventajosa, permitiendo el uso de los recursos naturales para facilitar la limpieza de los paneles solares cada cierto tiempo, el cual depende de las condiciones meteorológicas de la zona de implementación del campo solar.

37. Para seguir la altitud del sol, la estructura tiene una unidad de giro (110) con un eje horizontal rodante (405), paralelo a la superficie terrestre, acoplado a un motor (403, 108) con caja de cambios reductora auto bloqueante (404). Los motores (403, 108) podrán alimentarse por corriente directa (DC) o alterna (AC) y la posición será controlada por los algoritmos de seguimiento de la trayectoria del sol (102) y de limpieza automática (103) a través de uno o varios controladores de motor (402) comunicados por la interfaz de comunicación (106) del procesador (101).
38. Con el fin de facilitar el uso del sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares, se permite la visualización de variables y alarmas históricas en tiempo real y para realizar la calibración y configuración se tiene una interfaz de usuario remota la cual se comunica por medio de Wifi, ethernet o un transceptor de área amplia y baja potencia en sitios de difícil acceso donde no exista conexión a internet o cercanía con algún punto de acceso para conexión de área local (LAN) con ethernet. De manera ventajosa, el sistema de radiofrecuencia basado en transceptor de área amplia y baja potencia permite enviar y recibir datos de forma remota con un bajo costo y bajo consumo de energía para optimizar el rendimiento del sistema.
39. La calibración del sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares es muy importante para obtener un rendimiento máximo y no necesita de hardware adicional o una rutina compleja, consiste en encontrar los puntos de neutro y constantes de escala para los sensores acelerómetro (201) y el sensor magnetómetro (203).
40. Las dos calibraciones consisten en girar el circuito de medición inercial (501, 208) en diferentes posiciones en cada uno de los ejes de rotación de forma que el algoritmo automático de calibración pueda encontrar los valores máximos y mínimos en cada eje para ajustar los ángulos medidos. Para evitar errores de vibración, los movimientos de la calibración del acelerómetro deben ser lentos como

si se tratara del movimiento de un objeto pesado durante alrededor de 45 segundos. Esta rutina podrá realizarse antes de la instalación con el circuito electrónico de control conectado a los sensores acelerómetro (201), giroscopio (202) y magnetómetro (203) y la fuente de alimentación de energía conectada.

41. Luego de realizar la calibración del sensor acelerómetro se procede a realizar el mismo procedimiento para calibración del magnetómetro (203), que a diferencia de la calibración del sensor acelerómetro (201), deberá realizarse con la carcasa puesta y en el punto de instalación. Si pasan cables con circulación de corrientes cerca a la ubicación dónde estará ubicado el sensor magnetómetro es importante realizar el procedimiento con los cables conectados para evitar posibles distorsiones de los puntos cardinales debido a campos magnéticos cercanos influyentes.
42. El dispositivo cuenta con un eje de giro horizontal (405) que se apoya sobre cojinetes de poliamida (601) los cuales poseen tratamiento de trabajo en humedad, para garantizar estabilidad dimensional, y protección UV, para evitar su degradación por efecto del sol. Los cojinetes (601) se soportan en uniones tipo chumacera en T (605), fabricadas en acero inoxidable AISI 304. Para facilitar el montaje/mantenimiento, los cojinetes (601) están divididos en dos partes. Por otro lado, para prologar la vida de estos, el sistema cuenta con un sello de corcho (604), el cual es presionado por la brida (603). Además, para garantizar que no le entren partículas y agua, sistema cuenta con cubiertas (602) a ambos lados, las cuales van solidarias al eje cuadrado de giro (405).

FIGURAS

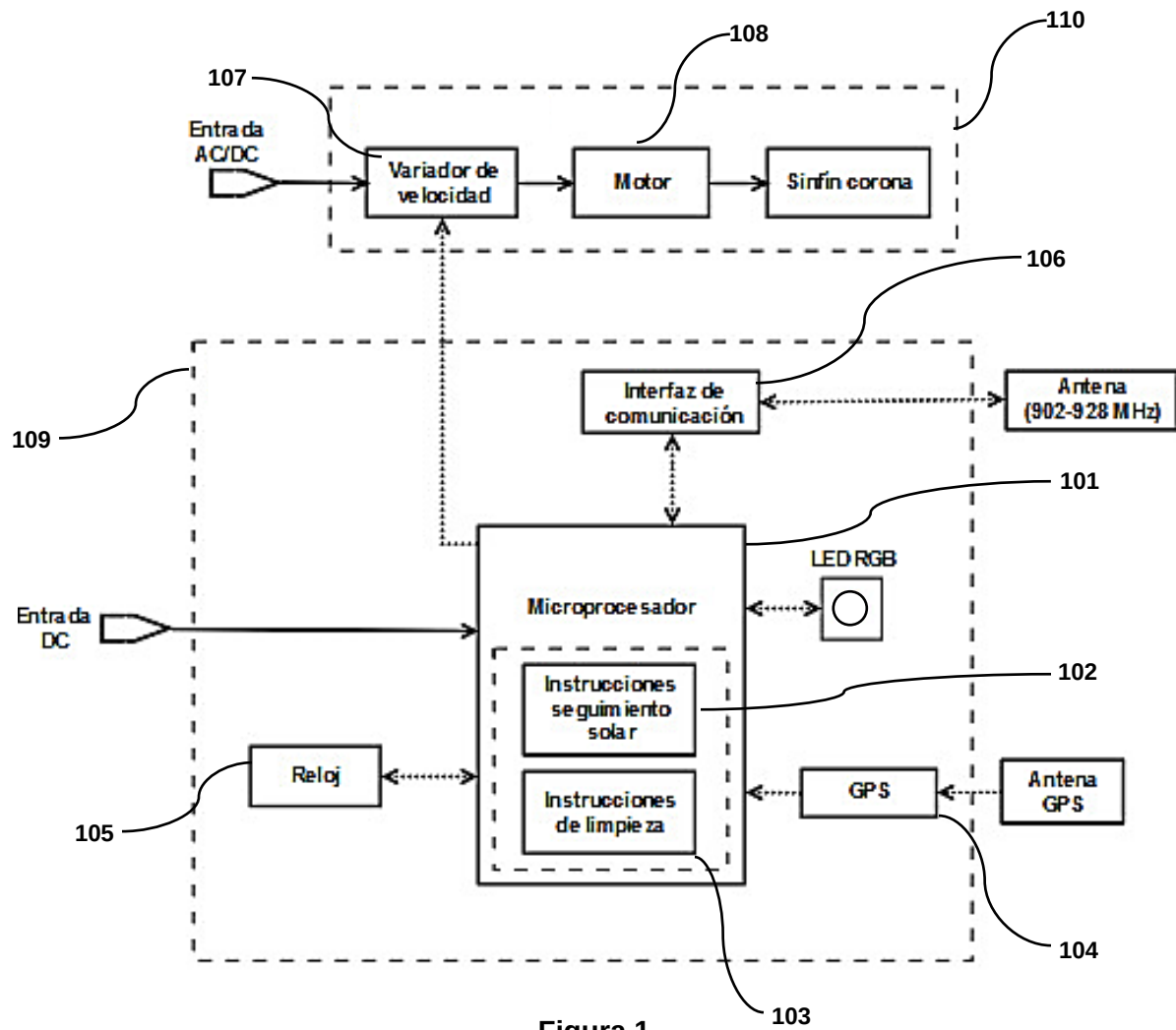


Figura 1.

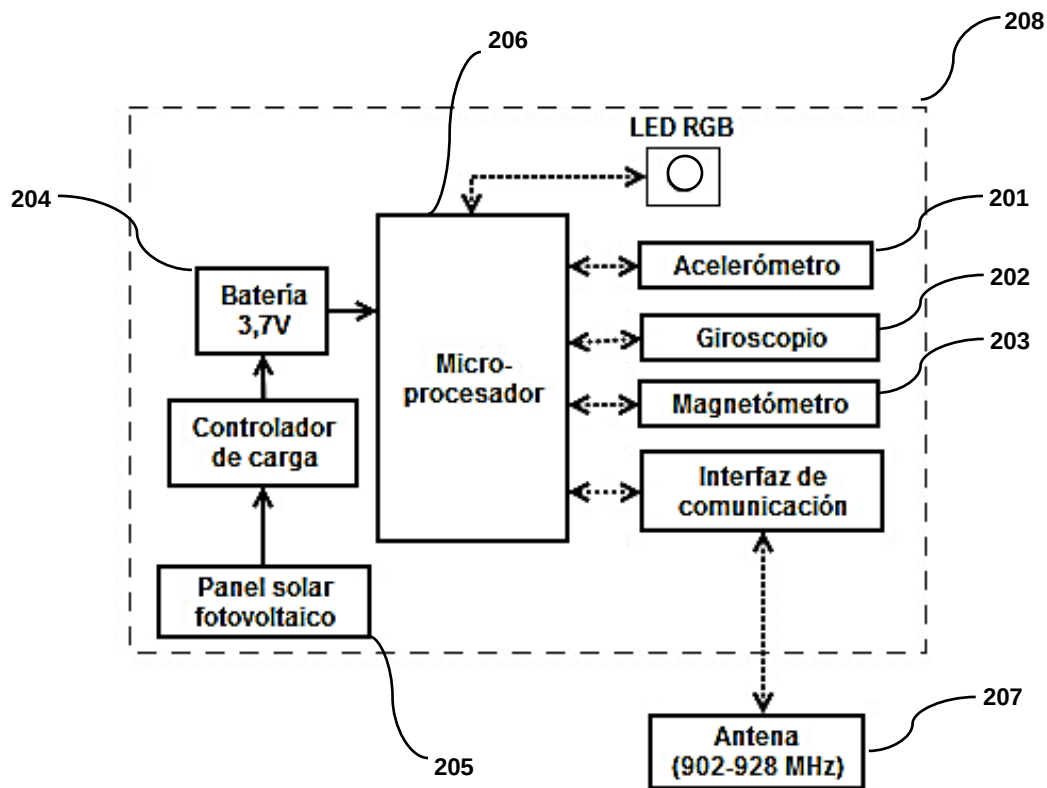


Figura 2.

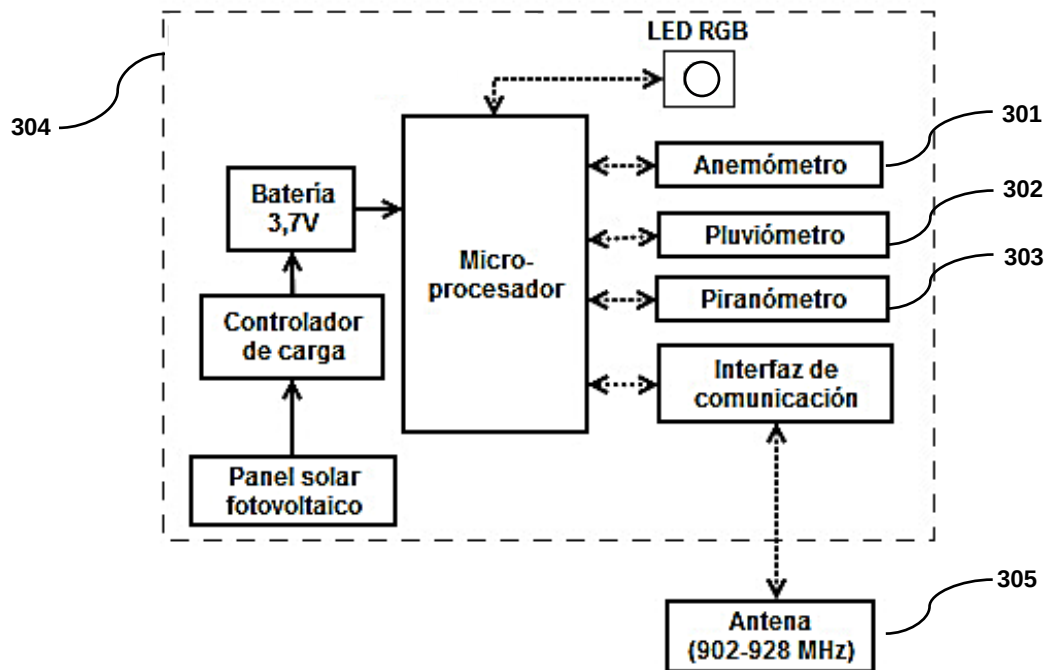


Figura 3.

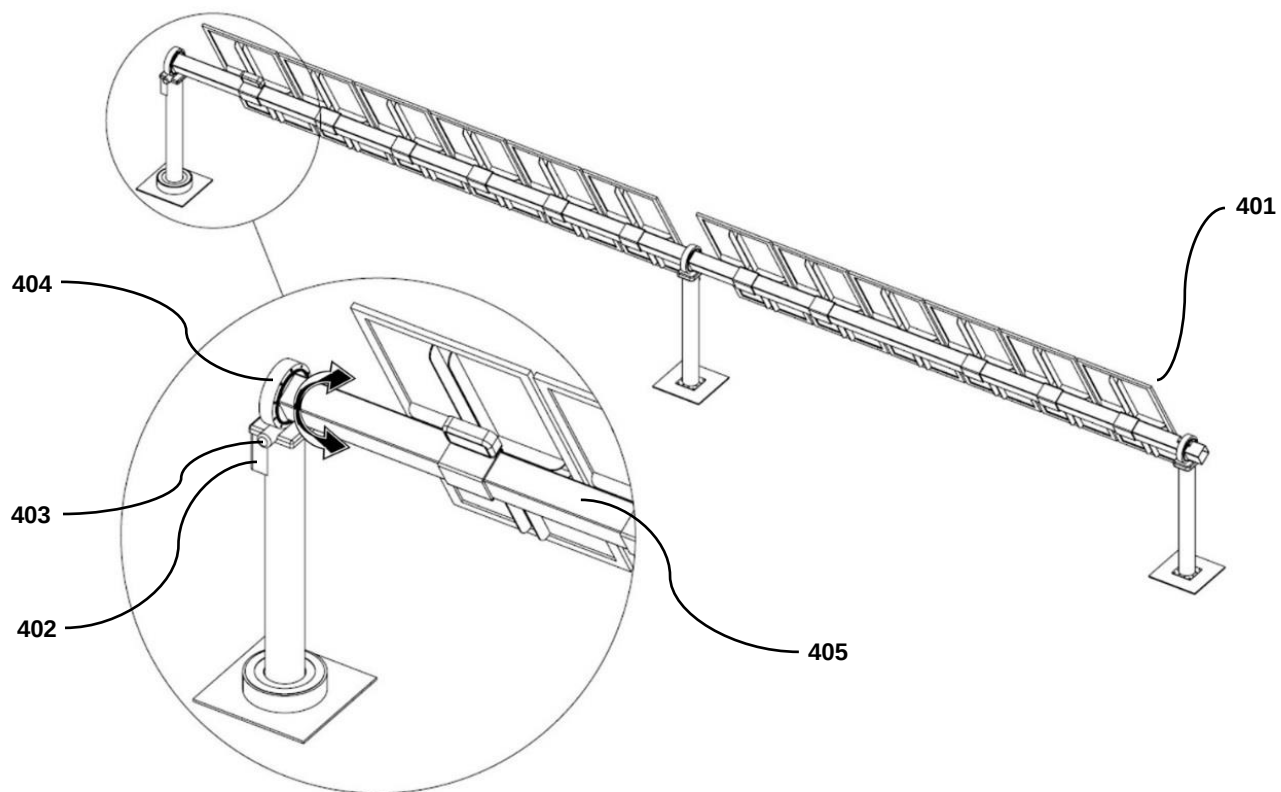


Figura 4.

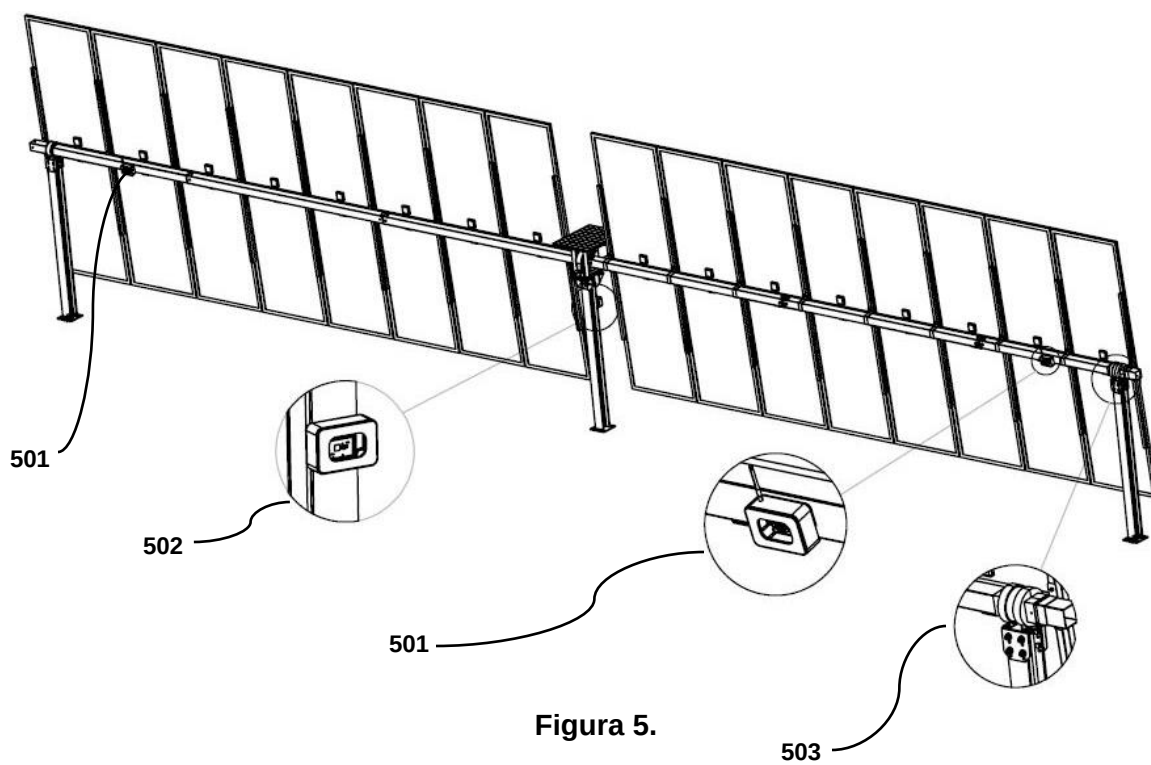


Figura 5.

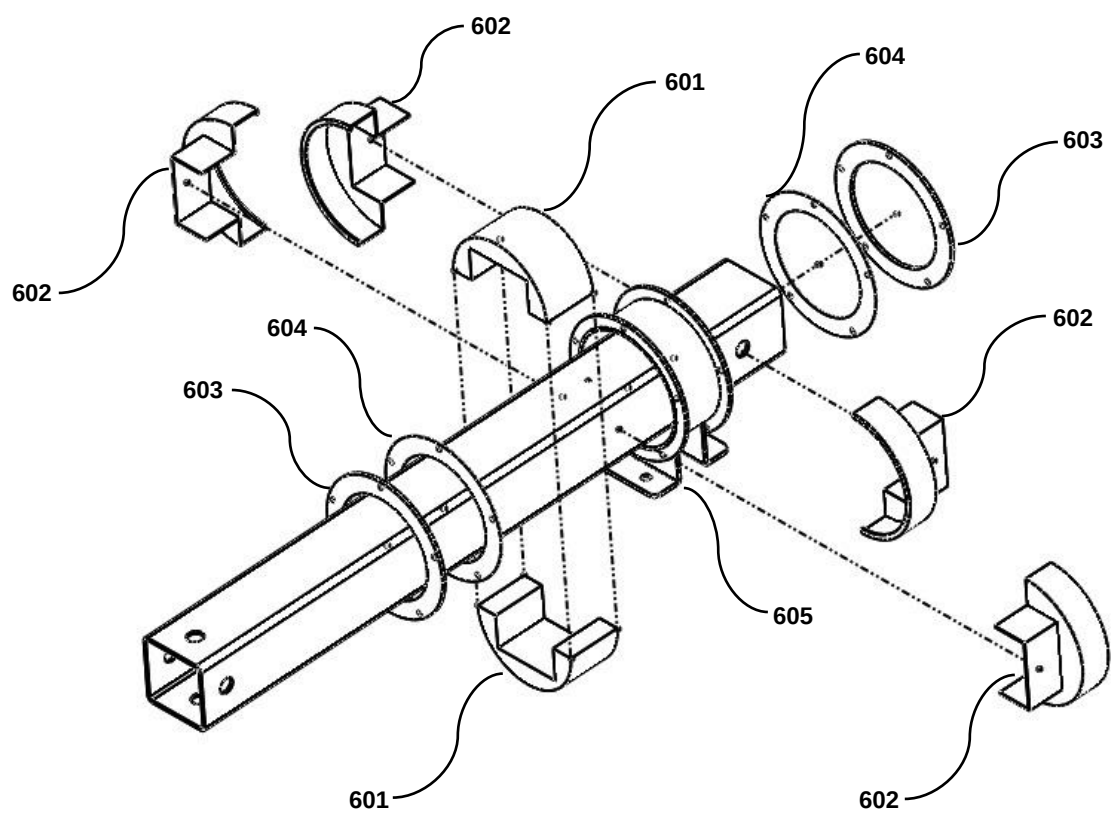


Figura 6.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, consistente únicamente en:
Un dispositivo de medición inercial;
Un dispositivo de medición meteorológica;
Un dispositivo controlador; y
Un dispositivo de rotación.
2. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de medición inercial (501) se ubica en el perfil horizontal de soporte (405) de los paneles solares, tanto al inicio como al final de cada fila de paneles (401).
3. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de medición inercial (208) consiste únicamente en un microprocesador (206), un sensor acelerómetro (201), un transceptor de área amplia y baja potencia (207), una batería recargable (204), un conjunto de celdas fotovoltaicas (205), y una carcasa de protección.
4. Dispositivo de medición inercial de la reivindicación 3, en el cual el microprocesador tiene instrucciones almacenadas que cuando se ejecutan, procesan los datos obtenidos del sensor acelerómetro y transmite la información de los ángulos azimutales del panel solar, al dispositivo controlador (109) mediante un transceptor inalámbrico de área amplia y baja potencia configurado en un rango de frecuencias de 902-928 MHz, con modulación de espectro ensanchado y de ancho de banda limitado a 500 kHz.
5. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo controlador (109) posee una salida que le permite, por medio del motor (403), mantener los paneles solares perpendiculares con respecto a la ubicación del sol, y cuando el dispositivo meteorológico detecta precipitaciones, ejecuta una rutina de movimientos periódicos de vaivén.

6. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de medición meteorológica (304) obtiene datos acerca de la velocidad, dirección del viento y la cantidad de lluvia, y envía dichos datos al dispositivo controlador (109) mediante un transceptor inalámbrico de área amplia y baja potencia (305) configurado en un rango de frecuencias de 902-928 MHz, con modulación de espectro ensanchado y de ancho de banda limitado a 500 kHz.
7. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de rotación consiste únicamente en un par de cojinetes de poliamida (601) partidos longitudinalmente en dos mitades que se unen y soportan en uniones tipo chumacera en T (605) de acero inoxidable de baja fricción y una carcasa de protección (602).
8. Dispositivo de rotación de la reivindicación 7, en el cual la carcasa de protección consiste únicamente en dos sellos de corcho (604), presionados cada uno por una brida (603) a cada lado, y de dos cubiertas (602) que se ubican solidarias al eje cuadrado de giro.

Superintendencia de Industria Y Comercio

Delegatura para la Propiedad Industrial

Dirección de Nuevas Creaciones

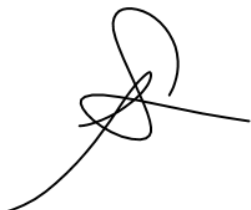
Bogotá D.C.

Respetada Dirección,

En calidad de apoderada de **SOLENIUM S.A.S.**, con Número de Identificación Tributaria 901097244-5, dentro de la solicitud de registro presentada ante ustedes por la patente de Modelo de Utilidad denominada **DISPOSITIVO PARA SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA DEL SOL Y LIMPIEZA DE PANELES SOLARES**, bajo el Expediente **NC2017/0006103**, doy respuesta al requerimiento efectuado por la entidad, en los términos del documentos que adjunto.

Desde ya le agradecemos su tiempo en la atención de nuestra respuesta.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Sara Catalina Ramírez Simanca".

Sara Catalina Ramírez Simanca

CEO

ce2pi S.A.S.

C.C. No. 1152184861

T.P. No. 211.830 del C.S. de la J.

DISPOSITIVO PARA SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA DEL SOL Y LIMPIEZA DE PANELES SOLARES

RESUMEN

1. La presente invención se relaciona con un dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza para paneles solares de forma automática, el cual permite posicionar los paneles solares de manera óptima, de acuerdo con los ángulos azimut y zenit que describen la posición del sol, los cuales son calculados con un algoritmo matemático al que le ingresa información de la latitud y la longitud de la ubicación de los paneles solares, y la fecha y hora correspondientes. Adicionalmente, se incorporan dispositivos de medición inercial, los cuales cuentan con sensores acelerómetro, giroscopio y magnetómetro con el fin de medir el ángulo real del arreglo de paneles referenciados con respecto a los puntos cardinales terrestres, esto hace que el sistema no requiera de un protocolo complejo de calibración.
2. La estructura móvil del sistema incorpora un motor con una transmisión sinfín corona auto bloqueante, que permite mayor rendimiento en el movimiento y consumo mínimo de energía. Así mismo, realiza movimientos optimizados de limpieza automática de los paneles solares, aprovechando las corrientes de aguas-lluvia y el viento. Se incorpora comunicación cableada e inalámbrica y sensor de viento para protección del sistema ante niveles altos de viento y/o tempestades.
3. El dispositivo controlador, cuya salida está conectada a un variador de velocidad, controla la inclinación de los paneles con instrucciones almacenadas de acuerdo con la ubicación óptima de captación de energía. Además, integra de forma ventajosa instrucciones que permiten mantener los paneles en el punto óptimo de limpieza cuando existen condiciones meteorológicas de lluvia y vientos, que se detectan a partir de la información de los sensores meteorológicos, GPS, reloj y los ángulos de inclinación de los arreglos de paneles provenientes de forma remota desde los dispositivos de medición inercial. El microprocesador contiene instrucciones almacenadas que comparan toda la información recolectada de los dispositivos sensores y este envía señales de control al motor y de esta forma posicionar los paneles solares en los ángulos azimut y zenit adecuados para captar la radiación solar.

Campo técnico de la invención

4. Esta solicitud se refiere de manera general al campo técnico de sistemas de aprovechamiento de la energía solar, particularmente a sistemas de seguimiento solar que mejoran el rendimiento, manteniendo la posición del panel con respecto al sol en su máxima producción.

Antecedentes de la invención

5. La energía solar provee un tipo de energía renovable obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar que alcanza la tierra ha sido aprovechada por el ser humano a través del tiempo, mediante el uso de diferentes tecnologías que han ido evolucionando. Actualmente, el calor y la luz solar pueden ser aprovechados mediante diversos captadores como colectores térmicos, células fotovoltaicas, helióstatos, que permiten la transformación de dicha energía en eléctrica o térmica.
6. De acuerdo con las condiciones ambientales actuales, el mercado de energía solar, llamada también energía renovable, verde o limpia, se encuentra en pleno desarrollo. La producción ha venido creciendo de manera significativa en los últimos años, dado que dicha industria representa una alternativa viable técnica y económicamente y que además es amigable con el medio ambiente.
7. Dentro del estado de la técnica, se requieren sistemas de energía solar bien sea para generación de energía eléctrica o para calentamiento de agua, los cuales deben permitir el aprovechamiento máximo de radiación solar para ser técnica y económicamente viables. Sin embargo, los sistemas de energía solar ven afectado su rendimiento o eficiencia principalmente por factores como el movimiento del sol, el calentamiento, la conversión de energía eléctrica (inversores), la degradación de la celda y la suciedad del panel.
8. Específicamente en Colombia (o países cercanos al Ecuador), se estima que se pierde entre el 18 y el 28% de energía debido al movimiento este-oeste por el ángulo de elevación diario del sol, porcentaje considerablemente alto comparado con una pérdida de máximo el 9% por el movimiento norte-sur. Además, las celdas de un panel solar están configuradas en conexiones serie-paralelo por lo que la afectación de una sola celda produce una reducción del rendimiento de todo el panel e incluso, de todo el arreglo de paneles solares en una instalación, tanto así, que se estima que las pérdidas por suciedad en una instalación fotovoltaica pueden llegar a ser hasta del 15%. Es por esto,

que con el objetivo de hacer la energía solar más eficiente y viable para su implementación, se requiere de una solución que permita el movimiento de los paneles en dirección del sol, teniendo en cuenta que el mejor rendimiento de la celda se da cuándo el ángulo de la superficie del panel solar es perpendicular con respecto a la posición del sol, y además, cuando la superficie de los paneles solares se encuentra libre de suciedad. Los sistemas para seguimiento solar creados, aunque siguen la trayectoria del sol, requieren un procedimiento de calibración o instalación propensa a errores humanos que afecta significativamente el rendimiento. De igual forma, no se aprovecha la rotación o movimiento en eventos de lluvia para hacer mantenimiento de los paneles, con lo cual, se disminuyen costos y se evita la pérdida de eficiencia por suciedad. La presente invención, resuelve los problemas de rendimiento planteados y aprovecha la rotación para generar beneficios y ahorros adicionales.

9. En 1992 se presentó en Colombia una gran crisis energética que desencadenó en racionamientos de energía, esto debido al fenómeno del niño pues no había suficiente agua para generar electricidad, lo que afectó significativamente la economía del país y la vida de millones de personas. Dependemos altamente del agua, pues la mayor parte de potencia instalada en el país es hidroeléctrica a través de centrales hidráulicas, represas, pozos y embalses en donde se aprovecha el agua como recurso energético de abastecimiento para diferentes regiones. Aunque ésta es una fuente renovable de energía, la alta dependencia del agua pone al país en riesgo de racionamiento; por ende, se hace fundamental la diversificación de la canasta energética ingresando otras fuentes alternativas de energía al país como lo es la energía solar pues con el paso de los años se hace cada vez más viable.
10. Existen países pioneros en el uso de energías limpias: Suiza, Austria, Noruega, Nueva Zelanda, Alemania, Corea del Sur, China, Francia. Países que invierten más en este desarrollo como modelos energéticos amigables con el medio ambiente.
11. En Colombia el Ministerio de Minas y Energía instaló en el año 2010 un sistema de paneles y seguidores solares con el fin de incrementar el servicio de energía al Centro de Salud e Institución Educativa de Isla Fuerte en el departamento de Bolívar.
12. En México, ciudad de León, Guanajuato, en el Museo Explora de León, empezaron a funcionar paneles seguidores solares desde el 2012, logrando generar al año 20 MWh. Estos paneles generan entre un 20% y un 30% más energía que los paneles fijos, lo anterior con el fin de promover y divulgar el uso de energía limpia.

13. En Guayaquil, Ecuador, la Universidad Politécnica Salesiana desarrolló un sistema de posicionamiento de paneles solares, usando lógica difusa para prácticas de laboratorio de control automático. En este se monitorea y supervisa el panel por medio de una aplicación de procesamiento de señales. El proyecto es de uso interno en el instituto para beneficiar a estudiantes.
14. Lo anterior da cuenta de la relevancia del uso de la energía limpia y la imperiosa necesidad de plantear innovaciones encaminadas a la implementación de sistemas de uso eficiente de los recursos, como alternativa a través de modelos energéticos amigables con el medio ambiente.
15. En un sistema de energía solar, bien sea para generación de energía eléctrica o para calentamiento de agua, el aprovechamiento máximo de radiación se da cuándo el ángulo de la superficie del panel solar es perpendicular con respecto a la posición del sol. Sin embargo, este ángulo varía dependiendo de la ubicación y la hora del día, lo que genera ineficiencia en los sistemas con estructura fija.
16. Además, el polvo o suciedad acumulado en la superficie de paneles solares disminuye su rendimiento, por ende, desde hace muchos años el poder de la naturaleza es empleado para remover esta suciedad, como por ejemplo el uso del poder de la energía eólica, de la gravedad y las corrientes de agua de la lluvia. Sin embargo, diferentes estudios han cuestionado la validez del método porque es necesario girar el arreglo en posición vertical u oblicua en la mañana, terminando la tarde, en la noche y en días lluviosos; tarea que resulta difícil y costosa¹.
17. Es así, que se plantea el problema como la deficiencia en el aprovechamiento de la energía proveniente del sol para sistemas con paneles solares fijos y pérdida de eficiencia por suciedad en la superficie.
18. Si bien se han hecho esfuerzos importantes dado el auge y la necesidad de crear nuevos productos, sistemas, procesos, modelos, entre otros, los cuales deben ser sustentables a partir de tecnologías verdes y limpias como opción de uso de energía alternativa, los sistemas para seguimiento solar creados, aunque siguen la trayectoria del sol, requieren calibración e instalación compleja la cual es propensa al error humano, lo que afecta significativamente el rendimiento. De igual forma, no se aprovecha la rotación o movimiento en época de lluvia para hacer mantenimiento de los paneles,

¹ G. He, C. Zhou, and Z. Li, "Review of self-cleaning method for solar cell array," *Procedia Eng.*, vol. 16, pp. 640–645, 2011.

con lo cual se disminuyen costos, se evita la pérdida de eficiencia por suciedad y se da mayor viabilidad a la implementación de los sistemas seguidores de la trayectoria solar.

19. Se plantea entonces, que existe en el estado de la técnica, la necesidad de un sistema de seguimiento solar mejorado, que sea de bajo costo de producción, eficiente, y capaz de revertir el poco aprovechamiento de los sistemas de energía solar actuales, en términos de mantener perpendicular la posición de la superficie del panel con respecto al sol, con un procedimiento de calibración que disminuya al mínimo el error humano y maximice la eficiencia. De otro lado, además de aprovechar la rotación automática mientras existe radiación solar que impacta la superficie de los paneles, se usan otros momentos del día que cuentan con gran potencial eólico y pluvial para la limpieza autónoma del panel solar, con lo cual se evita el gasto de recursos de mantenimiento y que el rendimiento del sistema baje por suciedad en la superficie.
20. Otra ventaja importante del dispositivo consiste en que puede fabricarse en Colombia, teniendo en cuenta que en el país no existe una empresa que fabrique algo similar y las ofertas existentes en el mercado comercializan productos importados que no tienen soporte local y generan sobrecostos. Además, países tropicales como el nuestro, presenta lluvias gran parte del año; un recurso que puede usarse para limpiar los paneles.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

21. El dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares descrito aquí, además de permitir que el ángulo de la superficie de paneles solares térmicos o fotovoltaicos se mantenga siempre en una posición óptima de captación de radiación solar mediante una rotación autónoma, con lo que incrementa la eficiencia en términos del aprovechamiento de la radiación, también usa la lluvia como elemento de mantenimiento automático lo cual implica un ahorro económico y un favorecimiento del medio ambiente, en tanto se hace un uso eficiente del recurso hídrico. Para dicho proceso de limpieza automática, un algoritmo matemático almacenado en los dispositivos controladores calcula la posición óptima de los paneles solares de acuerdo con la información meteorológica proveniente de los dispositivos de medición meteorológica tales como velocidad y dirección del viento y nivel de precipitaciones, además de emplear los ángulos azimut y zenit que describen la posición del sol.
22. De igual forma, el dispositivo objeto de esta patente cuenta con una rutina de emergencia que garantiza la integridad de este. Bajo ciertos ángulos, cuando hay vientos lo suficientemente elevados,

el esfuerzo mecánico puede ser muy elevado y afectar las estructuras, razón por la cual, como protección del dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, se incorpora sensor de viento lo que permite que ante niveles altos de corrientes de aire y/o tempestades, el dispositivo busque un ángulo más seguro y posteriormente se bloquee.

23. Al utilizar fuentes de energía alternas el dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares hace un gran aporte al control del cambio climático y al cuidado del ecosistema, manteniendo la eficiencia y otras características que hacen parte de sistemas más adaptados a las necesidades de hoy, como es el caso del aprovechamiento de energías alternativas y aguas lluvia.
24. En este sentido, la presente invención soluciona los problemas del estado de la técnica, al proporcionar un dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, que propicia la maximización del aprovechamiento del sol, dado que la tecnología aplicada al sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, permite que el ángulo de la superficie de paneles solares térmicos o fotovoltaicos, siempre se mantenga perpendicular con respecto a la posición del sol mediante una rotación autónoma, y realice un proceso automático de limpieza de paneles.
25. La posición óptima de los paneles solares, de acuerdo con el ángulo azimut y zenit que describen la posición del sol, se calculan con algoritmo matemático al que le ingresa información de la latitud, longitud, fecha y hora correspondientes al sitio de la instalación. Además, se incorpora un dispositivo de medición inercial, el cual cuenta con un chip con acelerómetro, giroscopio y magnetómetro con el fin de medir el ángulo real del arreglo de paneles referenciados con respecto a los puntos cardinales terrestres, esto hace que el sistema además de ser altamente eficiente no requiera de un protocolo complejo de calibración.
26. La presente invención se refiere a un dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, con estructura móvil rotativa en un eje. La rotación en un eje es usada por ejemplo en regiones cercanas a la latitud cero, o latitud del ecuador, donde la variación del ángulo zenit durante el año no es considerable frente a la variación del ángulo de elevación del sol. Se usa un eje de giro horizontal rodante paralelo a la superficie terrestre con el fin de seguir la altitud del sol, acoplado a un motor con caja de cambios reductora de velocidad auto-bloqueante. La reducción de velocidad permite realizar pequeños cambios de ángulo multiplicando el torque de salida del motor, esto implica menor corriente y menor tamaño del motor, y la función de auto-bloqueo permite realizar

movimientos cada cierto tiempo y desconectar la alimentación del motor durante tiempos muertos, lo que incrementa el rendimiento del sistema móvil y mantiene el consumo mínimo de energía.

27. Así mismo, el dispositivo objeto de esta patente realiza una rutina de limpieza automática de los paneles, aprovechando el agua-lluvia e incorpora sensor de viento para protección del sistema ante niveles altos de viento y/o tempestades.

Mejor manera de aplicación de la invención

28. De manera ventajosa, la presente invención soluciona los problemas del estado de la técnica, al proporcionar de manera integral, un sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza para paneles solares con dispositivos de medición inercial que permiten mayor facilidad, pues se comunican de forma remota e inalámbrica. Además, de manera ventajosa, se usan dos dispositivos de medición inercial por cada fila de paneles solares lo que permite detectar con mayor confiabilidad situaciones que comprometen la seguridad de los paneles solares. De igual forma, se aprovecha el movimiento de los paneles solares en momentos de precipitación para evitar que el vidrio que protege las celdas solares se ensucie, con lo cual se disminuye el gasto de agua y se incrementa la generación de energía.
29. La estructura móvil incorpora motor con una transmisión sinfín corona auto bloqueante que permite mayor rendimiento en el movimiento y consumo mínimo de energía. Adicionalmente, y de forma ventajosa, el sistema realiza una rutina de limpieza automática de los paneles aprovechando el agua-lluvia y la rotación. Se incorpora sensor de viento para protección del sistema ante niveles altos de viento y/o tempestades.
30. El sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares está compuesto por un microprocesador (101) que contiene un algoritmo matemático (102) que permite seguir la trayectoria del sol y un algoritmo de limpieza automática de paneles solares (103). El microprocesador (101) se conecta a través de interfaz de comunicación (106) a sensores para obtener información acerca de la inclinación de los paneles solares e información meteorológica, necesaria para la ejecución de los algoritmos.
31. La posición geográfica se obtiene desde un GPS (104), fecha y hora desde un reloj de tiempo real (105), un servidor de tiempo en la red NTP o un GPS (104) según la disponibilidad, los ángulos de inclinación se obtienen a partir de la combinación de información del sensor acelerómetro (201),

sensor giroscopio (202) y sensor magnetómetro (203) y la información meteorológica a partir de sensor de lluvia (302), sensor de viento (301) y sensor de radiación solar (303).

32. Los datos de fecha y hora son obtenidos a partir del sensor con mayor disponibilidad y calidad debido a que por condiciones atmosféricas o de ubicación, según sea el caso, no se tendrá buen acceso con el servidor de tiempo NTP o el GPS (104). El reloj de tiempo real (105) estará siempre como respaldo del servidor NTP o el GPS (104).
33. El ángulo de inclinación de los paneles solares es obtenido a partir de la combinación de la medición de sensores acelerómetro (201), giroscopio (202) y magnetómetro (203). De manera ventajosa, el magnetómetro (203) permite que los ángulos medidos estén referenciados con respecto a los puntos cardinales terrestres, permitiendo que la instalación del sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares sea simple y se minimice el riesgo de error humano asociado a la calibración de los puntos cardinales terrestres.
34. El sensor de viento (301) se usa con el fin de que el algoritmo de seguimiento solar (102) evite comprometer la soportabilidad mecánica de la estructura solar en un eje ante ángulos que incrementen los esfuerzos cuando hay vientos elevados, o fenómenos meteorológicos inesperados.
35. El algoritmo seguidor solar (102) consiste en un cálculo matemático de la posición del sol en términos del ángulo de zenit y el ángulo azimuth del sol, el cual se realiza teniendo en cuenta la posición geográfica, fecha y hora donde se encuentran los paneles solares; este cálculo matemático, tiene un error menor a 0.1 grados, y además, es de operaciones simples lo que lo hace computacionalmente eficiente. Los ángulos de azimuth y zenit del sol son tomados como punto de ajuste de un sistema de control de lazo cerrado, y la variable controlada por el sistema de control de lazo cerrado es el ángulo de inclinación de los paneles solares. Se agregan restricciones en la salida del dispositivo controlador (109), asociadas al sensor de viento (301), de lluvia (302) y de radiación solar (303). Esta señal de salida conecta con el variador de velocidad (107) que, a su vez, controla la posición angular del motor. Cada motor (403, 108) está acoplado mecánicamente a una transmisión auto bloqueante (404), la cual permite que el sistema de seguimiento solar y limpieza automática de paneles solares pueda ser desenergizado y la posición se mantenga, sin necesidad de usar energía, lo que hace que sea eficiente en el uso de energía.
36. El algoritmo de limpieza automática de paneles solares (103) funciona mediante el uso de la energía eólica, la gravedad, las corrientes de agua de la lluvia y la rotación de la estructura. Al algoritmo de

limpieza automática le ingresa información de la inclinación de los paneles solares, el cual es obtenido a partir de la combinación de la medición de sensores acelerómetro (201), giroscopio (202) y magnetómetro (203). Además, se mide el potencial de uso de las corrientes de agua de la lluvia con un sensor de lluvia (302) y el del viento, con un sensor de viento (301) de esta forma el algoritmo de limpieza automática (103), realiza movimientos en el ángulo de inclinación del panel solar y, de manera ventajosa, permitiendo el uso de los recursos naturales para facilitar la limpieza de los paneles solares cada cierto tiempo, el cual depende de las condiciones meteorológicas de la zona de implementación del campo solar.

37. Para seguir la altitud del sol, la estructura tiene una unidad de giro (110) con un eje horizontal rodante (405), paralelo a la superficie terrestre, acoplado a un motor (403, 108) con caja de cambios reductora auto bloqueante (404). Los motores (403, 108) podrán alimentarse por corriente directa (DC) o alterna (AC) y la posición será controlada por los algoritmos de seguimiento de la trayectoria del sol (102) y de limpieza automática (103) a través de uno o varios controladores de motor (402) comunicados por la interfaz de comunicación (106) del procesador (101).
38. Con el fin de facilitar el uso del sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares, se permite la visualización de variables y alarmas históricas en tiempo real y para realizar la calibración y configuración se tiene una interfaz de usuario remota la cual se comunica por medio de Wifi, ethernet o un transceptor de área amplia y baja potencia en sitios de difícil acceso donde no exista conexión a internet o cercanía con algún punto de acceso para para conexión de área local (LAN) con ethernet. De manera ventajosa, el sistema de radiofrecuencia basado en transceptor de área amplia y baja potencia permite enviar y recibir datos de forma remota con un bajo costo y bajo consumo de energía para optimizar el rendimiento del sistema.
39. La calibración del sistema de seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza automática de paneles solares es muy importante para obtener un rendimiento máximo y no necesita de hardware adicional o una rutina compleja, consiste en encontrar los puntos de neutro y constantes de escala para los sensores acelerómetro (201) y el sensor magnetómetro (203).
40. Las dos calibraciones consisten en girar el circuito de medición inercial (501, 208) en diferentes posiciones en cada uno de los ejes de rotación de forma que el algoritmo automático de calibración pueda encontrar los valores máximos y mínimos en cada eje para ajustar los ángulos medidos. Para evitar errores de vibración, los movimientos de la calibración del acelerómetro deben ser lentos como

si se tratara del movimiento de un objeto pesado durante alrededor de 45 segundos. Esta rutina podrá realizarse antes de la instalación con el circuito electrónico de control conectado a los sensores acelerómetro (201), giroscopio (202) y magnetómetro (203) y la fuente de alimentación de energía conectada.

41. Luego de realizar la calibración del sensor acelerómetro se procede a realizar el mismo procedimiento para calibración del magnetómetro (203), que a diferencia de la calibración del sensor acelerómetro (201), deberá realizarse con la carcasa puesta y en el punto de instalación. Si pasan cables con circulación de corrientes cerca a la ubicación dónde estará ubicado el sensor magnetómetro es importante realizar el procedimiento con los cables conectados para evitar posibles distorsiones de los puntos cardinales debido a campos magnéticos cercanos influyentes.
42. El dispositivo cuenta con un eje de giro horizontal (405) que se apoya sobre cojinetes de poliamida (601) los cuales poseen tratamiento de trabajo en humedad, para garantizar estabilidad dimensional, y protección UV, para evitar su degradación por efecto del sol. Los cojinetes (601) se soportan en uniones tipo chumacera en T (605), fabricadas en acero inoxidable AISI 304. Para facilitar el montaje/mantenimiento, los cojinetes (601) están divididos en dos partes. Por otro lado, para prologar la vida de estos, el sistema cuenta con un sello de corcho (604), el cual es presionado por la brida (603). Además, para garantizar que no le entren partículas y agua, sistema cuenta con cubiertas (602) a ambos lados, las cuales van solidarias al eje cuadrado de giro (405).

FIGURAS

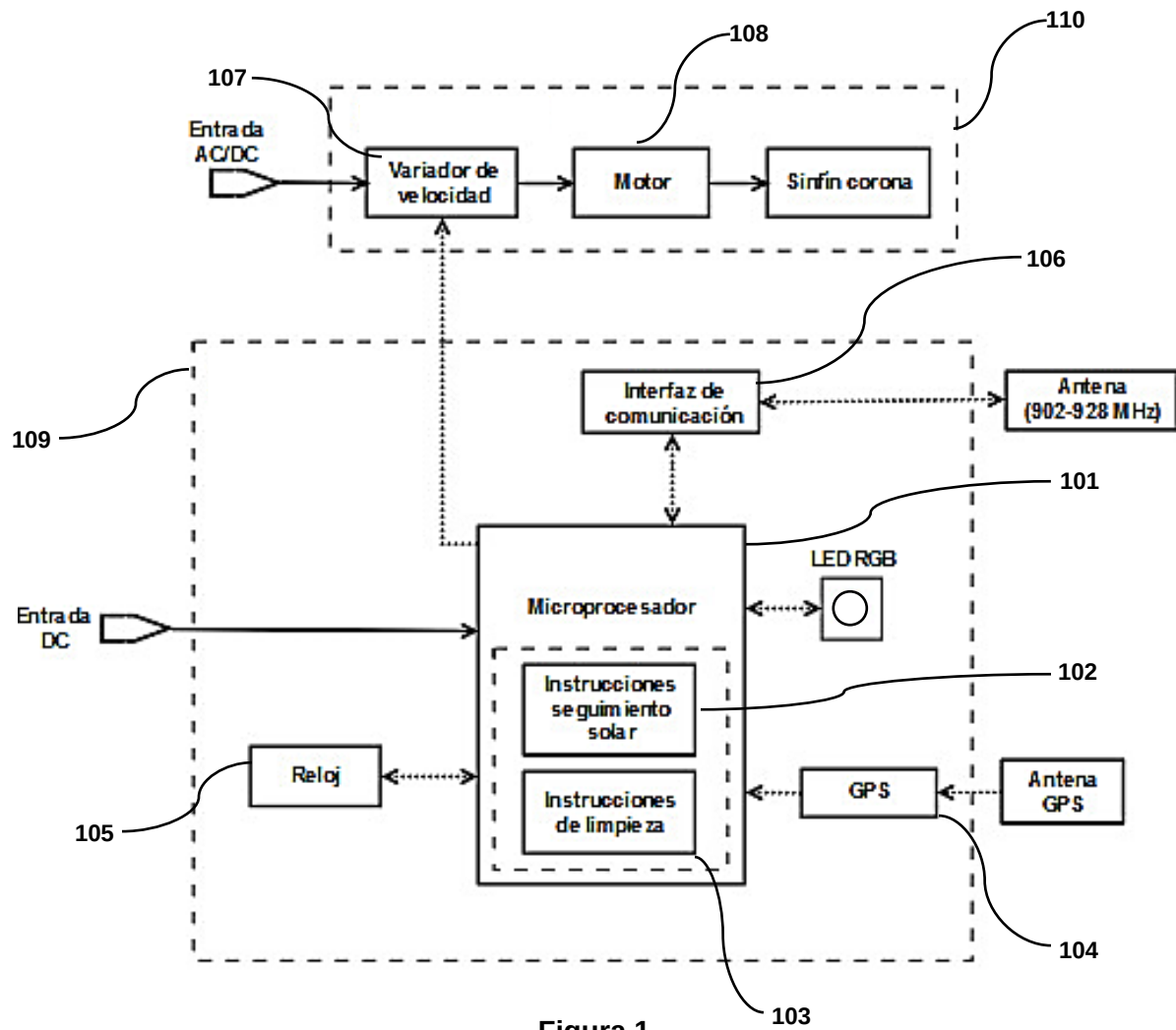


Figura 1.

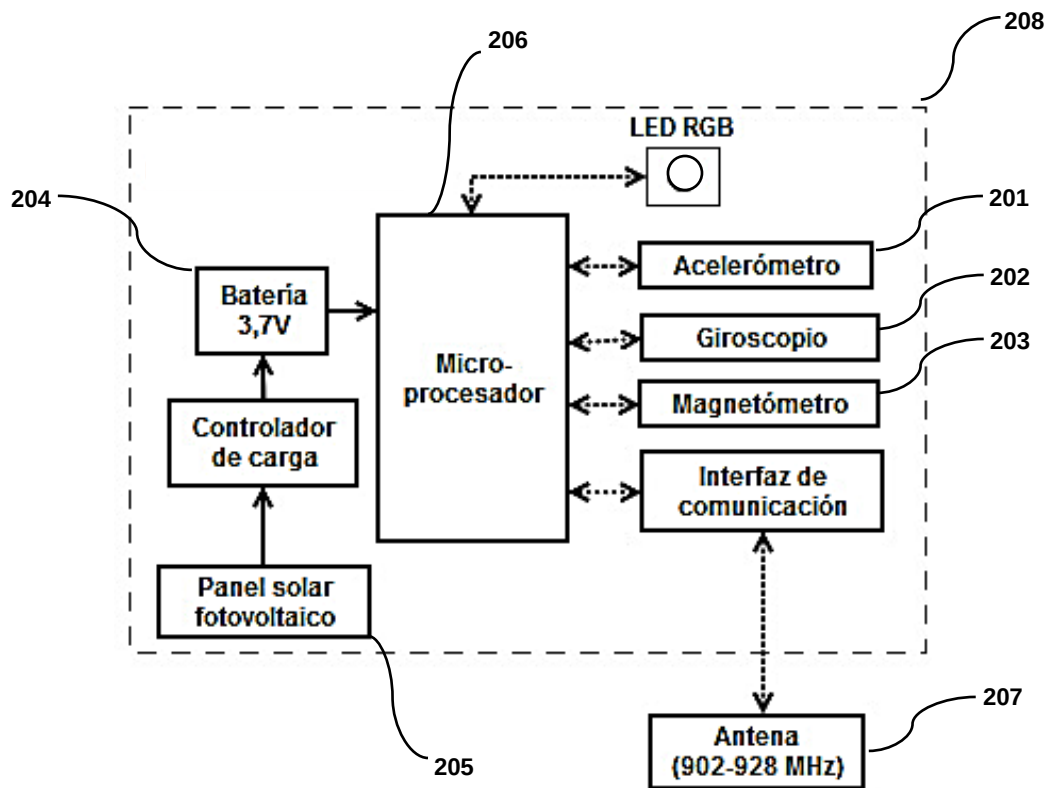


Figura 2.

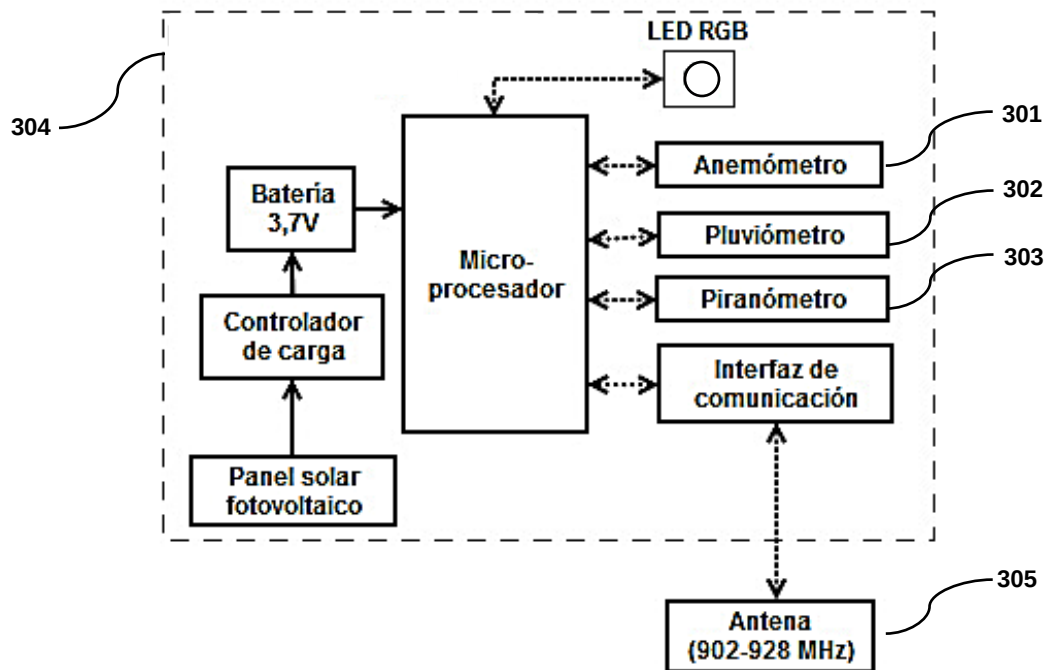


Figura 3.

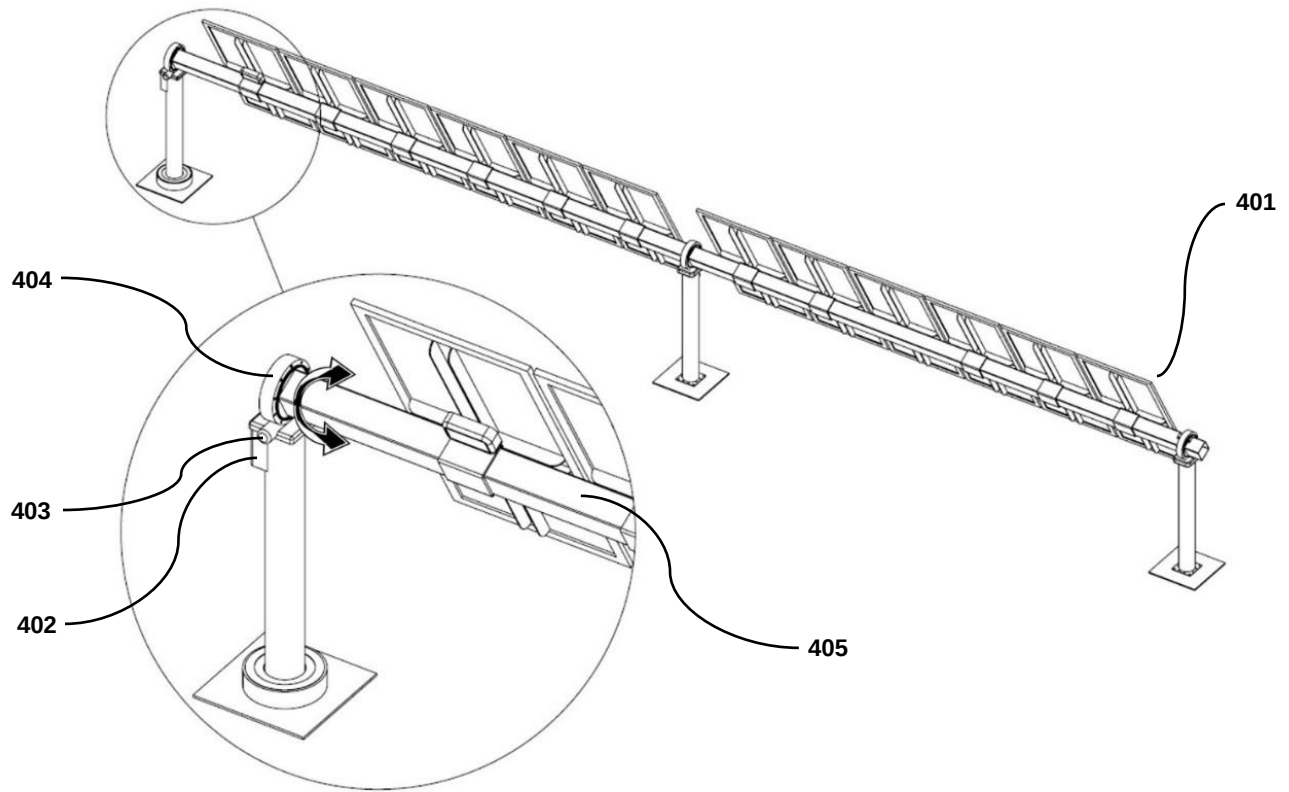


Figura 4.

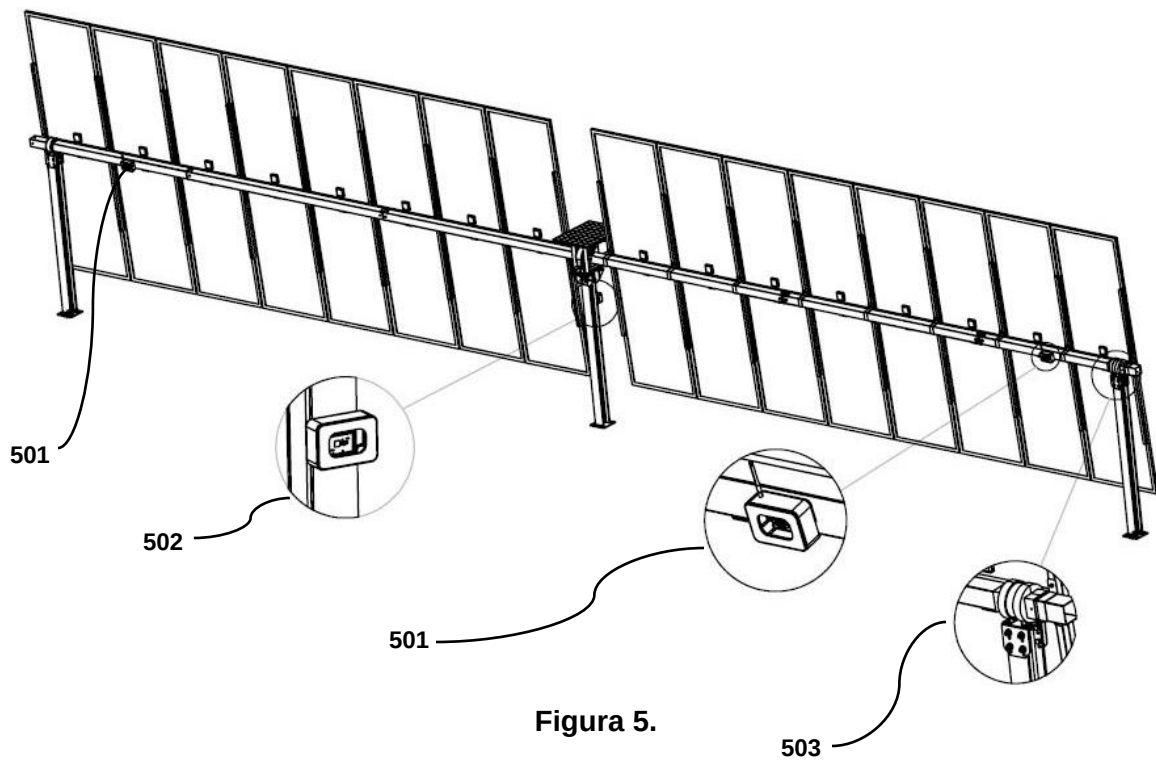


Figura 5.

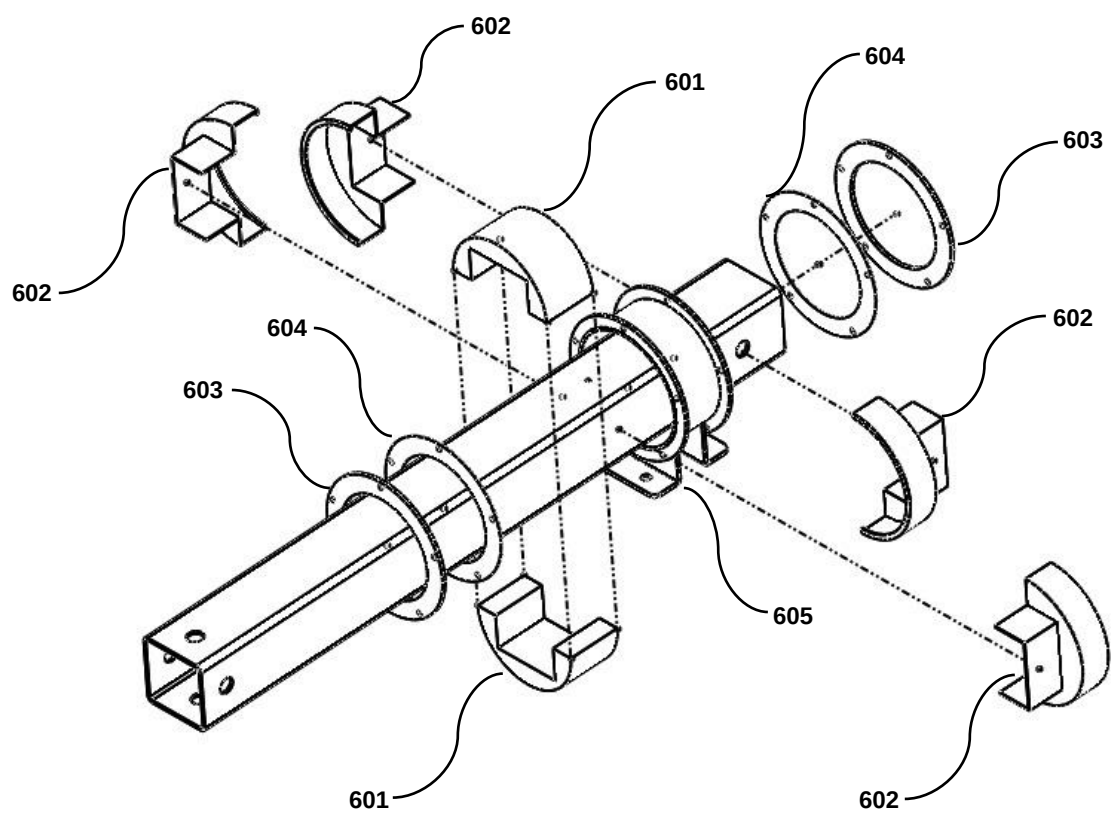


Figura 6.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, consistente únicamente en:
Un dispositivo de medición inercial;
Un dispositivo de medición meteorológica;
Un dispositivo controlador; y
Un dispositivo de rotación.
2. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de medición inercial (501) se ubica en el perfil horizontal de soporte (405) de los paneles solares, tanto al inicio como al final de cada fila de paneles (401).
3. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de medición inercial (208) consiste únicamente en un microprocesador (206), un sensor acelerómetro (201), un transceptor de área amplia y baja potencia (207), una batería recargable (204), un conjunto de celdas fotovoltaicas (205), y una carcasa de protección.
4. Dispositivo de medición inercial de la reivindicación 3, en el cual el microprocesador tiene instrucciones almacenadas que cuando se ejecutan, procesan los datos obtenidos del sensor acelerómetro y transmite la información de los ángulos azimutales del panel solar, al dispositivo controlador (109) mediante un transceptor inalámbrico de área amplia y baja potencia configurado en un rango de frecuencias de 902-928 MHz, con modulación de espectro ensanchado y de ancho de banda limitado a 500 kHz.
5. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo controlador (109) posee una salida que le permite, por medio del motor (403), mantener los paneles solares perpendiculares con respecto a la ubicación del sol, y cuando el dispositivo meteorológico detecta precipitaciones, ejecuta una rutina de movimientos periódicos de vaivén.

6. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares, de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de medición meteorológica (304) obtiene datos acerca de la velocidad, dirección del viento y la cantidad de lluvia, y envía dichos datos al dispositivo controlador (109) mediante un transceptor inalámbrico de área amplia y baja potencia (305) configurado en un rango de frecuencias de 902-928 MHz, con modulación de espectro ensanchado y de ancho de banda limitado a 500 kHz.
7. Dispositivo para seguimiento de la trayectoria del sol y limpieza de paneles solares de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de rotación consiste únicamente en un par de cojinetes de poliamida (601) partidos longitudinalmente en dos mitades que se unen y soportan en uniones tipo chumacera en T (605) de acero inoxidable de baja fricción y una carcasa de protección (602).
8. Dispositivo de rotación de la reivindicación 7, en el cual la carcasa de protección consiste únicamente en dos sellos de corcho (604), presionados cada uno por una brida (603) a cada lado, y de dos cubiertas (602) que se ubican solidarias al eje cuadrado de giro.