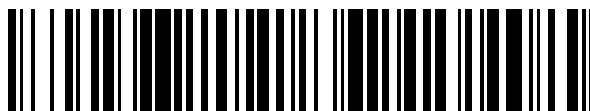


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 613**

51 Int. Cl.:

G01C 21/02 (2006.01)
G01C 21/24 (2006.01)
G01J 1/20 (2006.01)
F24J 2/54 (2006.01)
F24J 2/52 (2006.01)
F24J 2/38 (2014.01)
G01S 3/786 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2008** **PCT/US2008/086148**
87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2009** **WO09076394**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2008** **E 08860434 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017** **EP 2232201**

54 Título: **Seguidor de fuente luminosa**

30 Prioridad:

12.12.2007 US 13003

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.08.2017

73 Titular/es:

MOSER, MARK K. (100.0%)
235 SUMMIT AVENUE
MANHATTAN, KS 66502, US

72 Inventor/es:

MOSER, MARK K.

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 629 613 T3

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

DESCRIPCIÓN

Seguidor de fuente luminosa

5 Solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica prioridad de la solicitud provisional de EE.UU. n.º 60/013003 titulada "POINT LIGHT TRACKER" presentada el 12 de diciembre de 2007.

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere a dispositivos de seguimiento y, más concretamente, se refiere a dispositivos que mantienen automáticamente una orientación específica con respecto a una fuente luminosa. La presente invención se describe en el contexto de un seguidor solar, aunque la estructura física y el circuito de control electrónico relacionado con la misma encuentran una aplicación más amplia que los dispositivos de seguimiento solar. Las expresiones "fuente luminosa" o "fuente luminosa puntiforme", tal como se utilizan en la presente memoria, se refieren a una fuente de luz que emite energía radiante con una intensidad detectablemente mayor que la luz ambiental. La luz ambiental consiste en toda la luz que incide en una ubicación, en particular toda la luz reflejada.

20 Antecedentes de la invención

En la situación actual, en la que las necesidades energéticas del ser humano son considerables, la energía solar aportará una importante contribución. Una de dichas necesidades es la de la conversión de la radiación solar en una forma de energía utilizable, por ejemplo, con la concentración eléctrica o térmica mediante células solares. No obstante, la capacidad de dichos dispositivos para seguir al sol de manera continua en todas las ubicaciones de interés y de posible utilización y en diversas condiciones externas, por ejemplo, meteorológicas, presenta un problema.

En la actualidad hay muchos dispositivos disponibles que incluyen un panel solar montado para realizar movimientos que incluyen uno o dos ejes de rotación. Existen dispositivos que poseen un eje de rotación vertical controlado mediante un mecanismo de torreta. Muchos dispositivos utilizan sensores para localizar la fuente luminosa escogida. Otros dispositivos emplean fluidos calentados para impulsar el movimiento de rotación alrededor de un eje. No obstante, los dispositivos que solo giran alrededor de uno o dos ejes tienen un alcance limitado. Normalmente cuentan con un sistema de control con un numeroso conjunto de sensores para determinar la posición de la fuente luminosa escogida y un sofisticado sistema de control electrónico. Estos sistemas también suelen estar provistos de un armazón o estructura de soporte considerablemente compleja o pesada, con una multitud de componentes. Los dispositivos de torreta requieren motores, mecanismos de engranajes, cadenas y rodamientos que puedan soportar cargas pesadas. La mayoría requieren un ajuste que incluye una orientación sensible a la trayectoria de la fuente luminosa de la que se realiza el seguimiento. Muchos sistemas de seguimiento de los considerados "automáticos" requieren algún tipo de programación para completar la secuencia de seguimiento que se presenta como automática. Independientemente de la configuración del sistema de control, se requiere un reposicionamiento o reprogramación periódicos. En el documento ES 2277483, se describe, por ejemplo, un aparato para seguir una fuente luminosa conforme con el preámbulo de la reivindicación 1.

45 Sumario

El seguidor de la presente invención incluye una única columna de soporte fijada, por el extremo inferior, a la tierra y provista de una articulación universal en el extremo superior que la conecta con el centro de una plataforma sustentadora. La articulación universal permite la rotación biaxial, y no se puede dar la rotación alrededor del tercer eje ortogonal que es colineal con el eje longitudinal de la columna. Una plataforma sustentadora que incluye dispositivos de conversión de energía (por ejemplo, células solares) y un conjunto de seguimiento de fuentes luminosas va montada sobre la columna para efectuar un movimiento de rotación alrededor de dos ejes horizontales ortogonales, de manera que la plataforma se puede posicionar orientada hacia cualquier dirección, desde cerca del horizonte hasta el cenit, y barrer 360 grados alrededor del eje de la columna. En una realización, el eje de la columna de soporte pasaría a través del cenit.

La orientación de dicha plataforma sustentadora se mantiene preferiblemente mediante tres accionadores lineales, cada uno de ellos con un extremo (el extremo superior) montado en la plataforma sustentadora mediante una bisagra esférica, y el extremo opuesto o inferior montado en una base flotante encajada en la columna de soporte de manera que pueda realizar un movimiento de deslizamiento libre a lo largo del eje de soporte (es decir, el eje de la columna de soporte). Los extremos inferiores de los accionadores (que están espaciados de manera uniforme) están montados en la base flotante. La base flotante, confinada en una columna de soporte longitudinal (pero que puede moverse libremente a lo largo del eje longitudinal de la columna de soporte) sujeta firmemente el extremo inferior de los accionadores lineales mediante articulaciones giratorias también espaciadas de manera uniforme alrededor del eje de soporte. La base flotante se desliza libremente a lo largo del eje de la columna de soporte y mantiene las articulaciones de montaje de la base de los accionadores en una relación fija entre sí y con respecto al eje de

soporte. Las monturas para los extremos inferiores de los accionadores lineales están articuladas con cierta capacidad para girar en todas direcciones. Si se utilizan accionadores lineales de tipo tornillo, el extremo inferior de cada accionador ve restringida su capacidad de movimiento alrededor de su eje longitudinal, como en la realización ilustrada, porque su estructura permite un movimiento de rotación limitado alrededor del eje de extensión de estos accionadores. La base flotante también puede proporcionar soporte y recinto para un módulo de control electrónico para llevar a cabo el seguimiento.

Los extremos superiores de los accionadores lineales están montados en la parte inferior de la plataforma sustentadora mediante una articulación muy económica que permite la rotación los tres ejes en cada articulación de accionador lineal. También se puede describir como una articulación esférica, que puede girar en todas direcciones a lo largo de un sector limitado, pero sustancial. Las articulaciones de los accionadores lineales están fijadas a la plataforma sustentadora y se distribuyen con un espaciamiento angular uniforme alrededor, y a igual distancia, del eje de soporte que se cruza con el centro de la plataforma sustentadora y está situado radialmente en un plano normal al del soporte. El centro de la plataforma sustentadora está unido a la columna de soporte mediante una articulación universal.

Cuando están en funcionamiento, cada accionador lineal define la distancia entre la montura correspondiente de dicho accionador y la base flotante junto con la bisagra superior correspondiente montada sobre la plataforma sustentadora. Cuando los accionadores lineales tienen una longitud fija, se define la orientación de la plataforma superior. De este modo, se puede ajustar el plano de la plataforma superior (ajustando de manera independiente la longitud de los accionadores) llevándolo a una posición normal con respecto a la luz directa incidente, sustancialmente a lo largo de un hemisferio completo, con lo cual se permite que la plataforma siga al sol desde el amanecer hasta el ocaso en, sustancialmente, todas las ubicaciones de la tierra. Esto se logra mediante un mínimo de tres puntos y la ubicación del eje de soporte de la plataforma superior con respecto al eje de soporte.

Sobre la plataforma sustentadora están fijados un dispositivo de carga útil que incluye módulos de conversión de energía convencionales y un conjunto de sensores de control que monitoriza la ubicación espacial de la fuente luminosa puntiforme (normalmente, el sol) y controla el movimiento de los accionadores lineales para posicionar la plataforma sustentadora de manera que quede orientada hacia el sol. Esto quiere decir que una línea imaginaria (denominada eje de visión) perpendicular a la plataforma sustentadora se cruza tanto con la plataforma sustentadora como con la fuente luminosa escogida como objetivo. El conjunto de sensores incluye tres sensores principales (que detectan la iluminación directa) y tres sensores de luz ambiental, de los cuales corresponde uno a cada sensor principal. Una pantalla ocultadora opaca aísla parcialmente los sensores primarios entre sí, de manera que sus respectivos campos de visión tienen el mismo alcance, pero están aislados de los otros sensores de fuentes principales de tal manera que, cuando los tres sensores principales indican que están orientados hacia la fuente, la plataforma sustentadora también está orientada hacia la fuente (el sol).

En el conjunto de sensores de control descrito, hay tres sectores que comprenden el campo de 360 grados alrededor del centro del eje de visión. Cada sensor principal corresponde a un sensor ambiental de tal manera que cuando un sensor principal genera una señal sustancialmente mayor que el sensor ambiental correspondiente, se toma como una indicación de que el sensor de la fuente está recibiendo radiación solar directa (es decir, "ve" el sol). Cuando el sol ilumina un sensor, se envía una señal al controlador, que invierte el flujo de corriente hacia el accionador lineal correspondiente. Un extremo de cada accionador (denominado base) está montado en la base flotante y el otro extremo del accionador (el extremo de vástago) está montado en el panel sustentador en una ubicación opuesta a la de su correspondiente sensor principal. De este modo, cuando un sensor principal genera una señal indicativa de que su sector está recibiendo luz solar incidente por encima de su correspondiente pantalla ocultadora, el controlador invierte la acción del accionador lineal correspondiente. De este modo, cada sensor principal se mueve repetidamente entre una posición "ciega" y una posición "de visión".

Un sensor principal (el sensor maestro) está situado en una cavidad alargada que se extiende en paralelo al eje de visión, de manera que, cuando detecta luz solar incidente, indica que los tres sensores del sector están detectando la luz solar simultáneamente. En este instante, el dispositivo de carga útil o de conversión solar también se encuentra orientado hacia el sol en una posición normal con respecto al eje de visión. Cada accionador lineal guarda una relación similar con la fuente con la que está emparejado. El controlador reacciona de manera instantánea a las señales enviadas por los sensores de control para extender o replegar los accionadores lineales. Un circuito de "parada general" detecta este estado y detiene todos los accionadores lineales hasta que el sol se desplaza a una posición en la que un sensor principal deja de detectarlo y, después, se repite el proceso para alargar al máximo el período de tiempo durante el cual se puede aprovechar el sol, en el que la carga útil tiene la fuente a la vista, al estar situada en un plano perpendicular al eje de visión de la plataforma sustentadora.

Durante el ciclo de servicio, cada accionador lineal está extendiéndose o replegándose, de manera simultánea e independiente de los accionadores. La señal del sensor indicativa de la presencia o ausencia del sol determina si un accionador concreto se repliega y se extiende o no. Cuando un sensor de control detecta una iluminación que acciona su accionador correspondiente para extenderse, y cuando el sensor no detecta energía lumínica incidente, envía una señal a su accionador lineal correspondiente para que se repliegue. La orientación física de un accionador en el aparato y con respecto a un sensor correspondiente hace que el cilindro se extienda en presencia de luz y, de

este modo, oriente la plataforma sustentadora hacia la fuente luminosa, lo cual hace que la plataforma se mueva generalmente hacia la fuente.

El controlador electrónico incluye una pluralidad de temporizadores que gestionan las secuencias de actividad del seguidor requeridas por el usuario, el circuito de parada general de "objetivo captado" y el circuito opcional de activación del sistema de luz ambiental. El primer temporizador considerado gestiona el ciclo de reposo (es decir, cuando ninguno de los tres sensores de control detecta ninguna fuente luminosa). El ciclo de reposo es variable y se puede ajustar a cualquier periodo de tiempo que requiera la aplicación. Por lo general, para un dispositivo seguidor solar, un ciclo de reposo de 20 a 40 minutos es suficiente para mantener una orientación eficiente del colector de energía solar. Si se utiliza un colector parabólico, se puede aplicar un ciclo de reposo más corto. Se puede establecer cualquier ciclo de temporización que se desee. Al final de cada ciclo de reposo, el sistema se reactiva.

Además de las diversas configuraciones de temporizador que pueden resultar útiles para el cliente, el aparato se puede poner en funcionamiento sin temporizadores. Es decir, puede permanecer en estado "activo" y ser constantemente sensible a la posición de la fuente luminosa. Un ejemplo de esta aplicación sería que el seguidor estuviera montado en un vehículo en movimiento. Si la dirección del vehículo cambia de manera aleatoria, el seguidor se ve obligado a ajustarse de manera correspondiente para volver a captar el objetivo. Por otra parte, si el seguidor estuviera montado en un vehículo que se mueve lentamente, como un barco o una barcaza, los temporizadores pueden resultar útiles.

El temporizador del ciclo de servicio gestiona el tiempo total durante el que están activos los accionadores lineales. El tiempo necesario para esta actividad dependerá del tamaño del seguidor, las necesidades del cliente en cuanto a la velocidad del seguidor y el tiempo que tarda en captar la fuente luminosa escogida como objetivo. Un seguidor de gran tamaño con una masa considerable tardará más en orientarse que un seguidor pequeño y ligero. Además, cada accionador cuenta con dispositivos limitadores en su respectiva extensión o repliegue. Por consiguiente, la reorientación del seguidor, normalmente, solo tardará unos segundos. No obstante, si la temporización corresponde a la noche, desde un ocaso a un amanecer, el seguidor tendrá que desplazarse un ángulo de aproximadamente 170 grados para captar el sol. Esto puede tardar de 5 a 60 segundos, dependiendo del tamaño del seguidor. El temporizador del ciclo de servicio permitirá la total reorientación del dispositivo, posiblemente hasta 60 segundos, y después generará la señal de parada general y enviará una señal de restablecimiento al temporizador de reposo.

Un ciclo completo se puede llevar a cabo en cuestión de segundos, con lo que se reduce considerablemente el consumo de energía del dispositivo. Durante el ciclo de reposo, se utiliza muy poca energía para mantener la orientación de la plataforma sustentadora. El consumo de energía durante el ciclo de servicio depende de las fuerzas necesarias para mover la plataforma sustentadora y será variable. Durante el ciclo de reposo, el circuito de control solo utiliza la energía suficiente para mantener el temporizador de reposo.

Cuando la fuente luminosa está ausente, la actividad predeterminada del controlador consiste en obligar a los accionadores a replegarse. Cada accionador cuenta con un dispositivo limitador o de tope para sus posiciones de extensión y repliegue completas. En el caso del cilindro de tornillo eléctrico, se pueden utilizar conmutadores limitadores para cortar la alimentación eléctrica al motor de tornillo. Durante una situación de "luz tenue", los accionadores se repliegan por completo y se detienen, al igual que si fuera de noche. En este estado, la plataforma está orientada directamente hacia el cenit. El temporizador del ciclo de servicio completará su ciclo y el dispositivo volverá inmediatamente a su estado de baja energía del temporizador global. Con todos los accionadores replegados, la plataforma sustentadora alineará el eje central del módulo del conjunto de sensores con el eje de la columna de soporte. De este modo, en un día nublado, el presente seguidor se replegará, con lo que aumentará al máximo el ángulo sólido del cielo y colocará la plataforma de manera que esté preparada para que el sol salga por otra posición. Por la noche, el seguidor adopta la orientación de accionador replegado. Esto proporciona además una zona frontal con una menor exposición a vientos laterales en las condiciones de luz tenue de las tormentas.

Debido a la conveniencia de mantener un bajo consumo de energía, no se conserva el recuerdo de la última orientación. Esto resulta aceptable, debido a que el seguidor siempre adoptará la orientación necesaria cuando salga el sol. La necesidad de una diferenciación entre la luz ambiental tenue y la ausencia de la misma se minimiza y, por lo tanto, se ignora debido a la sencilla relación entre sensores y accionadores. En casos en los que conviene o es necesaria la detección de luz ambiente, la detección de una señal indicativa de la presencia de luz ambiental inicia el primer ciclo de servicio. Si hace sol, el dispositivo se orientará inmediatamente hacia el sol. Si no hace sol (o si es insuficiente), los accionadores del dispositivo permanecen en un estado completamente replegado, y el temporizador del ciclo de servicio completará su ciclo, al que seguirá la secuencia del temporizador del ciclo de reposo.

La capacidad del presente sistema de seguimiento para lograr una exposición al sol completamente frontal (es decir, el eje de visión de la plataforma se cruza con el sol) a lo largo de todo el día, los 365 días del año. Los sencillos componentes mecánicos de la invención son relativamente baratos. El ensamblaje y el mantenimiento se reducen al mínimo debido al número relativamente bajo de componentes y a la utilización de componentes estándar disponibles, tales como accionadores, sensores (que pueden ser fotorresistencias) y células solares. El sistema de control eléctrico es modular y se conecta de forma sencilla a los accionadores y al módulo del conjunto de sensores.

Esta sencillez permite obtener una solución económica para la industria del seguimiento solar que permitirá a los consumidores configurar y empezar a utilizar el dispositivo de manera casi inmediata. No se necesita formación ni habilidades especiales para comprender la ubicación en la que uno se encuentra en el planeta.

- 5 El presente dispositivo seguirá fácilmente a una fuente luminosa escogida como objetivo a lo largo de cualquier trayectoria esférica o celeste. Tan fácil le resultará seguir al sol en el círculo ártico como en el ecuador. Con el kit de montaje apropiado, se puede mantener cualquier panel solar orientado directamente hacia el sol durante todo el tiempo que esté brillando el sol. En días nublados, el panel estará orientado directamente hacia arriba y captará la luz procedente de la parte más extensa del cielo en todo momento. Por ejemplo, esto aumentaría al máximo la capacidad de captar la luz para un panel solar.

- 10 Con un sencillo procedimiento de instalación, y un coste de adquisición relativamente bajo, el retorno de la inversión se incrementará considerablemente con respecto al de un dispositivo de seguimiento solar menos eficiente y más caro. Como dispositivo de seguimiento solar, encontrará un uso inmediato en cualquier parte del globo, particularmente en latitudes más altas. Además, al ser un dispositivo que requiere un escaso mantenimiento, no será necesaria ninguna alineación estacional con la posición del sol en cualquier momento dado. En zonas con presencia de nieve y hielo, el módulo del conjunto de sensores se puede desplazar hasta cualquier altura por encima de la plataforma de seguimiento para garantizar que siempre sea capaz de captar el sol.

- 20 No es necesario ningún reloj digital para fijar el mes, día y hora. Cuando el sol sale, este seguidor se pone en funcionamiento. No hay piezas caras, a excepción de los accionadores lineales. Todos los demás componentes se pueden fabricar.

- 25 Los expertos comprenderán otras características y ventajas de la presente invención a partir de la siguiente descripción detallada de una realización preferida acompañada por los dibujos adjuntos en los que los mismos elementos se indican con los mismos números de referencia en las diversas vistas.

Breve descripción de los dibujos

- 30 La figura 1 es una vista superior en perspectiva de la plataforma sustentadora, los accionadores lineales y el soporte;

- la figura 2 es una vista lateral del dispositivo de la figura 1, que muestra bisagras y accionadores en una posición en la que se fija como objetivo la ubicación del sol cerca del horizonte; y hacia dentro del plano de la página;

- 35 la figura 3A es una vista lateral de un módulo de conjunto de sensores;

- la figura 3B es una vista superior en perspectiva del módulo de conjunto de sensores de la figura 3A, con la cubierta protectora retirada;

- 40 la figura 3C es una vista lateral superior en perspectiva similar a la figura 3B, que ilustra diversos ángulos en los que inciden los rayos solares, dependiendo de la posición del sol;

- 45 la figura 3D es una vista en perspectiva de un conjunto de sensores con el sol situado directamente encima del conjunto;

- la figura 3E es una vista desde arriba de un conjunto de sensores;

- 50 la figura 4 es una vista superior en perspectiva del dispositivo de la figura 1 sin que la plataforma sustentadora permita observar los accionadores lineales, la base flotante y un módulo de conjunto de sensores en una posición ajustada viendo directamente el sol en la posición de un observador;

- la figura 5 es el diagrama de bloques de un sistema de control (controlador) para el seguidor;

- 55 la figura 6 es un esquema de un circuito de control para cada accionador;

- la figura 7 es un esquema de circuito para el circuito de parada general; y

- 60 la figura 8 es un diagrama lógico que ilustra el estado de los accionadores en diversas condiciones de funcionamiento.

Descripción detallada de la realización ilustrada

- 65 El sistema que se muestra y se describe es capaz de seguir a la fuente luminosa escogida como objetivo dentro de un ángulo sólido de aproximadamente 5,2 estereorradianes, es decir, aproximadamente 10 grados por encima del horizonte en 360 grados completos. Por consiguiente, se puede utilizar como detector solar en casi cualquier latitud

del globo. Como seguidor para paneles solares, el presente sistema se puede utilizar desde los polos de la tierra en sus respectivos veranos hasta el ecuador. Una vez que se ha instalado el seguidor con el dispositivo de carga útil, solo es necesario suministrarle energía. Los controles integrados del sensor/accionador se encenderán y orientarán el dispositivo en la dirección del objetivo.

5 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el dispositivo comprende un sistema mecánico multiaxial que incluye tres accionadores lineales 9, 10 y 11. Cada accionador se extiende y se repliega linealmente y tiene un extremo de base (11A para el accionador 11, figura 2) y un extremo de vástago 11B. Una única columna de soporte 1 sostiene todo el dispositivo. La columna de soporte 1 puede estar montada sobre un pie (portátil) o estar fijada de manera
10 permanente, por ejemplo con hormigón. En la parte superior del soporte, la columna 1 es una articulación universal 2 (figura 2) que está conectada con la parte central de una plataforma sustentadora sobre la que están montados los dispositivos de carga útil, como, por ejemplo, paneles solares, uno de los cuales se indica con el número 19 en la figura 1. La articulación universal 2 está conectada con el centro de la plataforma sustentadora 6 y lo sostiene. La
15 plataforma sustentadora 6 está montada de tal manera que es capaz de inclinarse un ángulo sólido, normalmente 5,2 estereorradianes, pero puede diseñarse para que sea algo mayor o menor, si se desea. La articulación universal 2 permite la rotación de la plataforma sustentadora 6 en los dos ejes ortogonales normales al eje longitudinal de la columna de soporte 1. Por consiguiente, el dispositivo de carga útil 8 montado en la plataforma sustentadora 6 no gira alrededor del eje longitudinal de la columna de soporte 1. Se puede decir que "rueda" alrededor de la columna de soporte 1. Es decir, el dispositivo de carga útil 8 solo puede girar alrededor de dos ejes horizontales. La
20 articulación universal 2 permite un movimiento biaxial, siendo ambos ejes perpendiculares al eje vertical 1A de la columna central 1 (que se supone vertical, pero no tiene por qué serlo necesariamente).

En referencia a la figura 2, la articulación universal 2 que conecta el centro de la plataforma sustentadora 6 con la columna de soporte 1 incluye una placa de bisagra 13A conectada mediante un pasador 13C a la parte superior de
25 la columna de soporte 1, e incluye unos casquillos que reciben un segundo pasador de pivote en 13C perpendicular al eje del pasador 12 y que forma un pasador de bisagra entre la placa de bisagra 13A y una placa de bisagra 13B que se puede estampar a partir de la misma plancha de metal con la que se formó la plataforma sustentadora.

En la presente realización, los vástagos accionadores de los accionadores 9, 10 y 11 son capaces de efectuar una rotación limitada alrededor de sus ejes. Por lo tanto, se forma una articulación universal entre los extremos distales de cada uno de los vástagos de los accionadores 9, 10 y 11 y la plataforma sustentadora 6. Estas articulaciones se designan como 9A, 10A, 11A, respectivamente.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, una base flotante 23 incluye un tubo 24 que se desliza libremente a lo largo del eje z 1A (es decir, de la columna de soporte 1 del eje central) y un elemento o placa en forma de disco 23 que es
35 recibido de forma deslizable en la columna de soporte 1. La base flotante 23 se extiende en perpendicular al eje 1A de la columna de soporte 1. La base flotante 23 contiene unas cavidades para los pasadores de las articulaciones de pasador 5 para los extremos inferiores de los accionadores lineales 9, 10 y 11 de los tubos exteriores. Los accionadores lineales 9, 10 y 11 sujetan y sostienen la base flotante 23. Es decir, los tres accionadores 9, 10 y 11
40 tienen sus extremos de vástago conectados con la plataforma sustentadora 6 descrita anteriormente que se apoya en la columna 1, y los extremos traseros de los accionadores están fijados con pasador a la base flotante 23 y, por tanto, sostienen la base flotante 23, que puede moverse libremente hacia arriba y hacia abajo en la columna de soporte 1. Hay una carga constante debida a la gravedad en la articulación de pasador central 13C de la plataforma sustentadora 6. Todas las cargas que inducen la rotación en los ejes de rotación de la articulación universal central
45 13 montada en la columna de soporte central 1 se contrarrestan internamente mediante los accionadores 9, 10 y 11, la plataforma sustentadora 6 y la base flotante 23. En referencia a la figura 2, la articulación universal central formada por 13, 13A y 13B, y la columna de soporte central 1 sostienen todas las cargas verticales. Todas las cargas que son normales a la columna de soporte central 1 y provocan la flexión de dicha columna se contrarrestan estructuralmente mediante la propia columna. La plataforma sustentadora 6 no gira alrededor del eje 1A de la
50 columna central 1.

Todos los accionadores están unidos por igual alrededor de la base flotante con las articulaciones en un plano normal al eje longitudinal de la columna de soporte. Debido a que esta estructura es estable y está en equilibrio, todas las fuerzas netas quedan compensadas. Es decir, la suma de todas las fuerzas es igual a cero. En teoría, las
55 fuerzas verticales de empuje/tracción causadas por la rotación de la plataforma sustentadora, sencillamente, se compensan entre sí. La base flotante permanece fija verticalmente a lo largo del eje longitudinal de la columna. Además, estas mismas fuerzas de empuje/tracción harían que la base flotante girara de manera que perdiera la concetricidad con respecto al eje longitudinal. No obstante, con estas fuerzas verticales inducidas en la dirección del eje longitudinal de la columna, la base flotante resiste fácilmente el momento inducido por los accionadores que empujan hacia abajo y hacia arriba de manera simultánea. La base flotante incluye un tubo central constreñido y seguirá siendo concéntrica con respecto a la forma de la columna. Las fuerzas inducidas por los accionadores que se encuentran en un plano normal al eje longitudinal de la columna presentan una suma vectorial de las fuerzas
60 igual a cero. No hay ninguna fuerza restante que pudiera causar la rotación alrededor del eje longitudinal de la columna. En resumen, todas las fuerzas que podrían hacer que la base flotante gire alrededor del eje longitudinal de la columna se equilibran internamente. La base flotante se moverá solo ligeramente para equilibrar las formas triangulares netas impuestas por lo que, en definitiva, es una forma tetraédrica.

Los accionadores lineales 9, 10 y 11 que están montados en la base flotante 23 presentan rotaciones multiaxiales en sus correspondientes articulaciones de pasador 5, pero no presentan desplazamientos locales con respecto a la base flotante 23. Si se hace girar la base flotante 23, esta se traslada hacia arriba. Con los efectos de la gravedad, el conjunto de montura del accionador deslizante 2 y los tres accionadores 9, 10 y 11 buscan el punto más bajo en equilibrio. El objetivo consiste en atenuar cualquier alejamiento del eje central de la columna de soporte 1 en una articulación universal 14 (que conecta la parte superior de la columna de soporte 1 con el centro de la plataforma sustentadora, figura 2) que puede ser impuesta por la rotación de la plataforma superior 6 debido a la desviación con respecto al eje z de la columna de soporte 1. Las articulaciones de pasador inferiores 5 están espaciadas de manera uniforme a 120 grados alrededor del eje de la columna de soporte 1.

En referencia a las figuras 1 y 2, un módulo de conjunto de sensores 25 está montado en la parte superior de la plataforma sustentadora 6. El módulo de sensores (y la plataforma sustentadora) se orientan mediante el movimiento de los accionadores lineales 9, 10 y 11. Los extremos de vástago de los accionadores están montados en la cara inferior de la plataforma sustentadora 6 por medio de las tres bisagras 13, tal como se observa en la figura 2. El elemento superior o placa de cada una de las bisagras 12 está fijado rígidamente a la plataforma sustentadora 6. Cada uno de los accionadores lineales 9, 10 y 11 está espaciado de manera uniforme a 120 grados tanto en la plataforma sustentadora 6 como en la base flotante 25. La mitad inferior 13A de cada articulación universal 9A, 10A, 11A está fijada con pasador (en 13C) al vástago de un correspondiente accionador 11, 12, 13 para proporcionar un eje local (horizontal) de rotación alrededor del vástago accionador del correspondiente accionador lineal 9, 10 y 11. En la realización que se ilustra, el vástago accionador está montado en un tornillo y puede girar con facilidad, pero dentro de un intervalo limitado en el interior del cilindro o alojamiento del accionador 9, 10 y 11. De este modo, hay tres ejes de rotación ortogonales en cada bisagra superior 13A, 13B y 13C. Dada la acción de tornillo del vástago accionador, se puede utilizar una simple articulación universal para proporcionar los dos ejes de rotación normales al eje z local del accionador 9, 10 y 11. Se pueden emplear otras articulaciones giratorias multiaxiales, siempre que restrinjan el desplazamiento lateral.

Aún en referencia a la figura 1, además del módulo de conjunto de sensores 25 montado en la parte superior de la plataforma sustentadora 6, se pueden montar paneles solares (uno de los cuales se ilustra de manera esquemática con el número 19) en la superficie superior de las plataformas de soporte 6. Como otra posibilidad, la plataforma sustentadora 6 puede sostener paneles solares planos, superficies reflectantes parabólicas, conjuntos de lentes o cualquier otro tipo de superficie que requiera una función de seguimiento y reciben la denominación de dispositivo de carga útil 8. La plataforma sustentadora 6 proporciona las configuraciones de montura necesarias y funciona con un doble propósito: como monturas para los accionadores y como monturas para el dispositivo de carga útil que se desee (por ejemplo, un panel solar).

Se puede observar que las articulaciones universales que montan los vástagos de los accionadores lineales en la parte inferior de la plataforma sustentadora forman un triángulo, y los ejes de los accionadores lineales se cruzan en un punto situado por debajo en el eje de la columna de soporte 1. Las cuatro superficies imaginarias formadas constituyen un tetraedro con tres superficies triangulares formadas por los ejes de tres accionadores contiguos, y el cuarto triángulo, por las tres articulaciones esféricas 5 unidas a la plataforma sustentadora 6.

Aún en referencia a la figura 1, el diseño de los accionadores lineales 9, 10 y 11 puede ser uno cualquiera de los varios que se conocen. Se les exige que se replieguen o se extiendan bajo diversas cargas. Para sistemas de mayor tamaño que sostienen un peso considerable (o el que se desee), se pueden utilizar sistemas hidráulicos. Los cilindros hidráulicos y accionadores neumáticos se incluyen como accionadores lineales.

El módulo del conjunto de sensores

El módulo del conjunto de sensores 25 (figura 1) se describe haciendo referencia a las figuras 3A-3E. El módulo 25 incluye una base 27 sobre la cual está montada una pantalla ocultadora 31 formada por tres paredes que se cruzan 32, 33 y 34 fabricadas con un material opaco y separadas por ángulos de 120 grados, de manera que cada par de paredes contiguas forma un sector de aproximadamente 120 grados. En la base de cada sector y en la intersección de las paredes, se halla un sensor principal que puede ser una fotorresistencia (es decir, la resistencia eléctrica varía con la intensidad de la luz incidente sobre el elemento activo de la fotorresistencia). De este modo, el sector 45A (figura 3B) corresponde al primer sector principal 36 y está definido por las paredes 32 y 34 de la pantalla ocultadora 35. De modo similar, el sector 45B corresponde al sensor principal 37 situado entre las paredes 32 y 33, y el sensor principal 38 está situado en el sector 45C que está definido por las paredes 33 y 34.

En la figura 3B, en la base del sector 45A formado por las paredes que se cruzan 32, 34, se encuentra situado el primer sensor 36 para detectar la luz cuando el sol (que se muestra esquemáticamente como S) se encuentra dentro de un intervalo de posiciones. Los otros dos sensores principales, designados como 37, 38, no tienen una visión directa del sol en la posición de la figura 3B, ya que la pantalla ocultadora 31 impide la incidencia directa de la luz cuando el sol se encuentra en el sector que se muestra en la figura 3B y en una posición baja con respecto a la superficie horizontal 29 de la base 27A sobre la que están montados la pantalla ocultadora y los sensores principales.

Tal como se describirá de manera más detallada, cuando un sensor principal concreto (que está colocado en la posición más interna y más baja de un sector para recibir luz directa procedente de la fuente y que se debe distinguir de los sensores de ambiente, que se describirán más adelante) de manera que 36 detecta la fuente luminosa, su correspondiente accionador se activa para extenderse. En la figura 3B, esta extensión hace girar la base del sensor 27A hacia el sol S, debido a que el accionador correspondiente está conectado con la plataforma sustentadora por fuera de la pared 33. Cuando un sensor principal queda oscurecido (o no está iluminado) durante el funcionamiento normal, su accionador correspondiente se repliega para hacer girar la plataforma sustentadora 6 (y, por tanto, la base del sensor 27A) para elevar el sensor principal. Esta búsqueda del sol continúa hasta que los tres sensores principales detectan el sol directamente.

En el centro de la pantalla ocultadora de tres elementos 35 hay una abertura alargada 42 que forma una cavidad cilíndrica, tal como se observa en la figura 3B, y que puede tener un eje central que se extienda en paralelo o coincida con el eje de visión de la unidad. En la parte inferior de la cavidad 42 está situado un sensor 39. De este modo, cuando el sensor 39 detecta luz solar directa, acciona un circuito de parada general (que se describirá más adelante) que desactiva los tres accionadores lineales debido a que el eje de visión de la plataforma sustentadora se cruza con el objetivo.

Los sensores principales están colocados uniformemente alrededor de un plano horizontal, espaciados 120 grados y equidistantes del centro de la pantalla ocultadora 35 donde el sensor "alineado con el objetivo" 39 está situado en la parte inferior de la abertura entrante 42. Cada accionador corresponde a una pareja de sensores que comprende un sensor principal y un sensor ambiental. Cada pareja de sensores está montada en una base 27A a un ángulo elevado con respecto a un plano horizontal de la plataforma sustentadora 6, de manera que, cuando el eje de visión del conjunto esté alineado con el cenit, el horizonte también resultará visible para el conjunto. En esta orientación, el verdadero horizonte no resulta visible para el sensor de fijación de objetivo. Se pueden añadir más sensores a diversos ángulos al conjunto para aumentar la sensibilidad angular. La base 27 proporciona un alojamiento para los sensores.

Los sensores ambientales 38A, 38B y 38C están alojados en unas cavidades formadas en la base de las superficies externas 33A, 34A y 35A de las paredes 33, 34 y 35, respectivamente. De este modo, el sensor ambiental 38A está montado en una cavidad situada en la base de la pared periférica 33A de la pared del sector 33. La cavidad para el sensor ambiental 3B se indica como 34C en la figura 3B. La montura de la base 23 (figura 3B) para los sensores se eleva hacia el centro para permitir a los sensores "ver" el horizonte en casi 360 grados alrededor del eje de visión. Cuando está oscuro, todos los accionadores se repliegan, preparados para el primer signo de luz.

Las columnas de soporte pueden ser tubulares para dejar un espacio para el cableado de los sensores e incluyen una montura para el módulo del conjunto de sensores 7. Las paredes o separadores opacos 32-34 limitan el campo de visión lateral para cada sensor 36, 37 y 38 a aproximadamente 120 grados. Los sensores ambientales 38A, 38B y 38C monitorizan la luz reflejada producida por la fuente luminosa y la reflejan de vuelta al módulo de sensores. Cada uno de los sensores ambientales 38A, 38B y 38C está situado en la pared opaca 33, frente a su correspondiente sensor principal 36, 37 y 38, respectivamente. La cubierta 26 (en caso de utilizarse) es transparente y está montada de forma rígida.

Las paredes o paneles separadores 33, 34 y 35, tal como se observan en la figura 3E, están espaciadas de manera uniforme a 120 grados. Las tres paredes 33, 34 y 35 limitan el campo de visión de cada sensor a aproximadamente un tercio del ángulo sólido de visión de 2π estereorradianes. La altura de los tres paneles 19 puede afectar a la precisión del dispositivo a la hora de fijar el objetivo. Efectivamente, la precisión del dispositivo de seguimiento se puede mejorar mediante la colocación geométrica de los sensores, la altura de las tres paredes separadoras y la altura y el diámetro de la cavidad de visión de fijación del objetivo 42. La cubierta 28 puede afectar a la sensibilidad. También puede actuar como cubierta para proteger frente al entorno los sensores principales y ambientales, y las paredes separadoras.

Los tres sensores principales 36, 37 y 38 captarán la fuente luminosa escogida como objetivo cuando el sensor 40 del eje de visión vertical del módulo esté apuntando a la fuente luminosa escogida como objetivo. El eje de visión del conjunto de sensores es normal al plano de la plataforma sustentadora 6. A medida que los accionadores lineales 9, 10 y 11 se extienden o repliegan indistintamente, el conjunto 7 acabará adoptando una posición en la que los tres sensores principales 36, 37 y 38 y el sensor embebido 39 también tienen una línea de visión hacia la fuente luminosa. Cuando los cuatro sensores captan la fuente luminosa escogida como objetivo, se activa un circuito de parada general (que se describirá más adelante), y este bloquea el panel de seguimiento en una posición y a un ángulo orientados directamente hacia la fuente luminosa escogida como objetivo (en el momento de la captación).

Haciendo referencia ahora a las figuras 3A-3E, varias orientaciones de la fuente luminosa escogida como objetivo ilustran el funcionamiento del sistema. La figura 3A muestra el conjunto de sensores 7 de la figura 1 con los paneles de sombreado situados generalmente dentro de la estructura de la cubierta con la fuente luminosa incidente iluminando diversos sensores.

La figura 3B muestra la iluminación del sensor principal 36 para una disposición del sensor con respecto a las fuentes escogidas como objetivo. El sensor principal 36 está iluminado y su correspondiente sensor ambiental 38A está en sombra. Se registran cualquier diferencia de brillo considerable y el controlador genera una señal para extender el accionador 10 que tiene su vástago acoplado a una ubicación diagonalmente opuesta al sensor principal 36. Esto hace que se eleve la pared 33 de la pantalla ocultadora 35 y que el conjunto de sensores se incline, de manera que el eje de la cavidad de visión 42 se alinee mejor con el rayo de luz esquemático R de la fuente y que se eleve el sensor ambiental 38A correspondiente hacia arriba con respecto al sensor principal 36 correspondiente, con lo que se incrementa la cantidad de luz detectada por el sensor ambiental. Los otros dos sensores principales 37, 38 no reciben una iluminación directa; y el controlador genera una señal para replegar sus correspondientes accionadores 9, 11. La iluminación de los sensores ambientales refuerza la señal de repliegue. El sensor de "objetivo captado" 40 no está iluminado aún.

La figura 3C muestra una orientación del conjunto en la que dos sensores principales 36, 38 están iluminados por la fuente S situada hacia la parte inferior de la página, y sus respectivos sensores ambientales están en sombra, lo que provoca la señal de extensión para los dos accionadores correspondientes. El tercer sensor principal 37 está en sombra mientras que su sensor ambiental 38B está iluminado directamente. En este caso, el controlador genera una señal para replegar el accionador correspondiente al sensor principal 37. El sensor principal 37 no está aún iluminado, debido a la posición más baja del objetivo.

La figura 3D muestra la fuente luminosa S situada generalmente por encima y alineada con el eje z local o eje de visión 50 del conjunto de sensores 7. En este caso, el sensor de "objetivo captado" 40 está iluminado. El controlador indica a un circuito de parada general que cesen todas las señales hacia los accionadores. Casualmente, todos los sensores principales estarán iluminados mientras los sensores ambientales correspondientes están en sombra.

A medida que los accionadores se extienden y se repliegan de manera independiente, un segundo y después un tercer sensor 36, 37 y 38 acabarán por recibir una luz directa. Cuando el sensor de objetivo 40 recibe la luz (figura 3E), se da la señal de parada general. No obstante, la orientación de la figura 3C muestra los sensores 36 y 38 iluminados y sensores 37 y 40, sombreados. En la figura 3E, el seguidor se ha movido de manera que el sensor empotrado 40 también está iluminado y los sensores ambientales no reciben la luz directamente. A este ligero ángulo con respecto al eje vertical del conjunto de sensores, el sensor 40 da la señal de parada general. El sensor 40 está iluminado en un pequeño ángulo sólido definido por el diámetro y la longitud de la cavidad tubular en la que está montado y el tamaño físico del sensor.

El controlador electrónico

La figura 5 es un diagrama de bloques del controlador electrónico para los accionadores. El sistema mecánico acoplado (dentro del bloque 54) del aparato que se muestra es similar al de las figuras 1 y 4, que se pueden utilizar como referencia visual. La geometría en la imagen del sistema mecánico acoplado dentro del bloque 54 incluye la plataforma sustentadora 6 de la figura 1. La parte superior del diagrama de la figura 5 muestra la integración de los sensores del sistema con los componentes de activación y accionamiento de los accionadores. Cuando se aplica una tensión al sistema, un temporizador global 56 genera los ciclos de reposo y de servicio para el aparato. Tras un periodo de tiempo especificado, el temporizador 56 da la señal a un controlador de relé unipolar de una vía 57 (SPST, por sus siglas en inglés) que, a su vez, activa un circuito de relé normalmente abierto de un relé unipolar 58. Con la energía eléctrica procedente de la fuente 59, se alimentan tres relés bipolares de dos vías 60, 61 y 62 (DPDT, por sus siglas en inglés) para impulsar los accionadores lineales 9, 10 y 11 de la figura 1. Cada relé 60, 61, 62 está conectado con un cableado cruzado, de manera que, si no hay ninguna señal procedente de los controladores de relé 63, 64, 65 del correspondiente accionador, la activación de los relés 46-47 hará que todos los accionadores correspondientes se replieguen. Esto, a su vez, hace que el sistema mecánico acoplado de la figura 1 reoriente el conjunto de sensores hacia una posición horizontal. Esta actividad puede o no cambiar la iluminación incidente de los sensores correspondientes. No obstante, en presencia de la fuente luminosa escogida como objetivo, los estados de todos los conjuntos de sensores pueden pasar a "iluminados" en cualquier combinación y se representa mediante una entrada general de conjunto de sensores, λ .

Las entradas λ se definen del siguiente modo para utilizarlas en la figura 5 y la figura 8. λ_1 es la entrada de la fuente luminosa para el sensor de objetivo, λ_{1P} es la entrada para el sensor principal del accionador principal, λ_{2P} es la entrada de luz para el sensor principal del accionador 10, λ_{3P} es la entrada para el sensor principal del accionador 11, λ_{1A} es la entrada para el sensor ambiental del accionador 9, λ_{2A} es la entrada para el sensor ambiental del accionador 2 y λ_{3A} es la entrada para el sensor ambiental del accionador 10. Estas entradas principales/ambientales se comparan en cuanto al brillo relativo y se envía la señal apropiada. La salida del sensor de objetivo corta la activación del temporizador. Los accionadores están controlados por las salidas de los sensores principales. Una señal alta hace que el accionador se extienda, mientras que una señal baja hace que se repliegue.

En referencia a la figura 8, se describen todas las combinaciones de los estados de λ . Si los sensores están iluminados de manera que se da cualquier combinación de λ_1 , λ_2 o λ_3 , se proporciona una señal al controlador de relé correspondiente, que, a su vez, activa el correspondiente relé bipolar de dos vías, con lo que se invierte el flujo

de corriente al correspondiente accionador. Debido a que la iluminación de un sensor hace que el sistema mecánico acoplado busque una posición normal con respecto a la fuente luminosa puntiforme y debido a que los tres sensores buscan el punto de manera simultánea, el plano de la plataforma sustentadora 6 se mueve inevitablemente hacia una orientación normal a la posición de la fuente luminosa puntiforme.

5 Cuando la plataforma sustentadora 6 se aproxima a la posición normal a la fuente luminosa puntiforme, se iluminará el sensor de objetivo 40, λ_T . En ese caso, se envía una señal al circuito de desconexión de señal de objetivo 67, normalmente cerrado, que controla el relé unipolar 58 (SPST). El relé unipolar de una vía se desactiva y se corta la corriente a todos los accionadores. Este conjunto de circunstancias está representado por el número de orientación 10 ocho del diagrama lógico de la figura 10 y se denomina estado de parada general. Mientras el temporizador global señale el ciclo de servicio y el sensor de objetivo siga estando iluminado, el aparato permanecerá inmóvil. La fuente luminosa puntiforme escogida como objetivo ha sido captada. Mientras el temporizador global señale el ciclo de reposo, el relé unipolar de una vía, permanecerá en su estado de circuito normalmente abierto y no fluye corriente a los accionadores lineales 9-11 de la figura 1.

15 Los relés bipolares de dos vías 60-62 están conectados con un cableado cruzado y se reciben la denominación de controlador direccional para el accionador lineal correspondiente. Estos circuitos controlan la extensión o el repliegue del accionador lineal correspondiente. Si se aplica una tensión, siempre se suministra corriente al accionador.

20 En resumen, el conjunto de sensores del aparato mecánico acoplado se controla dinámicamente mediante la iluminación, λ , de los sensores acoplados. Esta actividad es interrumpida por la iluminación del sensor de objetivo. El temporizador global proporciona la temporización prioritaria de control del sistema.

25 Cuando están montadas en la parte inferior de la plataforma sustentadora 6, las bisagras esféricas 9A, 10A, 11A forman un triángulo equilátero en la realización ilustrada. Otras aplicaciones pueden requerir otras disposiciones triangulares dimensionales. Por ejemplo, la ubicación de la bisagra hacia el centro de la columna 1 afecta a la velocidad con la que gira la plataforma sustentadora. El módulo del conjunto de sensores 7 de la figura 1 montado sobre el dispositivo de carga útil 8 corresponde a tres accionadores lineales 9, 10 y 11 con una geometría triangular similar.

30 Los sensores principales 36, 37 y 38 están colocados de forma circunferencial y espaciados a 120 grados alrededor de un círculo horizontal. El módulo del conjunto de sensores 7 está situado preferiblemente en un plano paralelo a la plataforma sustentadora 6. El conjunto de sensores 7 de la figura 1 se puede colocar en cualquier lugar del dispositivo de carga útil 19.

35 Funcionamiento

Haciendo referencia ahora a la figura 4, en general, cuando la fuente luminosa escogida como objetivo ilumina una fotorresistencia, su resistencia cambia, lo cual genera una señal para obligar al correspondiente accionador lineal a extenderse. En referencia a la figura 4, el sensor principal 36 está expuesto, por tanto, a la parte del cielo opuesta al 40 correspondiente accionador lineal 10. El sensor principal 7 está expuesto a la parte del cielo opuesta al correspondiente accionador lineal 9. El sensor principal 38 está expuesto a la parte del cielo opuesta al correspondiente accionador lineal 11. Con esta disposición, cuando uno cualquiera de los accionadores lineales 9, 10 y 11 se extiende, la plataforma sustentadora 6 gira hacia la zona del cielo que incide sobre la correspondiente 45 fotorresistencia y, por tanto, la acciona, (o refuerza su señal). Cada uno de los otros dos accionadores lineales 9 y 10 de la figura 1 funcionarán de manera similar, pero independiente de los demás accionadores. El comportamiento neto de todos los accionadores lineales combinados define el plano de inclinación hacia el que se empuja el módulo del conjunto de sensores. Con el movimiento de la plataforma sustentadora 6 iluminando finalmente de manera uniforme la cavidad de visión de colimación 42 en la que se aloja el sensor central de parada general 40 de la figura 50 3, se detiene todo el movimiento de los accionadores.

El sistema descrito es totalmente automático y seguirá dinámicamente a una fuente luminosa escogida, independientemente de la posición inicial y la trayectoria de dicha fuente luminosa. Se puede configurar de manera 55 electrónica para que se accione a sí mismo, lo que permite la utilización del dispositivo en zonas remotas. La pérdida de energía no afectará al funcionamiento una vez que se haya restablecido la alimentación eléctrica. No hay ninguna memoria electrónica que mantener ni se requiere ninguna orientación inicial.

El funcionamiento del dispositivo es sencillo. El sistema de control está completamente integrado en el mecanismo de seguimiento. Funciona automáticamente para seguir a una fuente luminosa en una trayectoria hemisférica. Como 60 dispositivo de seguimiento para paneles solares, está colocado preferiblemente sobre un soporte vertical, como la columna 1 de la figura 1, de manera que la capacidad de seguimiento hemisférico descrita anteriormente se alinea con el cielo.

Otras aplicaciones para el dispositivo pueden tener otras necesidades de elección de objetivo que requieran una 65 columna central que no sea vertical y no pueden activarse por gravedad. En referencia a la figura 1, se podría utilizar un simple resorte de tensión para alejar la montura del accionador deslizante 1 con respecto a la plataforma

sustentadora 6.

La geometría básica del dispositivo es la de un conjunto de cuatro triángulos (tres formados al extender los ejes de los accionadores lineales hasta que se encuentran en el eje 1A del soporte 1, y el cuarto formado por el montaje de los extremos de vástago de los accionadores en la plataforma sustentadora 6) unidos en unos ubicaciones comunes y compartiendo unos bordes comunes, por lo que forman un tetraedro. La que normalmente podría denominarse base (o superficie inferior) del tetraedro ha sido invertida y está sostenida por una columna en el centro de uno de los triángulos designados para constituir la base invertida.

Atendiendo ahora a la figura 6, se muestra un diagrama esquemático de circuito para el circuito de accionamiento o controlador para cada uno de los accionadores 9, 10 y 11. Los tres circuitos de accionamiento pueden ser idénticos, por lo que solo es necesario describir uno de ellos para que los expertos en la materia entiendan la invención. El accionador puede ser el designado como 63. El accionador 63 está conectado en serie con los contactos 64 de un relé bipolar de dos vías 78 y una fuente de energía eléctrica M, que puede ser una batería correspondiente al accionador 63.

El sensor principal 36 y la resistencia R1 están conectados en serie con el correspondiente sensor ambiental 38A y una resistencia R2 que posee un valor mayor que R1. La unión entre R1 y R2 forma una unión o nodo 71 que también está conectado con una unión entre las resistencias R3 y R4, y con una entrada 75 de un circuito comparador 72. La resistencia de R3 es mayor que la de R4, y las de R3 y R4 son mucho más grandes que las de R1 y R2. Una segunda entrada 76 del comparador 72 está conectada a una unión 63 entre las resistencias fijas R5 y R6 (cuyos valores de resistencia pueden ser iguales).

Cabe suponer que las características de respuesta (es decir, la luz incidente frente a la resistencia) de las fotorresistencias 36, 38A son iguales. Durante su funcionamiento, cuando el sensor principal 36 no está recibiendo luz directamente incidente, los valores de los respectivos sensores 36, 38A son grandes en comparación con R1 y R2 y sustancialmente iguales. De este modo, La tensión en el nodo 71 es mayor que en el nodo 73 (debido a que R2 es mayor que R1, y R5 y R6 son iguales). De este modo, la tensión en la entrada 75 del comparador es mayor que en el nodo 73 (la entrada 76) y el comparador 72 no genera una señal positiva para hacer que el transistor 77 conduzca la corriente.

Cuando la fuente luminosa se expone directamente al sensor principal 36, su resistencia disminuye de manera sustancial, mientras que la resistencia del correspondiente sensor ambiental 38A permanece generalmente constante, de manera que la tensión en el nodo 71 aumenta de manera sustancial con respecto a la tensión constante en el nodo 73, lo que hace que el comparador 72 genere una señal de salida que hace que el transistor 77 conduzca la corriente y se active la bobina del relé 78, lo que hace que los contactos 64 cambien la posición que se muestra en la figura 6 e inviertan la corriente en el accionador A1, designado como 63. De este modo, se invierte la dirección del accionador.

De este modo, cuando la fuente luminosa escogida como objetivo incide directamente sobre un sensor principal, el accionador correspondiente se extiende, y cuando la fuente luminosa no ilumina un sensor, el accionador correspondiente se repliega.

El circuito de parada general que se muestra en la figura 7 es similar a los circuitos de accionamiento para los accionadores en configuración, componentes y funcionamiento. No obstante, el sensor principal 39 es el sensor de parada general (o de "objetivo captado") que se explica anteriormente. Por tanto, se utilizan números de referencia similares para los mismos componentes. No obstante, el relé de salida se designa como 78A en la figura 7; y acciona un contacto simple 79 que, cuando se encuentra en la posición que se muestra en la figura 7, desactiva los tres accionadores. El equilibrio ambiental para el circuito de parada general de la figura 7 está conectado a tierra mediante la conexión 82 en paralelo a las conexiones en 79, 80 y 81 para cada circuito accionador, tal como se muestra en la figura 6. De este modo, se desactivan los controladores de los accionadores conectando a tierra la unión 71 (es decir, B1) de la figura 6 durante periodos de oscuridad.

Cuando dicho sensor de parada general 40 está iluminado directamente (es decir, la fuente está situada directamente encima de la cavidad de visión 42 y a lo largo del eje de visión), el comparador 72 hace que el transistor 77 conduzca la corriente y los tres accionadores 9, 10 y 11 (A1, A2 y A3) se desconectan de su fuente de alimentación correspondiente. Cuando la fuente luminosa no está alineada con el eje de visión, el circuito de parada general no se activa, y los tres accionadores reciben energía y quedan preparados para actuar.

Aunque en la realización que se ilustra, cada sector del conjunto de sensores se extiende en un mismo incremento angular, esto es preferible, pero no es necesario. Por ejemplo, un sector se podría extender sesenta grados y los otros dos, ciento cincuenta grados cada uno. Incluso estas relaciones angulares se pueden cambiar, y los ángulos finales pueden verse afectados por la aplicación concreta. Además, no es necesario que el triángulo formado por las ubicaciones de montaje de los accionadores sea equilátero. No obstante, la columna de soporte debería estar montada en el centro del triángulo, es decir, el punto en el que se cruzan las líneas bisectrices de los tres ángulos. Otras monturas que forman un triángulo incluyen la base flotante. Los sensores pueden incluir fotorresistencias,

fotodiodos, sensores de movimiento o fluidos calentados.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para seguir una fuente luminosa (S), que comprende:

5 una columna de soporte (1);

una plataforma (6) montada de forma giratoria en dicha columna de soporte (1) y que tiene un eje de visión (50) que se extiende en perpendicular desde dicha plataforma (6);

10 una pluralidad de accionadores lineales (9, 10, 11) espaciados angularmente de manera uniforme alrededor de dicha columna (1), con cada accionador (9, 10, 11) montado de forma giratoria por una ubicación (9A, 10A, 11A) en dicha plataforma (6);

caracterizado porque:

15 hay una base (23), recibida de forma deslizable dicha base (23) en dicha columna de soporte (1) para moverse a lo largo de un eje longitudinal (1A) de la misma;

20 cada accionador (9, 10, 11) está montado de forma giratoria por una segunda ubicación (5) en dicha base (23);

hay al menos un sensor (36, 37, 38) para cada accionador (9, 10, 11), capaz de responder cada sensor (36, 37, 38) a la energía radiante incidente, dispuestos dichos sensores (36, 37, 38) para recibir directamente energía procedente de dicha fuente luminosa (S) en diferentes sectores laterales (45A, 45B, 45C) de dicha plataforma (6) cuando dicho eje de visión (50) se cruza con la fuente luminosa (S) y no se tiene acceso a una línea de visión a cualquier otro de dichos sensores (36, 37, 38); y

25 hay un controlador para cada uno de los sensores (36, 37, 38) y accionadores (9, 10, 11) correspondientes, generando cada controlador una señal para extender un correspondiente accionador (9, 10, 11) cuando una energía radiante incidente por encima de un nivel predeterminado es recibida por dicho sensor (36, 37, 38) y replegarlo cuando la energía radiante incidente está por debajo de dicho nivel predeterminado.

2. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende:

35 tres sensores (36, 37, 38) y tres accionadores lineales (9, 10, 11), que tienen cada uno un extremo de vástago (9B, 10B, 11B) y un extremo trasero;

una articulación esférica (13) que conecta uno de dichos extremo de vástago (9B, 10B, 11B) y extremo trasero de un accionador (9, 10, 11) con dicha plataforma (6); y

40 una articulación esférica (9A, 10A, 11A) que conecta el otro de dichos extremo de vástago (9B, 10B, 11B) y extremo trasero de cada accionador (9, 10, 11) con dicha base (23).

3. El aparato de la reivindicación 2, que además comprende tres accionadores lineales (9, 10, 11), conectado de forma giratoria cada accionador (9, 10, 11) con dicha plataforma (6) por una ubicación de montaje, definiendo dichas ubicaciones de montaje un triángulo equilátero.

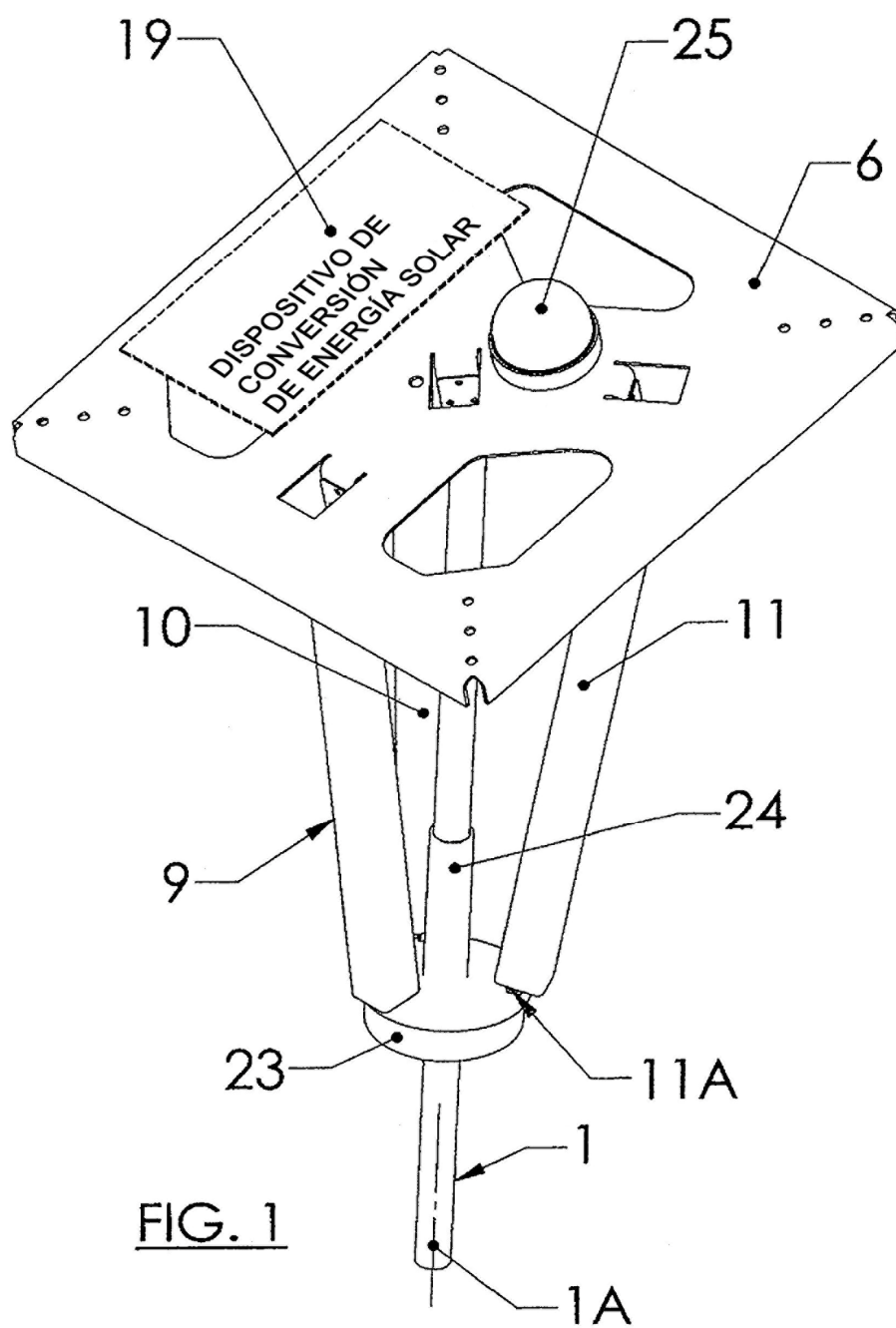
4. El aparato de la reivindicación 2, que además comprende una pared opaca (32, 33, 34) que separa cada sensor (36, 37, 38) de una línea de visión directa con sensores contiguos (36, 37, 38), sin limitar a la vez la incidencia directa de energía radiante a lo largo de trayectorias paralelas a dicho eje de visión (50) de dicha plataforma (6).

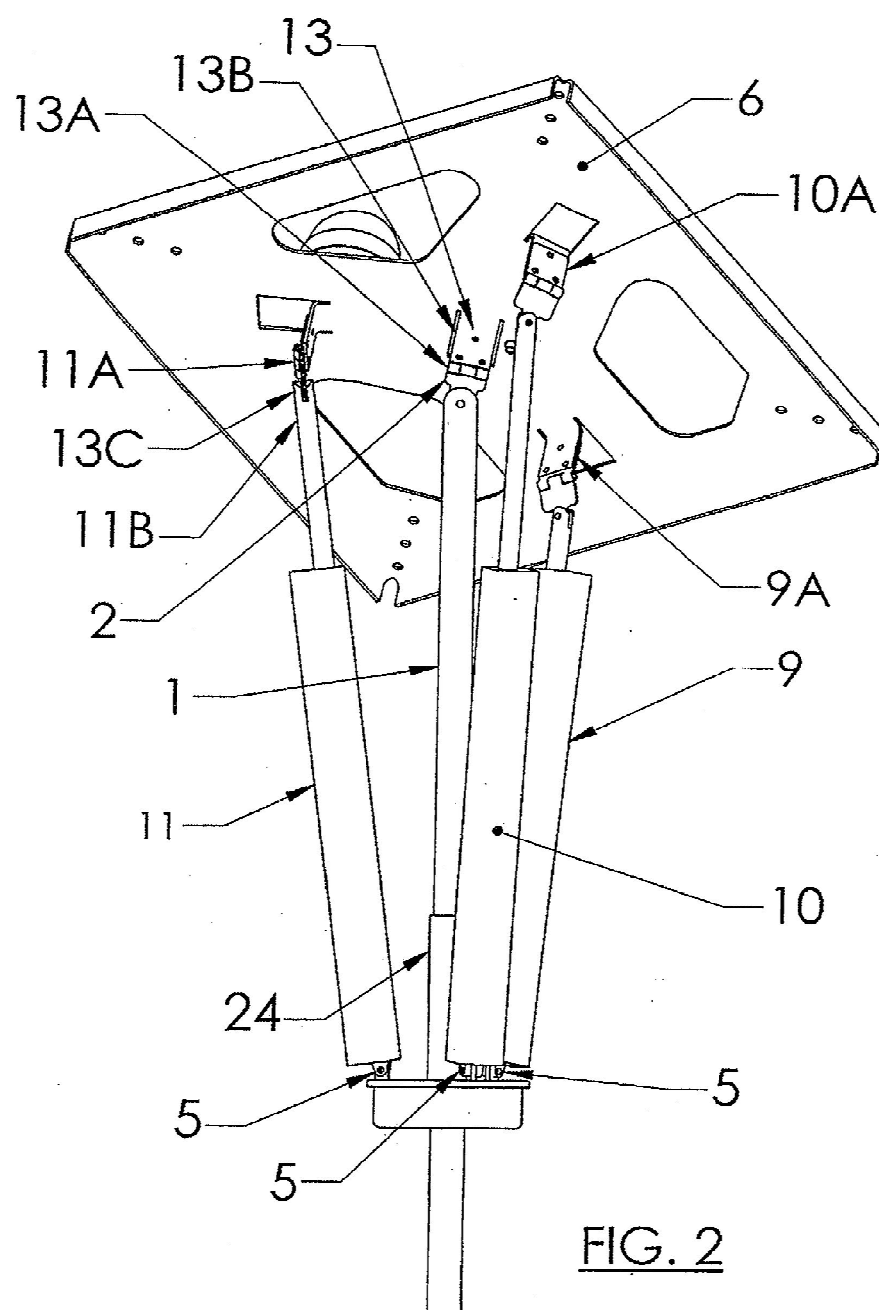
5. El aparato de la reivindicación 4, en el que dichos sensores (36, 37, 38) son unos sensores principales para la recepción de radiación directa de la fuente, y que además comprende un sensor ambiental (38A, 38B, 38C) por cada sensor principal para detectar la radiación ambiental, y en el que dicha pared opaca incluye tres segmentos de pared (32, 33, 34) que se extienden radialmente hacia fuera desde una ubicación central y definen tres sectores de sensor (45A, 45B, 45C) iguales, estando situado un sensor principal en cada sector de sensor (45A, 45B, 45C) contiguo a la ubicación en la que se encuentran dos segmentos de pared contiguos y en la base de dicha pared (32, 33, 34); y en el que cada sensor ambiental (38A, 38B, 38C) está situado en una cavidad (34C) en la base de uno de dichos segmentos de pared para recibir radiación únicamente desde una dirección que se extiende radialmente desde dicho eje de visión (50).

6. El aparato de la reivindicación 1, que además incluye un segundo y un tercer sensor (37, 38) situados en diferentes sectores (45A, 45B, 45C) de idéntica extensión angular, que además incluye una barrera opaca que incluye tres paredes parciales (32, 33, 34), situada una pared (32, 33, 34) entre cada par de sensores (36, 37, 38) contiguos y bloqueando el acceso de la línea de visión entre sensores (36, 37, 38) contiguos.

7. El aparato de la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos sensores (36, 37, 38) es una fotorresistencia que

- comprende un sensor principal, incluyendo además dicho aparato un sensor ambiental (38A, 38B, 38C) para cada sensor principal, alojado cada sensor ambiental (38A, 38B, 38C) para recibir luz ambiental al tiempo que se le impide la visión directa a lo largo de líneas paralelas a dicho eje de visión (50), y en el que cada controlador incluye un circuito comparador (72) para comparar la señal de respuesta de un sensor principal con la señal de respuesta de un correspondiente sensor ambiental (38A, 38B, 38C), generando el sensor principal una señal de control para un accionador (9, 10, 11) correspondiente, solo cuando su señal de entrada es mayor que la señal ambiental correspondiente.
- 5
8. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende un sensor de captación de objetivo (40) montado en una
- 10 cavidad (42) que se extiende a lo largo de una línea central en la dirección del eje de visión (50) de la plataforma sustentadora (6), generando dicho controlador una señal para detener el movimiento adicional de dichos accionadores (9, 10, 11) cuando dicho sensor de captación de objetivo (40) recibe directamente radiación procedente del objetivo.
- 15 9. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende una bisagra (2) para montar dicha plataforma (6) en dicha columna (1) de manera que gire únicamente alrededor de dos ejes ortogonales.
10. El aparato de la reivindicación 5, en el que cada accionador (9, 10, 11) está dispuesto para elevar dicha plataforma sustentadora (6) por una ubicación opuesta al sensor (36, 37, 38) correspondiente al accionador (9, 10, 11) cuando el accionador (9, 10, 11) se extiende, y para bajar dicha plataforma sustentadora (6) por dicha ubicación opuesta al sensor (36, 37, 38) correspondiente cuando el accionador (9, 10, 11) se repliega.
- 20





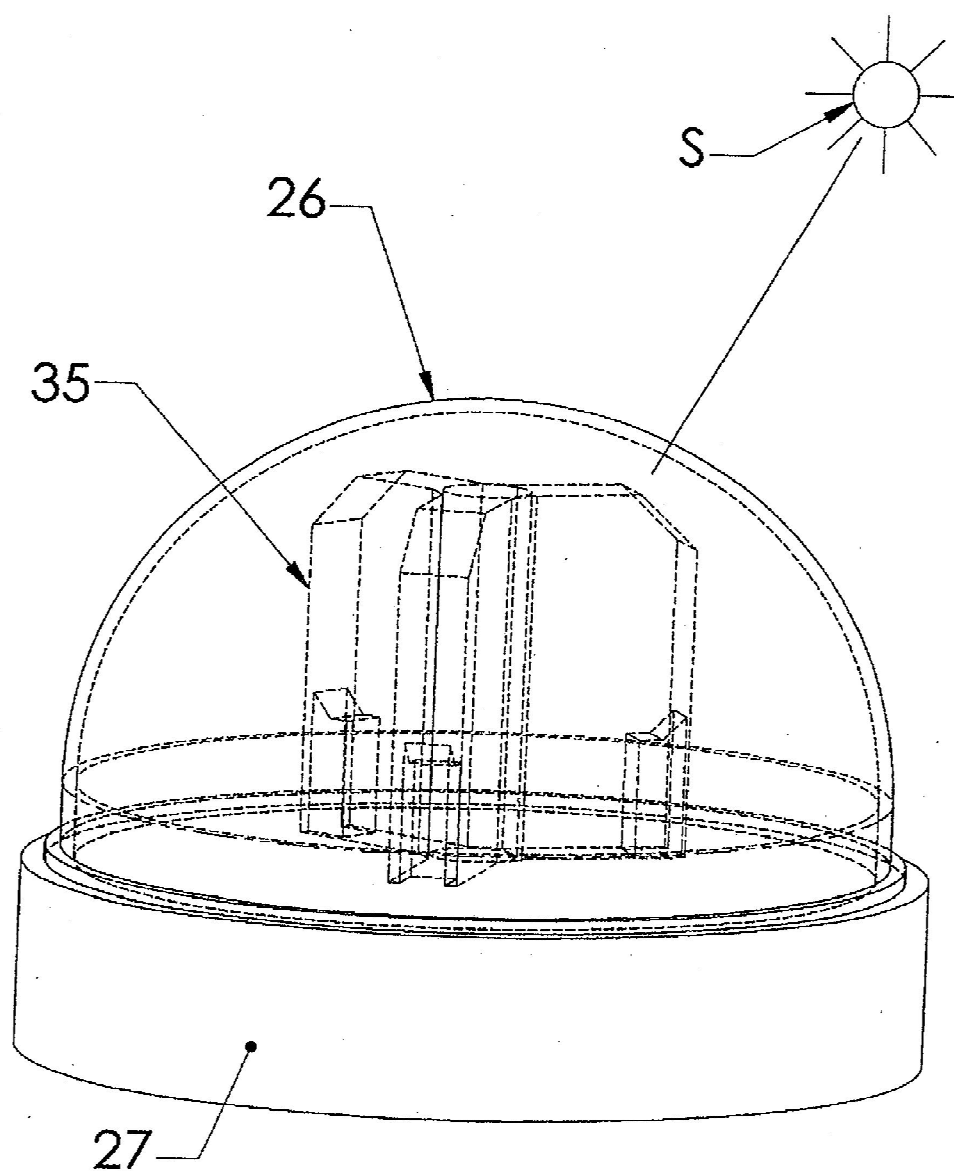


FIG. 3A

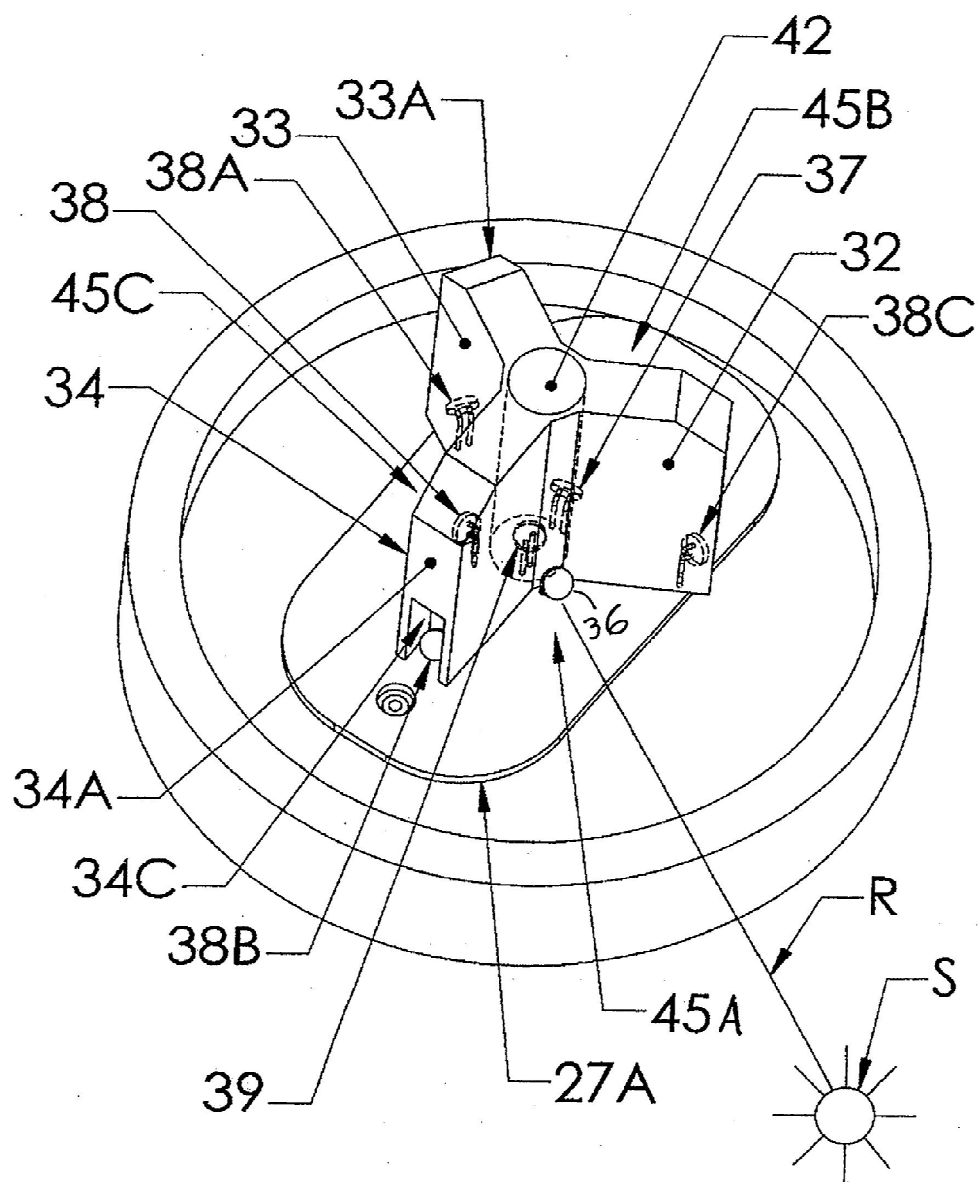


FIG. 3B

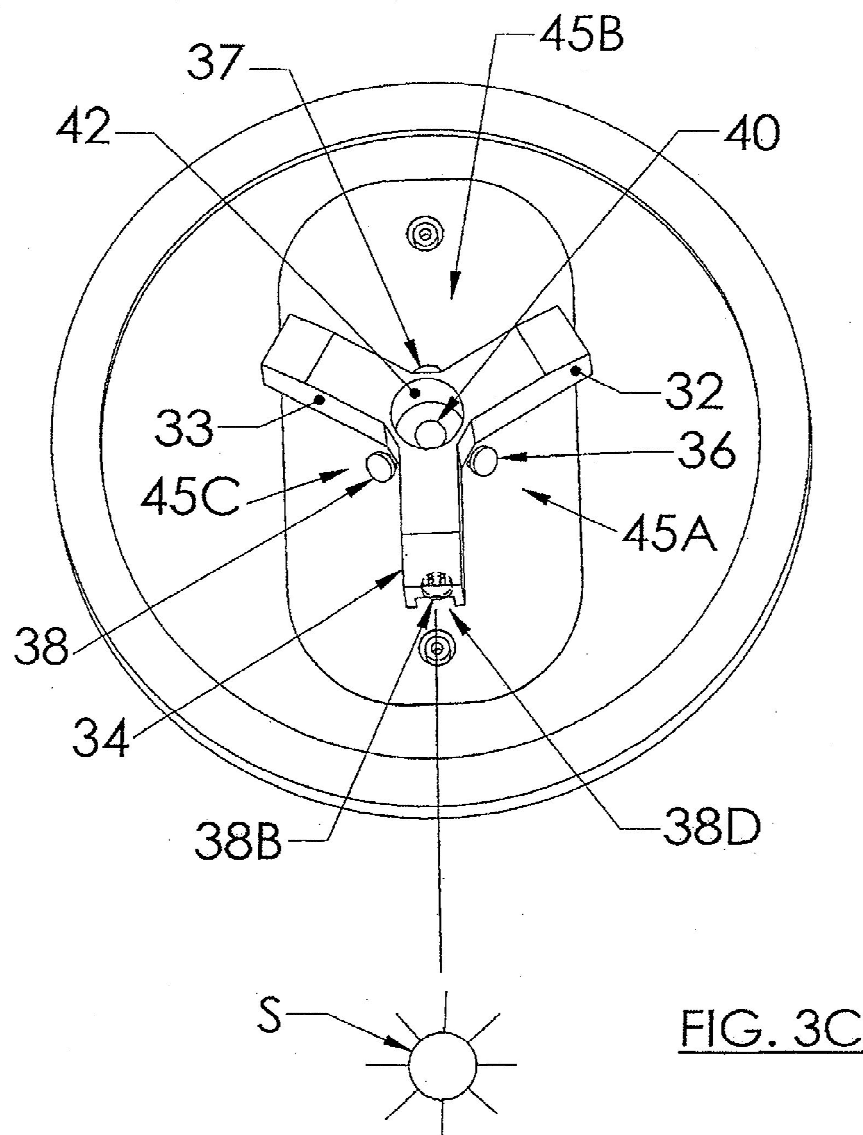
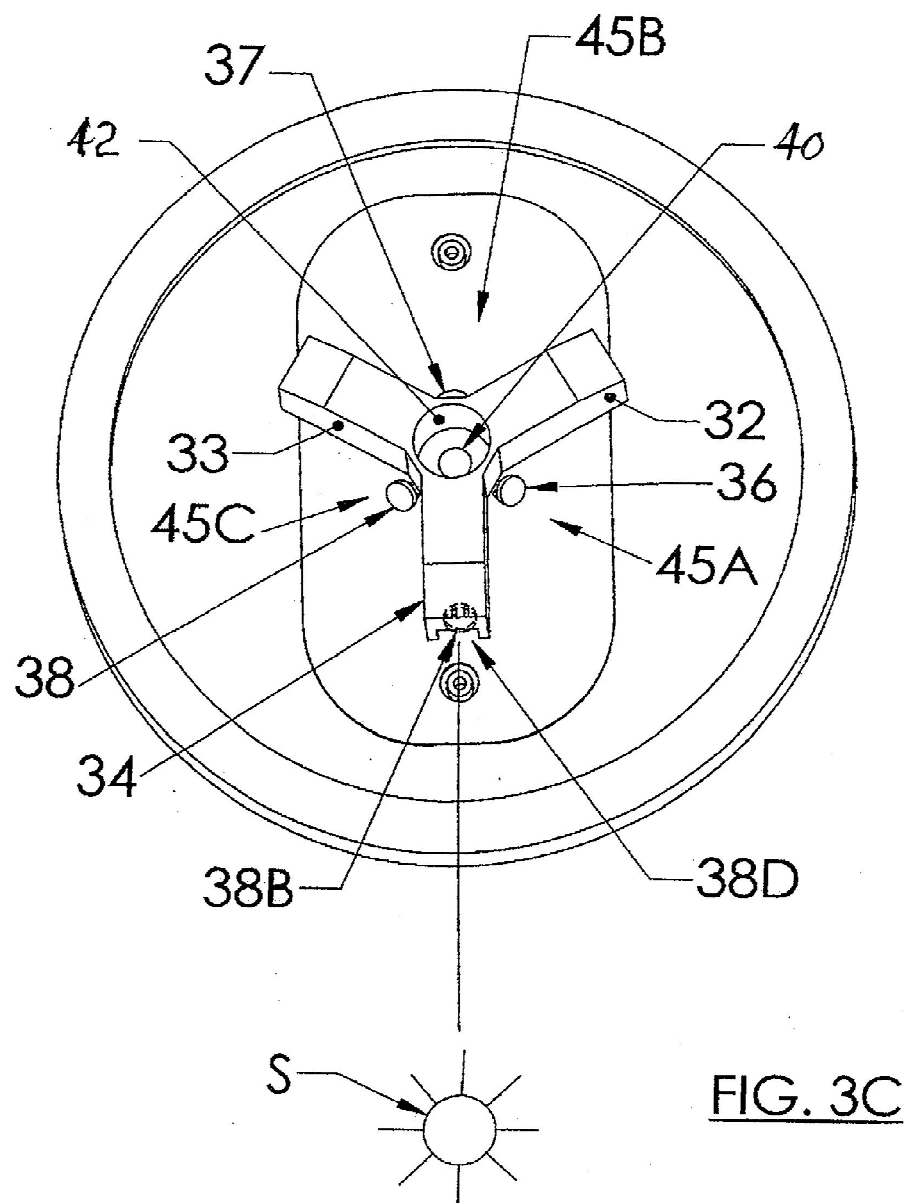


FIG. 3C



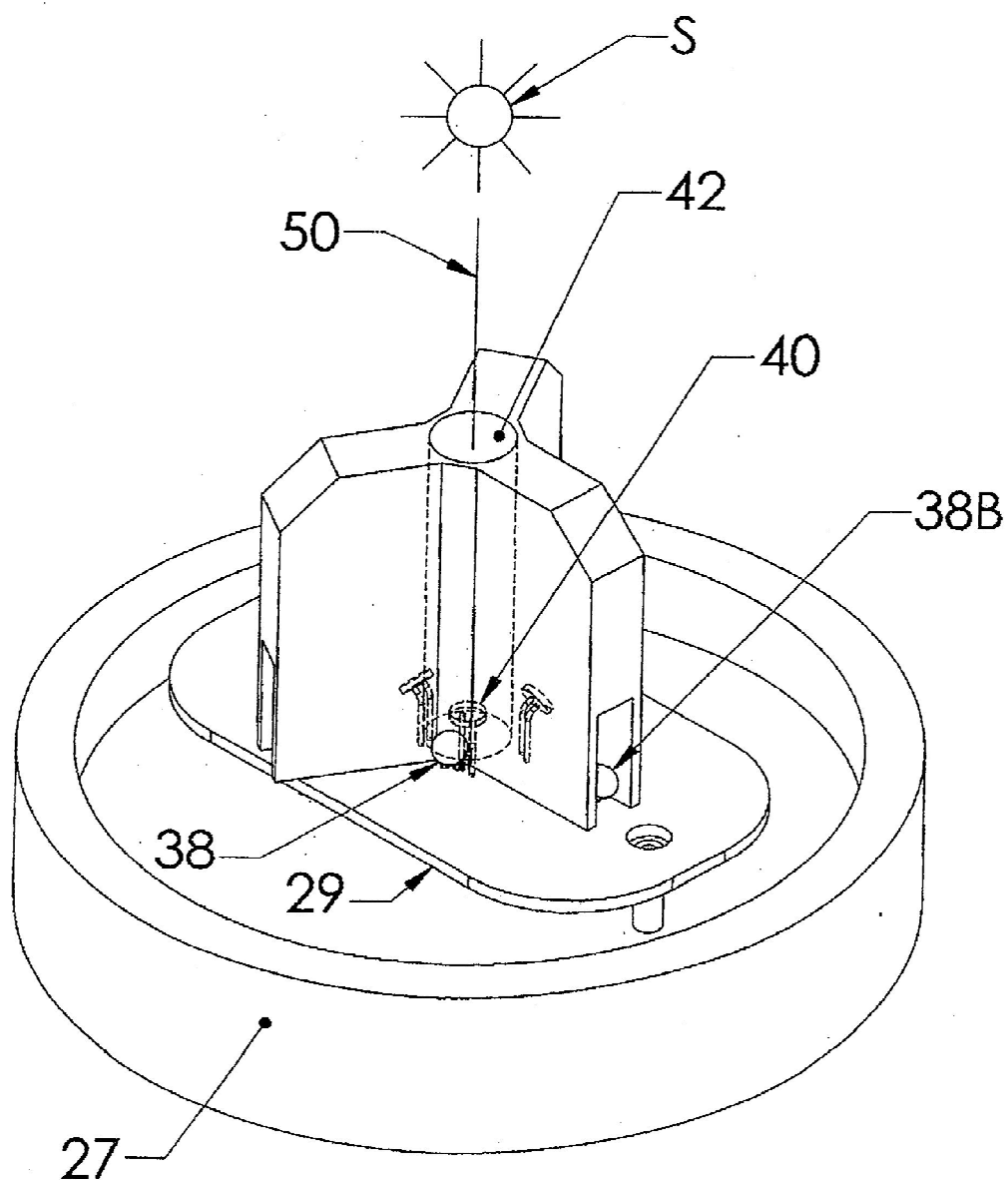


FIG. 3D

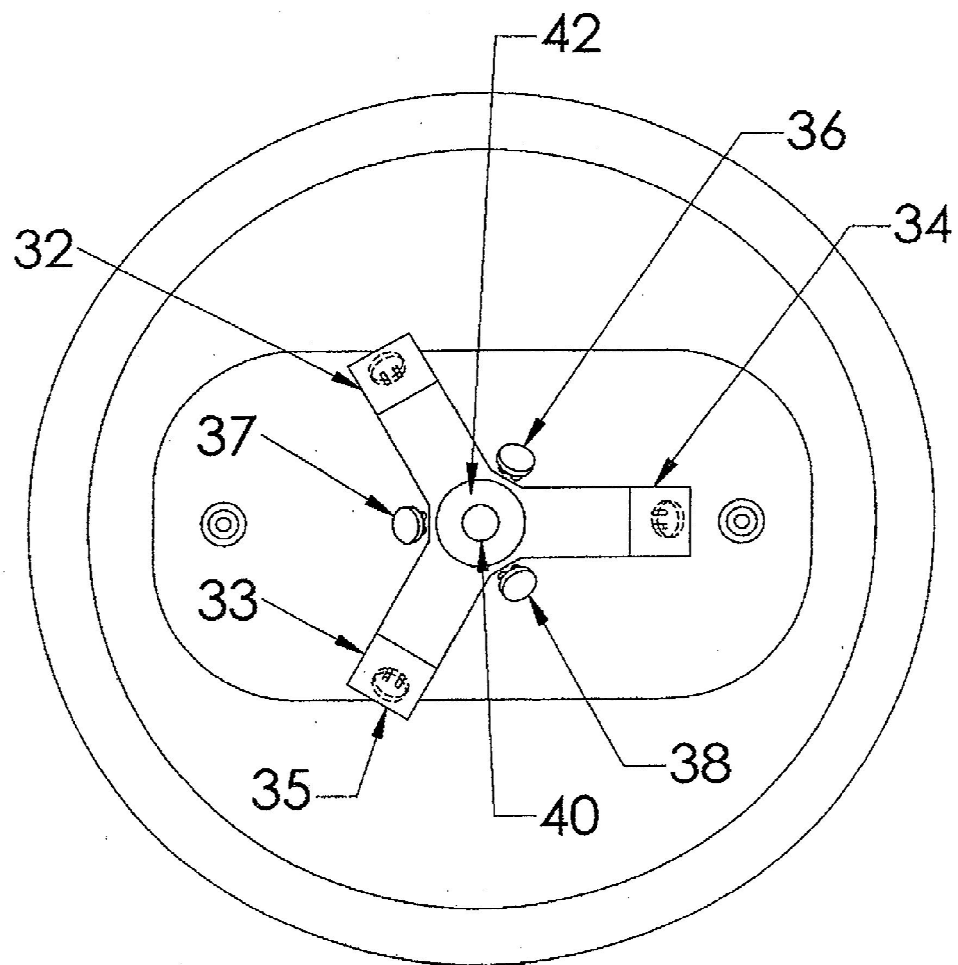
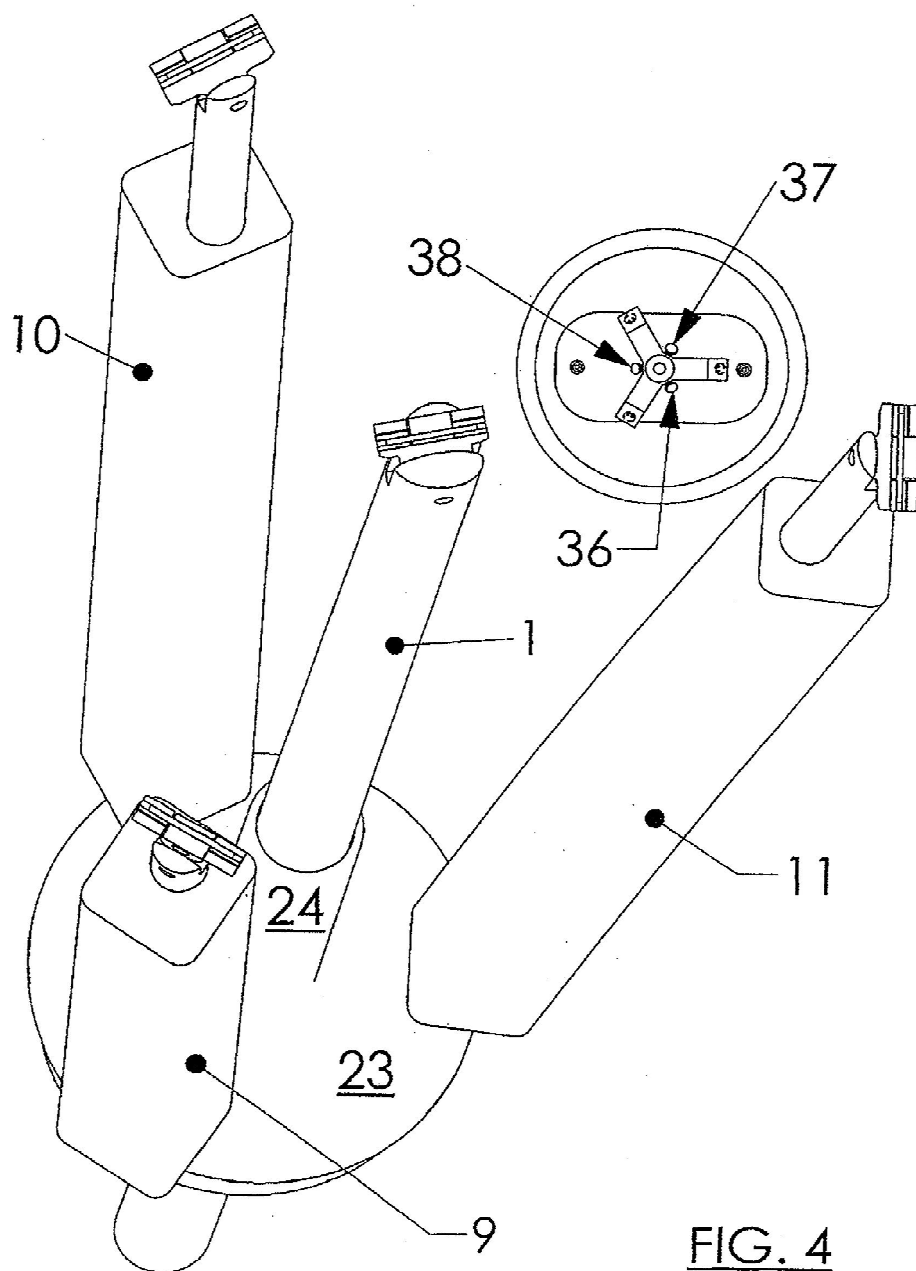


FIG. 3E



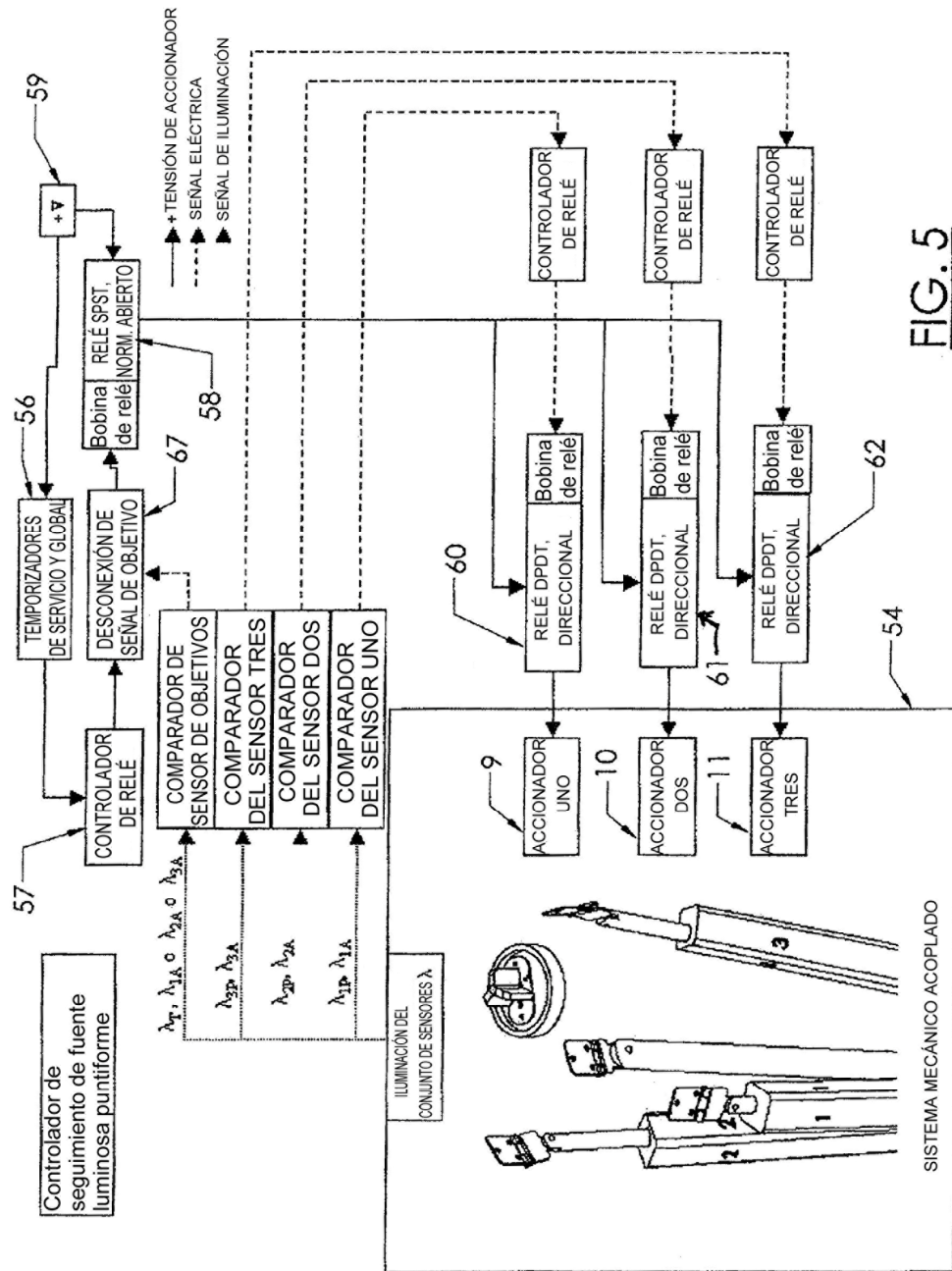
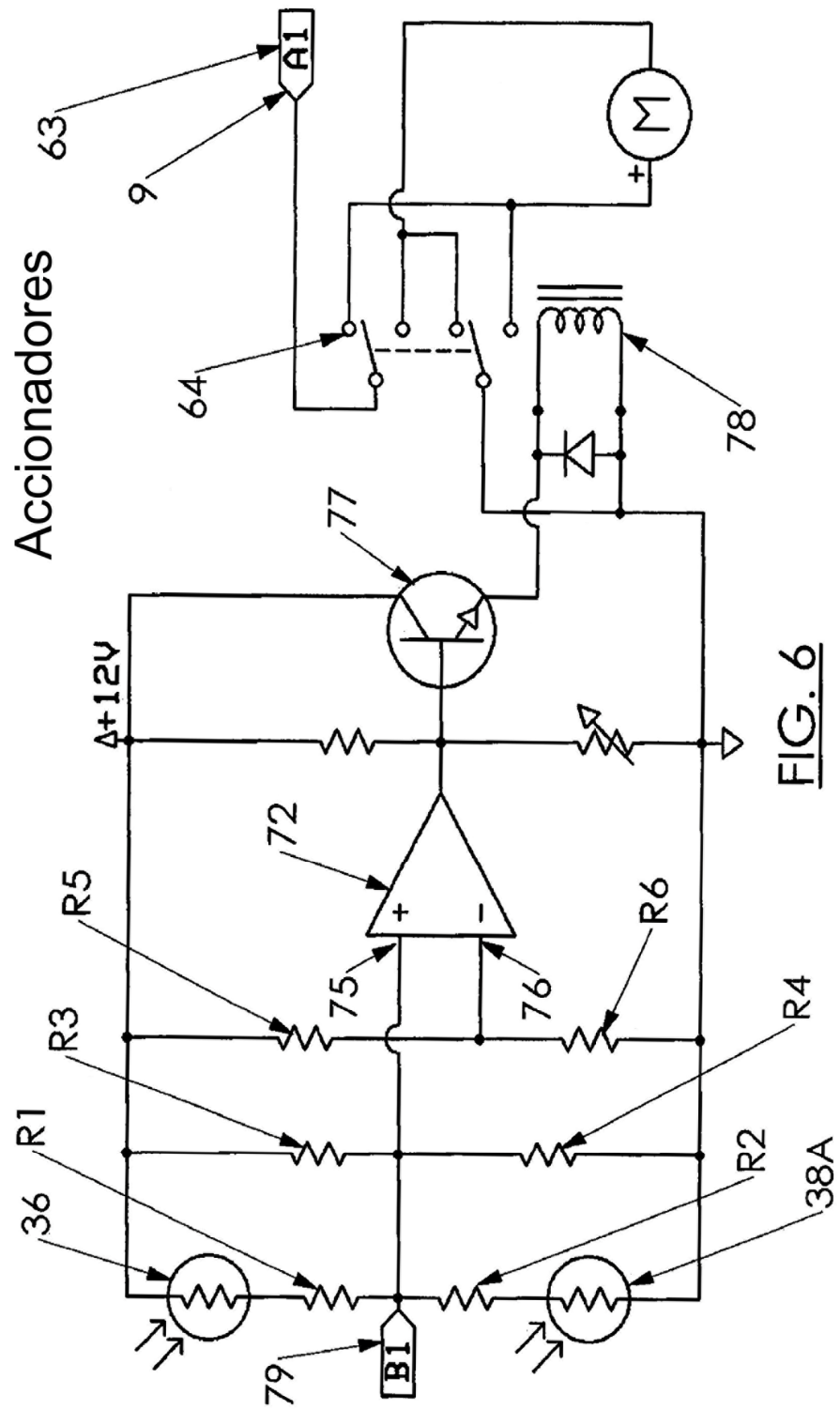
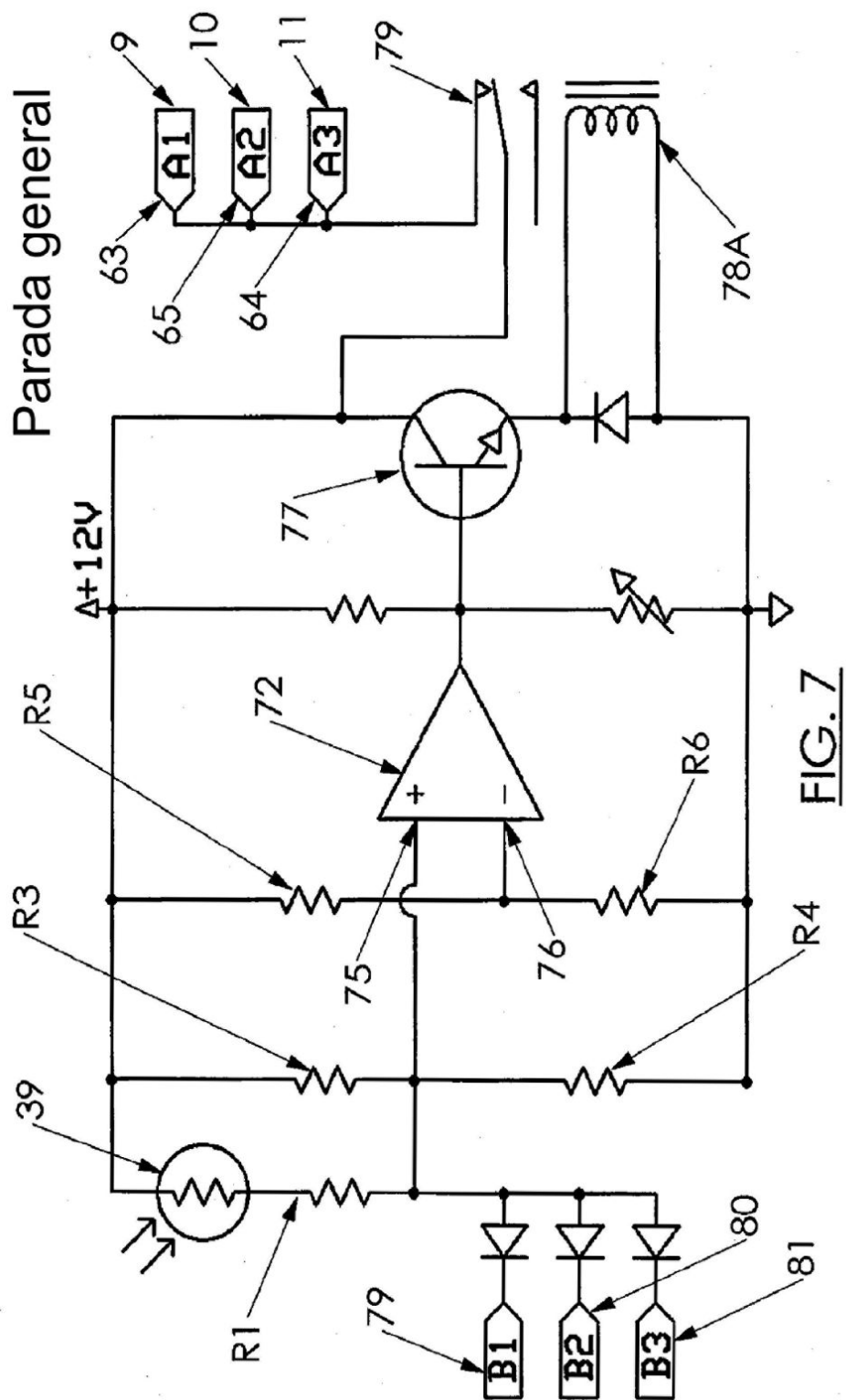


FIG. 5





ORIENTACIÓN	CONJUNTO DE SENSORES, λ (ON = SENSOR ENCENDIDO)			ACCIONADOR #1		ACCIONADOR #2		ACCIONADOR #3		CUANDO LOS CONTROLES DEL ACCIONADOR ESTÁN ACTIVADOS
	λ_1	λ_2	λ_3	EXTENDER	RETRAER	EXTENDER	RETRAER	EXTENDER	RETRAER	
1					SÍ		SÍ		SÍ	LOS TRES ACCIONADORES SE RETRAEN
2			ON		SÍ		SÍ	SÍ		LOS ACCIONADORES 1 Y 2 SE RETRAEN, EL ACCIONADOR 3 SE EXTIENDE
3		ON			SÍ	SÍ			SÍ	LOS ACCIONADORES 1 Y 3 SE RETRAEN, EL ACCIONADOR 2 SE EXTIENDE
4		ON	ON		SÍ	SÍ		SÍ		EL ACCIONADOR 1 SE RETRAE, LOS ACCIONADORES 2 Y 3 SE EXTIENDEN
5	ON			SÍ			SÍ		SÍ	LOS ACCIONADORES 2 Y 3 SE RETRAEN, EL ACCIONADOR 1 SE EXTIENDE
6	ON		ON	SÍ			SÍ	SÍ		EL ACCIONADOR 2 SE RETRAE, LOS ACCIONADORES 1 Y 3 SE EXTIENDEN
7	ON	ON		SÍ		SÍ			SÍ	EL ACCIONADOR 3 SE RETRAE, LOS ACCIONADORES 1 Y 2 SE EXTIENDEN
8	ON	ON	ON	PARADA GENERAL (EL SENSOR DE OBJETIVO ESTÁ ILUMINADO, λ_T)						SENSOR DE OBJETIVO CENTRAL ILUMINADO Y ENVÍA SEÑAL DE PARADA GENERAL

FIG. 8