

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 621**

51 Int. Cl.:

**H05B 47/10** (2010.01)  
**H05B 47/19** (2010.01)  
**H05B 47/20** (2010.01)  
**H01M 10/44** (2006.01)  
**H01M 10/48** (2006.01)  
**H01M 10/42** (2006.01)  
**H02J 7/35** (2006.01)  
**H01M 10/46** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2013 PCT/FR2013/053028**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102480**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013 E 13818293 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2021 EP 2939503**

54 Título: **Método para controlar dinámicamente una pieza de equipo eléctrico**

30 Prioridad:

**28.12.2012 FR 1262933**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.10.2021**

73 Titular/es:

**SUNNA DESIGN (100.0%)  
17 rue du Commandant Charcot  
33290 Blanquefort, FR**

72 Inventor/es:

**BAILLOT, RAPHAEL y  
SAMUEL, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 870 621 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**

Método para controlar dinámicamente una pieza de equipo eléctrico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo del suministro de energía eléctrica a equipos desde una fuente de energía renovable y un elemento de almacenamiento de energía.

10 Se refiere en particular a elementos de equipo tales como un sistema de iluminación solar LED que comprende un módulo de iluminación LED, un panel fotovoltaico, una batería para el suministro de energía y un circuito electrónico para la gestión de la energía.

15 Sin embargo, la invención no se limita a la iluminación y también se aplica a otros elementos de equipos alimentados mediante una fuente de energía renovable e incorporan un medio de almacenamiento.

Técnica anterior

20 Existen soluciones conocidas en la técnica anterior destinadas a optimizar la operación de tales piezas de equipo.

25 Como un ejemplo, la patente francesa FR2922628 describe un alumbrado público que comprende un poste fijado al suelo y una lámpara que se une al extremo libre del poste, y que comprende un dispositivo de iluminación, así como también una unidad de suministro de energía eléctrica para suministrar energía eléctrica al dispositivo de iluminación. La unidad de suministro de energía comprende una batería de almacenamiento de energía eléctrica, un conjunto de celdas fotovoltaicas, una turbina eólica y un circuito de acumulación de energía eléctrica para cargar la batería de almacenamiento desde la energía eléctrica suministrada mediante el conjunto de celdas fotovoltaicas y la turbina eólica.

30 La patente de Estados Unidos US5151865 describe un método para determinar la cantidad de contenido de energía (EIW) de una batería mediante la medición de la tensión en los terminales (UKL) de un acumulador de energía tomando en cuenta al menos un valor de referencia (BW) que se calcula a partir de una suma de corriente (IE) que fluye hacia el acumulador de energía en una unidad de tiempo específica (dt) y en un intervalo de tensión de operación específico (BSB). Este valor de referencia (BW) representa, así, un valor de función. La tensión en los terminales de medición (UKL) denominada como valor de función (FW) corresponde a un valor del contenido de energía específico (EIW) dentro del intervalo de contenido de energía (BEI).

35 La patente de Estados Unidos US\_6081104 describe un sistema para suministrar energía a una batería y a una carga. La batería puede cargarse mediante la fuente de suministro de energía y usarse para suministrar energía o energía a la carga cuando la fuente de suministro de energía es incapaz de suministrar suficiente energía y energía a la carga. El sistema reduce la corriente continua en la carga y, como resultado, extiende la vida útil de la carga, particularmente si la carga es un sistema de iluminación. El propósito de este sistema es evitar el envejecimiento prematuro de la carga de iluminación o de la batería.

40 La patente de Estados Unidos US\_6191568 describe una solución para modular la tensión de carga y controlar el suministro de energía para suministrar energía a una carga para la cual es conveniente reducir la energía durante ciertos períodos de tiempo, generalmente a diario. La invención se aplica en particular a los sistemas de alumbrado público en los que los dispositivos de luz de la iluminación pueden funcionar con energía reducida en un período de varias horas durante la noche (cuando el tráfico es mínimo y mucha gente duerme).

45 La solicitud de patente internacional WO2011/095922 describe un método para controlar el perfil de energía de iluminación como una función de la necesidad de iluminación y la capacidad de la batería, para mantener el nivel de almacenamiento por encima de un nivel mínimo predeterminado en un período predeterminado, que consiste en tomar en cuenta datos de pronósticos meteorológicos que se adquieren periódicamente por medio de una conexión a Internet.

50 La solicitud wo2010057138 se refiere a uno o más dispositivos de iluminación para exteriores capaces de operar independientemente, con procesos de detección y regulación basados principalmente en cada poste, y capaces de comunicarse como una flota de postes en una red en la que un nodo/poste maestro/coordinador transmite señales desde la flota en red a una estación de regulación y recibe señales desde la estación de regulación enviadas a la flota en red mediante teléfono y/o satélite. Los postes independientes y/o la flota de postes en red pueden adaptarse para el propósito de los procesos de ahorro de energía; cooperación con la red pública; generación y almacenamiento de energía renovable por medio de paneles solares y las baterías correspondientes; y/o para crear puntos de acceso Wi-Fi, alarmas de seguridad pública, para comunicar información o para proporcionar análisis de datos al público o a los clientes. Un sistema de regulación activo de ahorro de energía regula la carga de las baterías y la distribución de la energía proveniente de los paneles solares y/o baterías de tal forma que las baterías permanezcan intactas y que el dispositivo o dispositivos de luz permanezcan en operación, incluso en el invierno o

durante otros períodos extendidos de nubosidad y luz difusa. La regulación activa de la distribución de energía mediante una función de regulación de carga puede comprender atenuación durante la noche, excepto cuando los sensores detectan un movimiento, y durante períodos extremos de nubosidad y luz difusa, y aumentos crecientes de atenuación y/o desconexión de la carga para preservar las baterías y la capacidad de operación.

5 La solicitud US2009129067 describe un dispositivo de iluminación ajustable remotamente que se configura de acuerdo con un modo de operación personalizado para la ubicación geográfica del dispositivo. El dispositivo de iluminación es alimentado mediante una batería equipada con carga solar. El dispositivo de iluminación, controlado mediante un controlador integrado, se apaga y enciende en un período de iluminación en base a las horas locales de salida y puesta del sol determinadas mediante una combinación de información de fecha y hora y posicionamiento GPS. El brillo del dispositivo de iluminación se controla de forma autónoma en función de la carga de la batería y el período de iluminación requerido determinado. El sistema de carga solar se orienta mediante el controlador con el fin de optimizar la recolección de energía del mismo mediante ajustes periódicos.

15 La solicitud US20100328933 describe un sistema de iluminación con la capacidad de usar fuentes de energía renovables tal como la energía solar o eólica, y la capacidad de autocalibrarse en dependencia de la hora del día. El sistema también minimiza la cantidad de componentes de circuito requeridos, lo que lo hace óptimamente económico y confiable.

20 La solicitud de patente WO2011053408 describe un sistema de almacenamiento de energía capaz de recibir energía eléctrica desde una fuente de energía y suministrar energía eléctrica a una primera carga durante un primer período y a la primera carga durante un segundo período. La primera carga difiere en la velocidad de uso durante el primer período frente al segundo período. Un controlador de sistema mantiene el sistema de almacenamiento de energía de tal forma que el sistema de almacenamiento de energía mantiene una primera cantidad de energía eléctrica almacenada durante un primer modo y una segunda cantidad de energía eléctrica durante un segundo modo. El controlador del sistema mantiene el sistema de almacenamiento de energía en el primer modo durante una primera porción del primer período y en el segundo modo durante una segunda porción del primer período.

25 La solicitud de patente US2009129067 describe un dispositivo de iluminación ajustable remotamente que se configura de acuerdo con un modo de operación personalizado para la ubicación geográfica del dispositivo. El dispositivo de iluminación es alimentado mediante una batería equipada con carga solar. El dispositivo de iluminación, controlado mediante un controlador integrado, se apaga y enciende en un período de iluminación en base a las horas locales de salida y puesta del sol determinadas mediante una combinación de información de fecha y hora y posicionamiento GPS. El brillo del dispositivo de iluminación se controla de forma autónoma en función de la carga de la batería y el período de iluminación requerido determinado. El sistema de carga solar se orienta mediante el controlador con el fin de optimizar la recolección de energía del mismo mediante ajustes periódicos.

#### Inconvenientes de la técnica anterior

40 El principal inconveniente de las soluciones propuestas en la técnica anterior es que con el fin de asegurar la operación continua es necesario sobredimensionar el elemento de almacenamiento de energía y también la fuente de energía renovable, porque el consumo del sistema no se adapta a la energía disponible de dicho elemento de almacenamiento de energía.

45 De cualquier otra manera, si el elemento de almacenamiento no se sobredimensiona, las condiciones específicas encontradas durante ciertos ciclos de operación conducirán a una pérdida inadvertida del servicio que se proporciona mediante el equipo eléctrico.

50 Además, la solución que implementa la adquisición periódica de datos y pronósticos meteorológicos requiere una conexión a un futuro servidor de datos y acceso a modelos de pronósticos relevantes para la ubicación del sistema de iluminación.

55 Estos datos de pronóstico son generalmente macroscópicos, e incluso extrapolados, y cubren áreas mucho más grandes que el área de ubicación de los dispositivos de luz.

60 Las soluciones de la técnica anterior, tal como la descrita en la patente WO2011/095922, ciertamente proporciona una respuesta a la necesidad de un servicio continuo ("sin apagón"), pero requieren acceso a una infraestructura de datos, tal como una base de datos meteorológica que se adquiere mediante un servidor, para evitar así la implementación en áreas con pobre conectividad de radiofrecuencia. Además, estas soluciones requieren medios de radiocomunicación que consumen energía, lo que va en contra del objetivo de optimizar el consumo y maximizar la continuidad del servicio con medios "frugales" de generación y almacenamiento de energía.

#### Solución proporcionada por la invención

65 Con el fin de superar los inconvenientes de la técnica anterior, la presente invención, en su sentido más amplio, se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 1 y a un sistema de acuerdo con la reivindicación 6.

Se entiende por "ciclo de operación" un período de tiempo durante el cual el equipo está activo y proporciona un servicio mientras es alimentado principalmente mediante el elemento de almacenamiento. El "ciclo de operación" se sitúa entre dos períodos durante los cuales el equipo eléctrico está generalmente (pero no necesariamente) inactivo. El "ciclo de operación" generalmente (pero no necesariamente) incorpora los períodos durante los cuales el elemento de almacenamiento es recargado principalmente mediante la fuente de energía renovable.

Un "sensor" en la presente patente se entiende como un componente que mide directamente un parámetro físico local, es decir, uno en la proximidad inmediata del sistema, sin recurrir a una transmisión de información proveniente de una fuente remota. En particular, un receptor que recibe información meteorológica, un sistema de comunicación inalámbrico o un procesador asociado con medios de comunicación tales como TCP/IP, WIFI, WIMAX, Bluetooth o Internet no constituyen sensores para los propósitos de esta patente.

De acuerdo con una primera variante, la función de ajuste toma en cuenta el estado de dicho elemento de almacenamiento de energía.

De acuerdo con una segunda variante, la función de ajuste toma en cuenta al menos un factor vinculado a la cantidad real de energía recibida mediante dicha fuente de energía renovable.

Preferentemente, la función de ajuste toma en cuenta un parámetro determinado en función del número de ciclos de autonomía.

La invención también se refiere a un sistema eléctrico que comprende un elemento de almacenamiento de energía y una fuente de energía renovable, así como también un circuito para gestionar la energía y controlar el suministro de energía a una pieza de equipo eléctrico, caracterizado porque dicho circuito de control controla el suministro de energía a dicho equipo de acuerdo con una curva de tiempo de referencia que puede ajustarse sobre la base de al menos un factor externo y al menos un factor interno, y la restricción de que la integral en el ciclo de operación considerado de dicha curva ajustada es menor que la cantidad de energía que puede asignarse desde dicho elemento de almacenamiento de energía durante el ciclo de operación considerado.

De acuerdo con una modalidad, dicho equipo eléctrico es un módulo de suministro de energía de iluminación LED, dicho elemento de almacenamiento de energía es una batería y dicha fuente de energía renovable comprende celdas fotovoltaicas.

De acuerdo con una primera variante, el factor externo se determina mediante una placa electrónica de gestión de energía que comprende un sensor para detectar la temperatura de dicha batería, así como también un medidor de energía.

De acuerdo con una segunda variante, el factor externo se determina mediante la irradiancia solar en dependencia de la posición geográfica del lugar donde se ubica y opera dicho sistema.

De acuerdo con una tercera variante, el factor externo se determina mediante la energía acumulada desde el ciclo anterior.

La invención también se refiere a un método para detectar una o más averías en dos balanzas:

- un sistema eléctrico de acuerdo con la invención
- un conglomerado de piezas de equipo eléctrico de acuerdo con la invención.

De acuerdo con una variante, las averías se identifican mediante uno o incluso más indicadores de avería que resultan de la respuesta a una serie de preguntas correspondientes al análisis de variaciones en los parámetros eléctricos, ópticos y/o térmicos estimados durante la operación de dicho sistema eléctrico.

Preferentemente, los indicadores de averías se definen mediante un sistema digital binario (0: no o 1: sí) De acuerdo con otra variante, el método se refiere a una comparación del estado de los elementos del equipo eléctrico en el conglomerado de sistemas eléctricos en una escala de tiempo correspondiente a la vida útil de cada pieza de equipo eléctrico.

De acuerdo con una alternativa, una avería importante que provoque el apagado de dicho sistema eléctrico o sistemas se comunica mediante un control de frecuencia tipo flash de dicho equipo eléctrico que anima a los residentes a comunicar una avería al servicio público en cuestión.

Descripción de una modalidad no limitante

La invención se entenderá más claramente a partir de la lectura de la siguiente descripción de una modalidad no limitante en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de una aplicación a un sistema de iluminación LED autónomo

5

- La figura 2 muestra la curva del suministro de energía de referencia

- La figura 3 muestra una vista esquemática de un conglomerado de sistemas.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de una instalación de iluminación. Comprende un alumbrado público (1) equipado con un panel fotovoltaico (2) y una batería eléctrica (3) así como también un módulo LED (4).

10

Todos estos componentes están controlados mediante una placa de gestión de energía para la carga/descarga de la batería ("sistema de gestión de la batería") (5) que controla el suministro de energía (controlador) del módulo LED (4).

15

Esta placa (5) contiene un módulo de comunicación (6) para recibir información sobre factores externos y para enviar información de servicio y estado sobre el sistema.

20

La placa (5) recibe información que proviene de sensores, tales como un sensor de temperatura, un medidor de energía y un sensor de presencia (7). Los datos históricos proporcionados mediante estos sensores se almacenan periódicamente en una o más tablas con el propósito de calcular las curvas de suministro de energía y para mantener un historial para una auditoría de la operación.

25

Esta placa controla la operación del sistema para optimizar la curva de suministro de energía. De acuerdo con el objetivo perseguido mediante la invención, esta optimización tiene como objetivo adaptar el suministro de energía que se aplica al módulo LED para lograr una operación conforme al servicio esperado durante todo el ciclo de operación, independientemente de las condiciones de recarga de la batería antes del ciclo de operación en cuestión.

La siguiente metodología se usa para determinar el tamaño de la batería:

30

La capacidad nominal de la batería se determina en función de:

- la mayor duración de un ciclo de operación

35

- la energía máxima (100 %) consumida mediante el equipo durante el ciclo de operación más largo

- rendimiento de la batería. Este rendimiento es de aproximadamente 0,7 para una batería de plomo-ácido, 0,8 para una batería de NiMH y 0,9 para una batería de litio.

40

- rendimiento de sistema

- Este valor de referencia se ajusta entonces para tomar en cuenta la autonomía esperada. La autonomía se determina mediante el número de ciclos de operación durante los cuales el equipo tiene que funcionar de forma autónoma.

45

Esto determina una capacidad nominal  $C_{nom}$  de la batería que sería suficiente para proporcionar una operación continua a plena energía.

50

En la técnica anterior, un experto en la técnica aumentaría la capacidad real de la batería tomando en cuenta un margen de seguridad para garantizar la operación, incluso en los casos más desfavorables.

La invención consiste en no proceder de esta forma y en su lugar elegir una batería con una capacidad diseñada para un caso favorable, es decir, ligeramente menor a la capacidad nominal  $C_{nom}$ , y modular la energía que se aplica al equipo eléctrico de acuerdo con una curva que se calcula como se explica más abajo.

55

La primera etapa consiste en determinar una curva de referencia correspondiente al cambio de la energía que se aplica al equipo en el tiempo durante un ciclo de referencia. La curva toma en cuenta las variaciones en las necesidades de servicio en el ciclo de operación.

60

La figura 2 muestra un ejemplo de dicha curva de referencia, correspondiente a la variación de la energía de iluminación de un alumbrado público en función de un ciclo de operación correspondiente a la duración nocturna.

65

Durante el ciclo, la curva muestra un primer nivel de energía  $P_1$  (10) durante un intervalo de tiempo  $T_{anocheceer}$  correspondiente a periodos cuando el tráfico potencial justifica la máxima iluminación, que se adapta a las necesidades de seguridad de la aplicación.

A continuación, un segundo nivel de energía  $P_2$  (11) durante un intervalo de tiempo  $T_{\text{noche completa}}$  cuando la energía puede reducirse para producir una cantidad mínima de iluminación en espera o incluso cero energía.

5 La energía se ajusta entonces de nuevo a un nivel de energía  $P_3$  (12) durante un intervalo de tiempo  $T_{\text{amanecer}}$  correspondiente a la salida del sol cuando las condiciones de operación (tráfico, iluminación de la ciudad, etc.) justifican la iluminación de alta energía.

10 Esta curva se da como un simple ejemplo, con el entendido de que puede asumir varias configuraciones con variaciones continuas, por ejemplo.

15 La integral (13) correspondiente a la superficie delimitada mediante la curva, en un intervalo de tiempo correspondiente a la duración del ciclo, define la energía consumida  $E_{\text{nominal}}$  mediante el equipo bajo las condiciones nominales teóricas. La capacidad de la batería se determina para que sea ligeramente superior a esta energía  $E_{\text{nominal}}$  sin superar el 150 % de esta energía  $E_{\text{nominal}}$ , y preferentemente sin superar el 110 % de esta energía  $E_{\text{nominal}}$ .

Esta curva se ajusta entonces mediante factores externos. Un primer factor externo es el calendario, que define la duración del ciclo en función de la variación del ciclo de día/noche.

20 Este factor puede provenir de un reloj integrado en el circuito (5), que ajusta la curva en función del calendario. También puede provenir de una variación incremental en función de los datos que se adquieren durante uno o más ciclos anteriores, por ejemplo, el tiempo cuando la irradiancia solar excede un valor umbral, que puede mostrarse mediante uno o más parámetros internos en la fuente de energía renovable.

25 Otro factor externo es el pronóstico de irradiancia, que puede provenir de una fuente remota que se comunica con el sistema a través de un medio de comunicación (6). Con ese fin, un servidor meteorológico proporciona una curva de pronóstico de irradiancia solar antes de un nuevo ciclo.

30 Este factor externo también puede calcularse localmente mediante medios de predicción (análisis de tendencias) tomando en cuenta la información de irradiancia que se observa en uno o más ciclos pasados para determinar una curva para el próximo ciclo a través del procesamiento estadístico.

Estos factores se toman en cuenta para disminuir la energía máxima solicitada mediante la curva de referencia cuando las condiciones ambientales así lo requieran.

35 Los factores internos son, por ejemplo, una pérdida de rendimiento de uno de los componentes, particularmente el rendimiento del módulo LED o del módulo fotovoltaico. Estos factores se toman en cuenta para adaptar la energía de iluminación solicitada mediante la curva de referencia.

40 Las modificaciones se limitan mediante la energía disponible. La aplicación de la energía máxima solicitada mediante la curva de referencia está condicionada a la capacidad real de la batería y, si procede, la curva de referencia se volverá a calcular para tomar en cuenta una capacidad menor que la energía  $E_{\text{nominal}}$ , y según la configuración del operador, quien puede elegir establecer un valor mínimo absoluto de la energía que se aplica al módulo LED, o elegir entre varias configuraciones de la curva de referencia.

45 El recálculo de la curva de acuerdo con la capacidad real de la batería se realiza tomando en cuenta los parámetros internos, tales como:

- El estado de la energía, carga y/o salud de la batería al comienzo del ciclo y posiblemente durante el ciclo
- 50 - las estrategias para proteger y gestionar averías en uno o más ciclos, lo que lleva a una capacidad de almacenamiento umbral que se conserva al final de un ciclo para no dañar la batería (descarga excesiva)
- el envejecimiento del módulo LED y las celdas fotovoltaicas, y el rendimiento del sistema eléctrico.

55 Este recálculo consiste en modificar la curva en base a la configuración determinada en la etapa anterior para que la integral de la curva que se vuelve a calcular no supere la energía real que puede asignarse mediante la batería al inicio del ciclo.

60 Si este recálculo no puede llegar a una solución, el sistema determinará una curva mínima y activará una alerta interna (luces indicadoras) o una alerta externa (alerta transmitida a un servidor de monitoreo) y/o reportar la situación en el alumbrado público en cuestión por medio del parpadeo del módulo LED.

#### Análisis de tendencia

65 Una variante de modalidad consiste en mejorar los ajustes de los parámetros mediante una etapa de aprendizaje.

Con ese fin, los datos que se adquieren mediante uno o más sensores locales en un período correspondiente a uno o más ciclos de operación se registran con el fin de construir un modelo de variación local de los datos en cuestión.

Este modelo local se usa para ajustar la curva de referencia en base a estos datos predictivos.

Un primer ejemplo de un modelo se construye a partir de un sensor de presencia, registrado en un ciclo de operación, para determinar el histograma de tráfico. Durante períodos de tráfico frecuente, el nivel de energía y/o el tiempo de iluminación se aumentan en comparación con la curva de referencia. Por el contrario, durante períodos sin tráfico o tráfico poco frecuente, el nivel de energía y/o el tiempo de iluminación se reducen en comparación con la curva nominal para aumentar la energía de reserva disponible subsecuentemente.

Un segundo ejemplo de modelo toma en cuenta la irradiancia solar medida en base a la tensión producida mediante las celdas fotovoltaicas, que es representativa de la irradiancia solar, para construir un modelo predictivo en períodos correspondientes a varios días e incluso varias semanas.

Este modelo se completa entonces con el análisis de la corriente producida mediante las celdas fotovoltaicas, que es representativa de la energía acumulada en la batería, para construir un segundo modelo predictivo en períodos correspondientes a varios días e incluso varias semanas.

La comparación de estos dos modelos es usada entonces para modular la curva de referencia nominal del servicio de iluminación.

Otro modelo predictivo corresponde al grado de envejecimiento de un componente en el sistema, particularmente la batería. Con ese fin, se realiza un ciclo de carga-descarga periódicamente en la batería para registrar su curva de respuesta. Este modelo se corrige entonces por temperatura y se aplica a la ponderación de la curva de referencia nominal.

Pueden desarrollarse otros modelos, por ejemplo, en función de la humedad relativa, la contaminación, etc.

#### Fotosensor LED

Una variante para la detección de la irradiancia solar para ajustar la curva de referencia, o para la detección del ciclo de día/noche, consiste en el uso de leds en modo fotosensible. Con ese fin, un circuito electrónico alimenta el módulo LED en sentido inverso en modo pulsado para no afectar al servicio de iluminación. La medición de la tensión inversa en los terminales del módulo LED proporciona información sobre el nivel de irradiancia solar, lo que hace posible calibrar el modelo de variación. Una tabla de referencia almacenada en el circuito de control electrónico hace posible corregir las medidas de tensión inversa con el fin de compensar los errores debidos a la temperatura y mejorar la precisión de la estimación de la irradiancia solar.

Esta información también puede compararse con la irradiancia solar estimada mediante el módulo fotovoltaico. La diferencia entre la irradiancia estimada mediante el módulo fotovoltaico y la irradiancia estimada del módulo LED proporciona información sobre el envejecimiento del módulo fotovoltaico. En particular, esta diferencia se mide en un día de fuerte irradiancia (cerca de 1000 watts por metro cuadrado), con la referencia que es suministrada mediante el módulo LED menos sometido al entorno de operación y sus efectos limitantes (polvo, acumulación de arena, contaminación, etc.).

Esta información se usa para ponderar la curva de referencia nominal con el fin de tomar en cuenta el envejecimiento estimado del módulo fotovoltaico.

Esta medición es particularmente relevante cuando un día de fuerte irradiancia sigue a un día lluvioso detectado mediante un sensor de humedad. Esta situación toma en cuenta la limpieza del módulo fotovoltaico.

#### Medidor de energía

De acuerdo con una variante, la cantidad de energía que puede asignarse en función de la curva nominal se estima periódicamente y posiblemente se pondera mediante uno o más modelos predictivos locales. Cuando la cantidad de energía que puede asignarse es insuficiente para proporcionar un servicio continuo a lo largo de un ciclo de operación, el circuito electrónico proporciona un indicador preventivo para advertir a un operador y poner el sistema en un modo restringido que ya no garantizará la función "sin apagón". Una porción de la energía que puede asignarse se asigna entonces a la alimentación de una señal de advertencia de baja energía.

#### Aplicación a un conglomerado de sistemas

Los sistemas que implementan la invención pueden interconectarse para definir estrategias de optimización tomando en cuenta no solo el contexto local de un sistema, sino también el contexto general de una pluralidad de sistemas.

La Figura 3 muestra un ejemplo de un conglomerado de sistemas de acuerdo con la invención.

El sitio comprende uno o más sistemas de acuerdo con la invención (31, 32, 33) y una topología maestro-esclavo (34).

5

Estos sistemas (31 a 34) se comunican entre sí a través de un enlace de radiofrecuencia para intercambiar información sobre el estado local de cada sistema y sincronizar el programa de iluminación.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar dinámicamente el suministro de energía a una pieza de equipo eléctrico alimentado mediante una fuente de energía renovable (2) y un elemento de almacenamiento de energía (3) cuya capacidad se dimensiona para que sea ligeramente menor que la capacidad nominal del elemento de almacenamiento de energía, determinándose dicha capacidad nominal sobre la base de
  - la mayor duración de un ciclo de operación,
  - la energía máxima consumida por el equipo durante el ciclo de operación más largo,
  - rendimiento de la batería,
  - rendimiento del sistema,
 el suministro de energía a dicho equipo (4) es variable temporalmente de acuerdo con una curva de tiempo de referencia ajustable, dicho método que comprende etapas de ajuste sobre la base de al menos un factor externo y al menos un factor interno, y la restricción de que la integral en el ciclo de operación considerado de dicha curva ajustada es menor que la cantidad de energía que puede asignarse desde dicho elemento de almacenamiento de energía (3) durante el ciclo de operación considerado, dichos factores externos son parámetros físicos que se adquieren mediante sensores locales, el recálculo de la curva sobre la base de la capacidad real de la batería tomando en cuenta el estado de salud de dicha batería.
2. Método para controlar dinámicamente el suministro de energía a una pieza de equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la función de ajuste toma en cuenta el estado de dicho elemento de almacenamiento de energía.
3. Método para controlar dinámicamente el suministro de energía a una pieza de equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la función de ajuste toma en cuenta al menos un factor influenciado por la eficiencia de dicha fuente de energía renovable.
4. Método para controlar dinámicamente el suministro de energía a una pieza de equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la función de ajuste toma en cuenta un parámetro determinado sobre la base del número de ciclos de autonomía.
5. Método para controlar dinámicamente el suministro de energía a una pieza de equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la función de ajuste toma en cuenta al menos un factor influenciado por la eficiencia del equipo eléctrico.
6. Sistema eléctrico que comprende una fuente de energía renovable (2) y un elemento de almacenamiento de energía cuya capacidad se dimensiona para que sea ligeramente menor que la capacidad nominal del elemento de almacenamiento de energía, determinándose dicha capacidad nominal sobre la base de
  - la mayor duración de un ciclo de operación,
  - la energía máxima consumida por el equipo durante el ciclo de operación más largo,
  - rendimiento de la batería,
  - rendimiento del sistema,
 el suministro de energía a dicho equipo (4) es variable temporalmente de acuerdo con una curva de tiempo de referencia ajustable, dicho sistema que comprende además un circuito de gestión de energía, **caracterizado porque** dicho circuito controla las etapas de ajuste sobre la base de al menos un factor externo y al menos un factor interno, y la restricción de que la integral en el ciclo de operación considerado de dicha curva ajustada es menor que la cantidad de energía que puede asignarse desde dicho elemento de almacenamiento de energía (3) durante el ciclo de operación considerado, dichos factores externos son parámetros físicos que se adquieren mediante sensores locales, y el recálculo de la curva sobre la base de la capacidad real de la batería tomando en cuenta el estado de salud de dicha batería.
7. Sistema eléctrico de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** dicho equipo eléctrico es un módulo de iluminación LED, dicho elemento de almacenamiento de energía es una batería y dicha fuente de energía renovable está compuesta de celdas fotovoltaicas.
8. Sistema eléctrico de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el factor interno está determinado mediante una tarjeta electrónica para gestionar la energía y controlar el suministro de energía a dicho equipo eléctrico que comprende un sensor de temperatura para dicha batería y un medidor de energía.
9. Sistema eléctrico de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el factor externo está determinado por la posición geográfica del lugar de instalación y la operación de dicho sistema.
10. Sistema eléctrico de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el factor externo está determinado por la cantidad de energía acumulada desde al menos un ciclo anterior.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
11. Conglomerado de sistemas eléctricos de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 6 a 10, que comprende un conglomerado de fuentes de almacenamiento de energía y un conglomerado de fuentes de energía renovables, un sistema de comunicación y un circuito de control de gestión de energía y del suministro de energía de un conglomerado de piezas de equipos eléctricos, **caracterizado porque** dicho circuito de control controla el suministro de energía a dicho equipo de acuerdo con una curva de tiempo de referencia que puede ajustarse sobre la base de al menos un factor externo y al menos un factor interno, y la restricción de que la integral en el ciclo de operación considerado de dicha curva ajustada es menor que la cantidad de energía que puede asignarse desde dicho elemento de almacenamiento de energía durante el ciclo de operación considerado.
  12. Conglomerado de sistemas eléctricos de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el sistema de comunicación está definido mediante un enlace de radiofrecuencia para intercambiar información sobre el estado local de cada sistema, detectar posibles averías en uno o más puntos de luz y sincronizar el programa de iluminación.
  13. Método para detectar una o más averías en dos escalas:
    - un sistema eléctrico de acuerdo con la reivindicación 7
    - un conglomerado de piezas de equipos eléctricos de acuerdo con la reivindicación 11.
  14. Método para detectar una o más averías de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** las averías se identifican mediante al menos un indicador de avería que resulta desde la respuesta a una serie de preguntas correspondientes al análisis de variaciones en los parámetros eléctricos, ópticos y/o térmicos estimados durante la operación de dicho sistema eléctrico.
  15. Método para detectar una o más averías de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** los indicadores de averías están definidos por un sistema de IC binario donde 0: no o 1: sí.
  16. Método para detectar una o más averías de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** se refiere a una comparación del estado del equipo eléctrico del conglomerado de sistemas eléctricos sobre una escala de tiempo correspondiente a la vida útil de cada pieza de equipo eléctrico.
  17. Método para detectar una o más averías de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** una avería importante que provoque el apagado de dicho sistema eléctrico o sistemas se comunica mediante un control de frecuencia tipo flash de dicho equipo eléctrico que anima a los residentes a comunicar una avería al servicio público en cuestión.

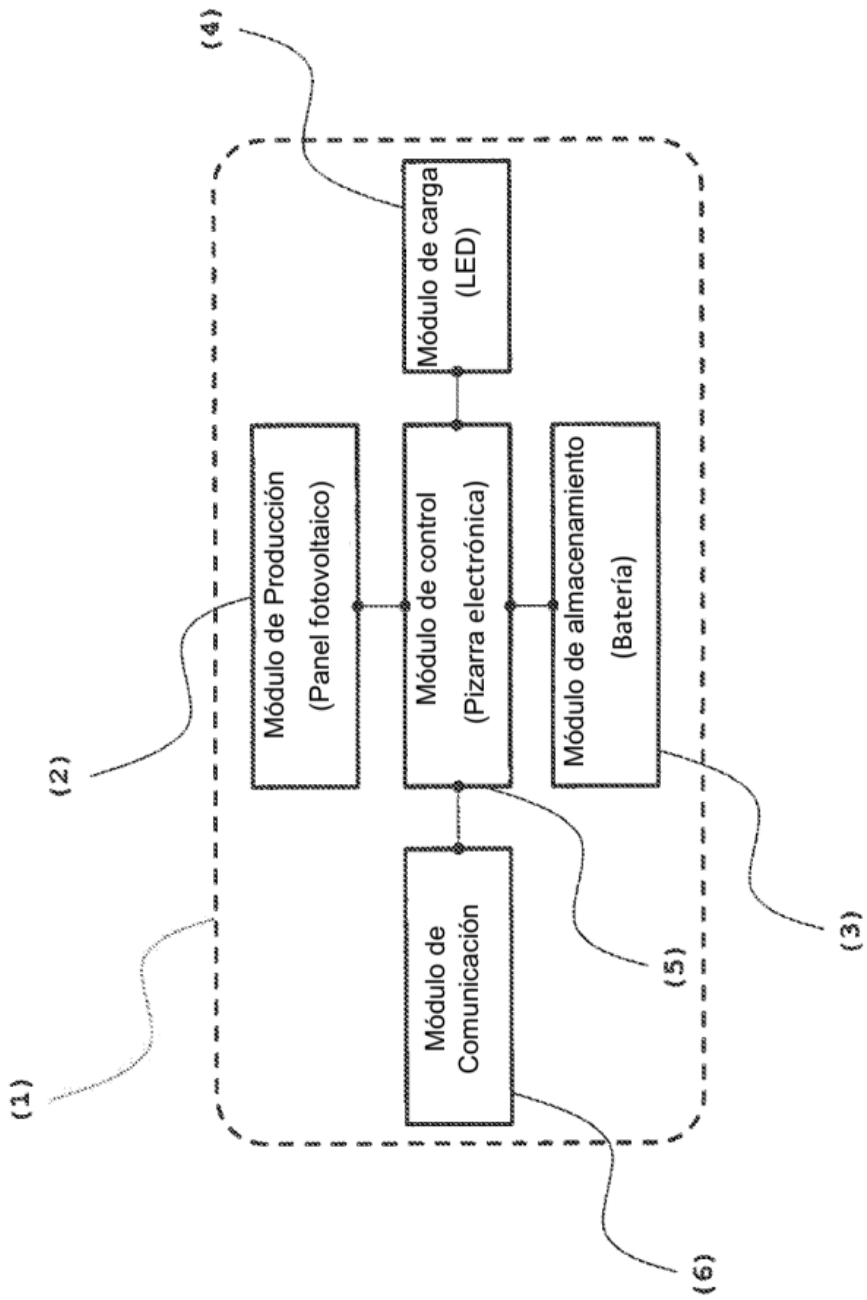


Figura 1

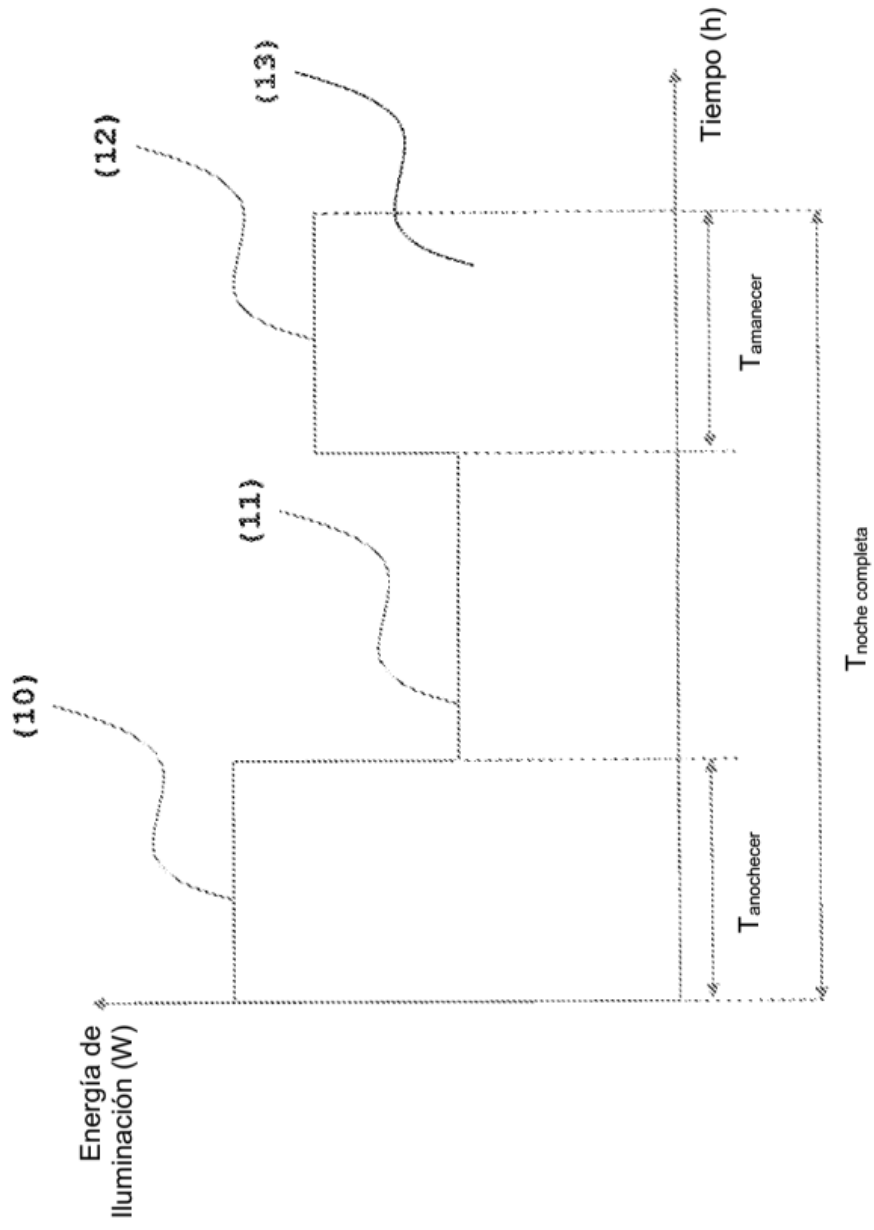


Figura 2

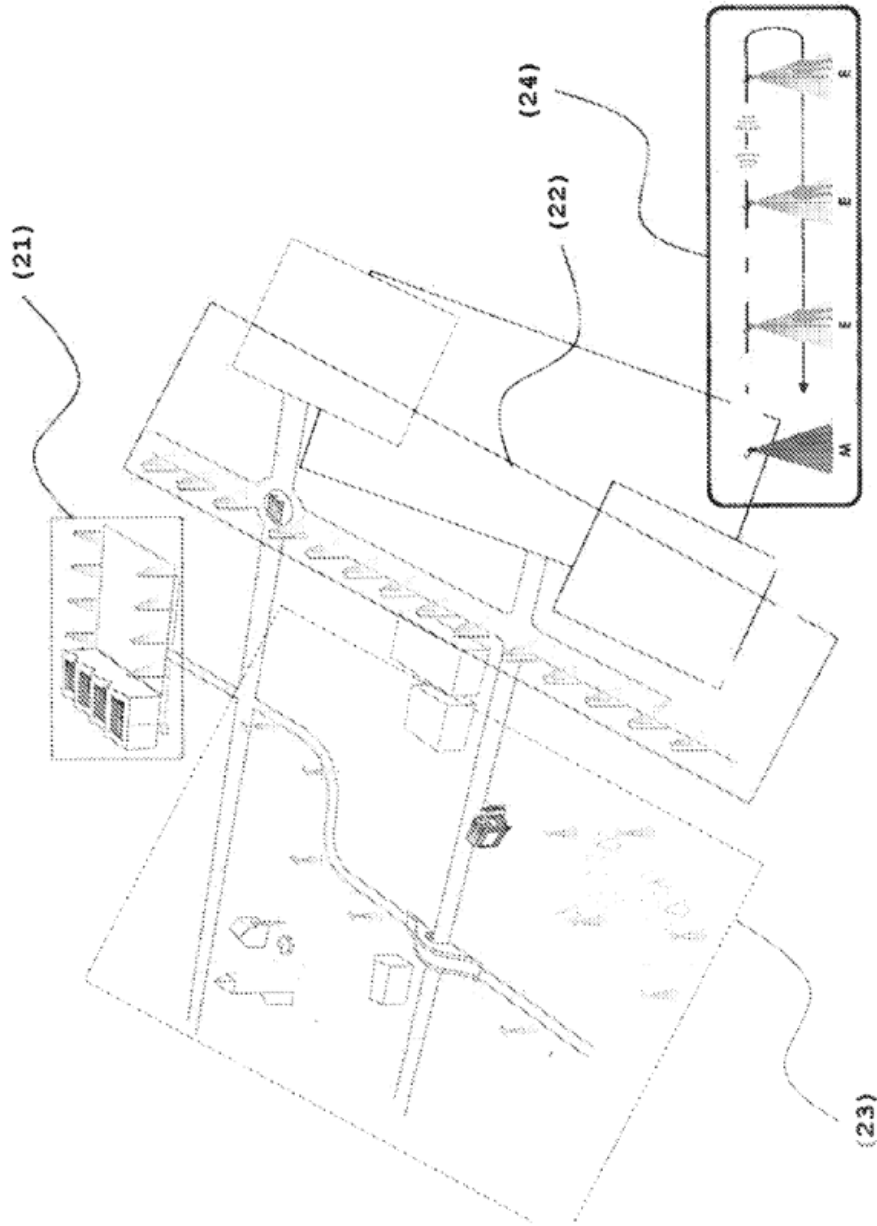


Figura 3