



No. 14-143875- -00000-0000

Fecha: 2014-07-04 09:27:27
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 33

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

SOLICITUD PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TITULO TECNOLOGIA PARA SUMINISTRAR ENERGIA A UNA LAMPARA

51. CLASIFICACION INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE LT LIGHTING (TAIWAN) CORPORATION

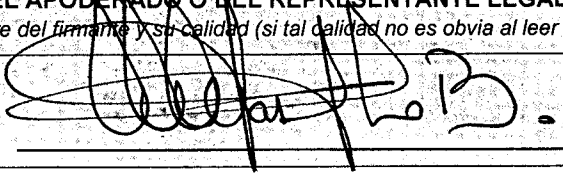
DOMICILIO 1, Lihsin Road, V, Hsinchu Science-Based Industrial Park
Taiwan

74. APODERADO JERONIMO CASTILLO BONILLA

22. BOGOTA D.C., _____

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/ US2012/054280	Fecha Septiembre 7, 2012
Publicación Internacional No.		WO 2013/085583 A1	Fecha Junio 13, 2013
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		
TECNOLOGIA PARA SUMINISTRAR ENERGIA A UNA LAMPARA			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
F21S 9/03 (2006.01)			
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
1. LT LIGHTING (TAIWAN) CORPORATION			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN: 1, Lihsin Road, V. Hsinchu Science-Based Industrial Park		No. TELÉFONO	
CIUDAD Hsinchu 300		CORREO ELECTRÓNICO	
DEPARTAMENTO/ESTADO		NACIONALIDAD O	
PAÍS DE RESIDENCIA Taiwán		LUGAR DE CONSTITUCIÓN	
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. Shuy		Geoffrey, Wen-Tai	Taiwanés
2. Li		Chang-Horang	Taiwanés
3. Lai		Hsin-Chen	Taiwanés
4.			
5.			
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD DIRECCIÓN
1. Taiwan			Beitou District, Tapei City 4F, No. 123 Aly.3, Ln 219, Sec. 7, Zhongshan, North Road
2. Taiwan			East District, Hsinchu City 4F, No. 4-2, Aly.8, Ln.403, Sec. 1, Guangfu Rd
3. Taiwan			Nantun District, Taichung City 7F-3, No. 608, Sec 2. Gongyi Road
4.			
5.			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
CASTILLO BONILLA		JERONIMO	C.C. 79.462.057 T.P. 104167
DIRECCIÓN		No. TELÉFONO	
Calle 93ª No. 14 – 17 Oficina 311		236 34 93 / 236 34 09	
CIUDAD		CORREO ELECTRÓNICO	
Bogotá D.C.		info@pcastillopineda.com	
PAÍS		No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL	
Colombia			

10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO	(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
1.Estados Unidos		US	13/312.902	2011/12/06
2.				
3.				
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>				
☐ SI ☒ NO				
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.				
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>				
☐ SI ☒ NO				
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.				
13	REDUCCIÓN DE TASAS			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>				
☐ SI ☒ NO				
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐				
Universidades públicas o privadas ☐				
Entidades sin ánimo de lucro ☐				
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO			
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.				
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N°	Fecha	
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL			
Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)				
				
17	ANEXOS			
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano		Documentación Jurídica		
1. ☒ Descripción N° de folios:		9. ☐ Poderes, si fuera el caso.		
2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones:		10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.		
3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios:		11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso.		
4. ☒ Resumen.		12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso.		
5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.		13. Reducción de tasas		
6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.		Micro, pequeñas o medianas empresas		
7. ☒ Arte final 12 x 12.		☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.		
8. ☐ Anexo formato digital.		☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.		
		Universidades públicas o privadas		
		☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación		
		Entidades sin ánimo de lucro		
		☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio.		
		☐ Hoja de información complementaria.		
		☐ Otros, especificar		
		14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.		
		15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.		
		16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.		
		17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.		

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0070651

Bogotá D.C., Julio 04 de 2014 - 09:20:21

RECIBIDO DE : CASTILLO PINEDA SAS

NI 860.046.502

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	686794894	03/07/2014	856.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	515.000.00	515.000.00
				\$515.000.00

SON: **QUINIENTOSQUINCE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-143875- -00000-0000

Fecha: 2014-07-04 09:27:27 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 33

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Julio 4 de 2014 - 09:20:22

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

**Industria y Comercio**
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0070652

Bogotá D.C., Julio 04 de 2014 - 09:20:21

RECIBIDO DE : CASTILLO PINEDA SAS

NI 860.046.502

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	686794894	03/07/2014	856.000.00

*** Conceptos Pagados ***

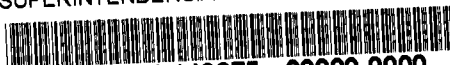
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
10	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	31.000.00	310.000.00
				<u>\$310.000.00</u>
			=====	

SON: **TRESCIENTOS DIEZ MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

**No. 14-143875- -00000-0000**

Fecha: 2014-07-04 09:27:27 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 33

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.slc.gov.co e-mail: info@slc.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Julio 4 de 2014 - 09:20:22

TECNOLOGÍA PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A UNA LÁMPARA

ANTECEDENTES

Las lámparas de alumbrado público alimentadas con energía solar se encuentran disponibles en el comercio. Las lámparas de alumbrado público alimentadas con energía solar reciben energía solar del sol en la forma de luz. Los fotones de luz se convierten en electricidad por un panel solar. Un sistema de pilas almacena energía eléctrica, en el que puede usarse durante condiciones de oscuridad (v.g., en la noche, u horas de neblina) para suministrar energía a una lámpara de alumbrado público.

El propósito de las lámparas de alumbrado público tradicionales existentes en el comercio, alimentadas con energía solar, es poder suministrar iluminación durante tres días lluviosos continuos. Sin embargo, las lámparas de alumbrado público existentes en el comercio, alimentadas con energía solar, no están en capacidad de sostener la iluminación durante tres días lluviosos continuos bajo algunas situaciones muy normales y comunes. En consecuencia, las calles que están equipadas con tales lámparas de alumbrado público de energía solar se quedan con frecuencia a oscuras.

Los inventores realizaron un estudio para descubrir aspectos claves de la causa de este problema y, posteriormente, inventaron los diseños del sistema para superar este inconveniente, tal como se expone en esta divulgación de patente.

BREVE RESUMEN

Por lo menos una modalidad descrita aquí se refiere a un dispositivo para canalizar electricidad desde una fuente de energía eléctrica a una lámpara cuando la lámpara está consumiendo electricidad y, al hacerlo, ajusta hacia abajo la cantidad de energía canalizada a la lámpara como una función de la energía disponible en la fuente de energía eléctrica. Al actuar de ese modo, una reducción en la energía disponible en la fuente de energía eléctrica ocasiona una reducción menor que proporcional en la luminosidad de la lámpara. Esto podría llevarse a cabo pasando la electricidad a través de una red pasiva de resistores y diodos en su ruta desde la fuente de energía eléctrica a la lámpara, lo cual reduce el consumo de energía del dispositivo. En un ejemplo, la fuente de energía eléctrica puede ser una pila que se alimenta por uno o más paneles solares. En ese caso, el dispositivo puede canalizar igualmente electricidad proveniente del (de los) panel(es) solar(es) a la pila.

El presente resumen se presenta para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen posteriormente a continuación en la Descripción Detallada. Este resumen no pretende identificar características claves o propiedades esenciales del asunto reivindicado, ni tiene como finalidad usarse como una ayuda en determinar el asunto reivindicado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con el fin de describir la manera en la cual se pueden obtener las características y ventajas ya enumeradas, además de otras, se dará una descripción más detallada de varias modalidades por referencia a los dibujos adjuntos. Entendiendo que estos dibujos representan únicamente modalidades ejemplares y, por consiguiente, no tienen que considerarse limitantes del ámbito de la invención, las modalidades se describirán y explicarán con especificidad y detalle adicionales mediante el uso de los dibujos acompañantes, en los cuales:

Figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de lámpara de panel solar de acuerdo con principios descritos aquí;

Figura 2 ilustra una función escalonada ejemplar de la forma en que puede reducirse la energía suministrada a la lámpara por el controlador, dependiendo de la energía eléctrica disponible restante en la pila;

Figura 3 ilustra una función continua ejemplar de la forma en que puede reducirse la energía suministrada a la lámpara por el controlador, dependiendo de la energía eléctrica disponible restante en la pila;

Figura 4 ilustra una respuesta de un diodo emisor de luz (lámpara) ejemplar; y

Figura 5 ilustra una red pasiva ejemplar de resistores y diodos que puede usarse para suministrar una cantidad reducida de energía eléctrica a la lámpara, cuando la energía eléctrica disponible restante en la pila disminuye.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los principios descritos aquí se relacionan con una tecnología para suministrar energía a una lámpara que potencialmente incluye una red pasiva de diodos y resistores. El diseño de la lámpara incluye además una unidad de control del sistema (tal como una caja de control) que posibilita exigencias de iluminación

mejoradas en una serie más prolongada de días lluviosos continuos, comparados con las lámparas comerciales diseñadas incluso para el mismo panel solar y pila.

La lámpara puede operarse a través de todo el intervalo de energía almacenada disponible en la pila. A medida que la energía almacenada de la pila disminuye, se reduce el consumo de energía del sistema y se aumenta la eficacia del sistema, manteniendo al mismo tiempo la iluminación por encima de la luminosidad requerida. En otras palabras, el novedoso sistema puede mejorar continua (o gradualmente) la eficacia, a medida que la energía almacenada en la pila se consume.

Las lámparas alimentadas con energía solar usan paneles solares para recargar las pilas durante las condiciones soleadas (designadas en lo sucesivo "días soleados"), en las que números significativos de fotones de origen solar inciden sobre el panel solar. Sin embargo, existen igualmente condiciones de oscuridad, en las que inciden menos fotones de origen solar, o en las cuales la ausencia de estos es total. Por ejemplo, existen por supuesto condiciones de oscuridad durante la noche, pero pueden existir igualmente al amanecer, el crepúsculo, o durante días nublados (designados en lo sucesivo "noches o días oscuros", o "días lluviosos"), cuando la nubosidad, la niebla, el esmog, la lluvia, la bruma, o cualquier otro obstáculo impide que gran parte de la energía solar llegue al panel solar.

Los días oscuros ocurren con cierta frecuencia, dependiendo de los patrones meteorológicos, la época del año y la región de la tierra. Por consiguiente, para responder a esta situación, se supone que las lámparas alimentadas con energía solar resisten varias noches de iluminación durante un cierto período garantizado, en la ausencia de luz solar (v.g., durante días oscuros consecutivos). Actualmente, el período garantizado por muchos proveedores de lámparas comerciales, alimentadas por energía solar, es de tres días oscuros continuos. Sin embargo, de acuerdo con un estudio realizado por los inventores (descrito con más detalle a continuación), las lámparas de alumbrado público existentes en el comercio no pueden mantenerse iluminadas durante tres días oscuros consecutivos bajo los escenarios normales encontrados comúnmente.

Los sistemas de lámparas alimentadas por energía solar se componen de cuatro subsistemas que incluyen 1) el panel solar que recibe fotones originados por el sol, y que convierte una porción de la correspondiente foto-energía en electricidad, 2) una pila que recibe y almacena la electricidad generada por el panel solar, 3) una lámpara que consume la electricidad proveniente de la pila cuando la

lámpara tiene que emitir luz, y 4) un controlador que controla el encendido y apagado de la lámpara, y protege la pila de condiciones de sobrecarga o exceso de consumo. De acuerdo con los principios descritos aquí, cuando se combina la lámpara construida con la red pasiva de acuerdo con la invención, el controlador realiza no solo las funciones ya indicadas, sino que regula también la cantidad de energía eléctrica suministrada a la lámpara cuando lámpara está encendida.

Cuando la lámpara y el controlador asociado se reemplazan con modalidades de acuerdo con los principios inventivos descritos aquí, el sistema de lámpara alimentada con energía solar puede proporcionar una luminosidad de iluminación mejorada (mejor que la especificada comercialmente) en las primeras tres noches en la presencia de tres días oscuros consecutivos, comenzando con plena capacidad de almacenamiento de la pila. Posteriormente, el sistema de la lámpara puede continuar alumbrando por encima de la luminosidad requerida (especificada comercialmente) durante tres noches adicionales sin ninguna entrada de energía solar durante estos seis días consecutivos (es decir, en la presencia de seis días oscuros consecutivos). Además, esto se puede hacer con un costo reducido, comparado con el sistema comercial en algunas modalidades.

Cuando se optimizan, con el costo del sistema obligado a estar por debajo del de las lámparas comerciales de alumbrado público alimentadas por energía solar, ciertas modalidades de un sistema de lámpara alimentada por energía solar, descritas aquí, pueden mantener la luz durante condiciones de oscuridad en la presencia de más de nueve días oscuros consecutivos y, simultáneamente, continuar proporcionando luz por encima de los niveles requeridos. Tales modalidades pueden suministrar una luminosidad mejor que los sistemas comerciales durante los primeros tres días. El sistema continúa entonces suministrando más del 90 por ciento de luminosidad (comparado con el día anterior) durante seis días oscuros consecutivos adicionales sin apagarse (*light-out*) durante las condiciones de oscuridad. De igual manera, este sistema está en condiciones de suministrar iluminación durante más de tres noches adicionales en la presencia de otros tres días oscuros consecutivos, con únicamente 4 horas de luz solar efectiva el día décimo.

Las lámparas de alumbrado público, alimentadas por energía solar, que resultan de acuerdo con por lo menos algunas de las modalidades descritas aquí, son sumamente económicas y ofrecen además un desempeño excelente. Por consiguiente, las modalidades descritas aquí pueden suministrar lámparas de alumbrado público, alimentadas por energía solar, que son rentables y poseen un excelente desempeño, entre muchas otras ventajas.

EL ESTUDIO

Los inventores condujeron un estudio que de muestra que las lámparas de alumbrado público, alimentadas por energía solar, existentes en el comercio no pueden resistir la iluminación en tres días oscuros consecutivos en algunos de los escenarios muy reales, comunes y que se encuentran fácilmente. Este estudio tomó en cuenta la índole y los parámetros de diseño de las lámparas solares comerciales, y, luego, examinó estas lámparas solares en algunos escenarios ordinarios encontrados fácilmente en operaciones normales de lámparas de alumbrado público, alimentadas por energía solar. El estudio revela las razones claves subyacentes por las cuales las lámparas comerciales actuales, alimentadas por energía solar, no pueden resistir tres días oscuros consecutivos bajo escenarios reales.

Las lámparas alimentadas por energía solar utilizan paneles solares para recargar las pilas durante las horas soleadas. Posteriormente, consumen las pilas para iluminar las noches oscuras. Por consiguiente, se evaluaron los siguientes datos de la naturaleza relacionados con la luz solar, las horas de oscuridad que requerían iluminación, y similares, junto con las características de los paneles solares, pilas, y cajas de control usados comúnmente.

Dependiendo de las estaciones, la luz solar efectiva diaria media fluctúa entre 3 y 4,5 horas en la mayoría de los sitios apropiados para instalar las lámparas alimentadas por energía solar. El tiempo de iluminación requerido (debido a la oscuridad) varió desde 8 a 14 horas al día en estos sitios. Además, la estación con la iluminación requerida más prolongada se asoció a menudo con horas de luz solar efectiva más cortas. Por consiguiente, el diseño del sistema autónomo requeriría por lo general aproximadamente 4 horas de exposición del panel solar a la luz del sol para cargar la pila con energía apropiada para el consumo de la lámpara de alrededor de 12 horas de iluminación (y 24 horas de operación de la caja de control, puesto que la caja de control opera continuamente).

La energía eléctrica convertida del panel solar se almacena usualmente en pilas de "12 voltios" en el sistema comercial. La llamada pila de "12 voltios" se operará en un intervalo normal dentro de su voltaje terminal máximo (V_x), el cual puede estar en la proximidad de 13,6 voltios, y su voltaje mínimo (V_n), que puede estar en la proximidad de 10,5 voltios. Operaciones anormales (o bien cargando excesivamente una pila por encima de V_x o consumiendo una pila por debajo de V_n) puede dañar la pila y acortar su vida útil, lo cual implica un gasto innecesario.

Por consiguiente, las operaciones anormales de cargar excesivamente o descargar demasiado la pila no son deseables, ni se recomiendan. En consecuencia, el sistema comercial diseña una unidad de control para supervisar constantemente el voltaje terminal de la pila terminal para desactivar la carga solar cuando aquel alcanza V_x , y apagar la lámpara cuando llega a V_n .

La capacidad de almacenamiento de energía, B_x , de la pila se mide en amperios-hora (es decir, $B_x = 150$ amperios-hora). La capacidad de almacenamiento de energía B_x se define como la integral del tiempo (en horas) de la corriente de salida a través de la pila (en amperios), mientras que el voltaje terminal de la pila se consume desde el voltaje terminal máximo V_x hasta el voltaje terminal mínimo V_n . Nótese que cada amperio-hora representa una cantidad diferente de energía en la pila, porque la energía depende en qué voltaje terminal estaba cuando se consumió el amperio-hora. Por lo demás, una pila diferente podría almacenar cantidades ligeramente diferentes de energía con el mismo voltaje terminal para cada amperio-hora, debido a que las resistencias internas de la conversión de energía químico-eléctrica en todas y cada una de las pilas pueden ser diferentes. En consecuencia, el mismo consumo de energía (vatios-hora) tendría un valor algo diferente de amperios-hora con un voltaje terminal diferente de la misma pila. Dicho en otros términos, el consumo de energía no sería exactamente el mismo valor de los amperios-hora con el mismo voltaje terminal de diferentes pilas.

Se definirán ahora varios parámetros de diseño. El consumo de energía diario del sistema (incluyendo iluminación, control de operaciones e ineficiencia) es " D ". El consumo de energía diario mínimo del sistema es " D_n ". El consumo de energía diario máximo es " D_x ". " S " es la energía eléctrica diaria, que se convierte de la salida del panel solar y se almacena en la pila. Su valor medio en 4 horas de luz solar diaria efectiva es " S_a ", mientras que su valor máximo es " S_x "; su mínimo es 0. La energía eléctrica almacenada en la pila es " B ". La energía mínima de la pila " B_n " es la energía mínima almacenada en la pila (es decir, $B_n = 0$) que ocurre cuando el voltaje terminal de la pila V está en su valor mínimo V_n . La energía máxima de la pila " B_x " es la energía almacenada en la pila cuando el voltaje terminal de la pila V está en su valor máximo V_x . La B_x se denomina también la capacidad de la pila. Comercialmente, B_x se representa en amperios-hora. En consecuencia, todas las unidades de energía (B , S o D) presentadas aquí se convierten en amperios hora de la pila usada, a menos que se especifique lo contrario.

En la actualidad, el panel solar es el principal factor generador de costos y el más caro de los cuatro subsistemas de panel solar (que incluyen el panel solar, la

pila, la lámpara y el controlador). Por consiguiente, los sistemas de lámparas comerciales, alimentadas por energía solar, se diseñan con una utilización mínima del panel solar para maximizar la asequibilidad del sistema. Todos los sistemas de lámparas comerciales existentes, alimentadas por energía solar, usan $1,15Dx > Sa > 1,1Dx$. En otras palabras, el tamaño del panel es lo bastante grande, de manera que un día de luz solar efectiva es suficiente para cargar las baterías para proporcionar la energía eléctrica ("Sa") para más de 110 por ciento del consumo de energía máximo de un día ("Dx"), pero definitivamente menor que 115 por ciento de un consumo de energía máximo de un día ("Dx").

Actualmente, la pila es el segundo factor generador de costos de los cuatro subsistemas de la lámpara solar. La mayoría de los proveedores de lámparas solares comerciales diseñan su capacidad plena de almacenamiento de la pila Bx para que sea $4Dx > Bx > 3,3Dx$. En otras palabras, una pila completamente cargada será suficiente para suministrar luz de desde 3,3 a 4 días de consumo máximo de energía. Algunos diseñadores de lámparas comerciales, alimentadas por energía solar, han aumentado la capacidad plena de almacenamiento de la pila Bx hasta $7Dx$.

Han diseñado asimismo su subsistema de iluminación y control (v.g., la lámpara) para mantener constante el consumo de energía de iluminación "P" (es decir, la cantidad de energía extraída de la pila para operar la lámpara), o por lo menos independiente del voltaje terminal. Recuérdese que el voltaje terminal V es una función de la energía B almacenada en la pila. Por lo tanto, el consumo de energía diario del sistema (en vatios-hora) D se expresa como $D = (P \times T) + O$, en donde T es horas de iluminación del día (promedio ~ 12 horas), y O es el consumo de energía que opera 24 horas distinto de la iluminación (usada en la caja de control).

El siguiente es un resumen de las características claves de los diseños comerciales de paneles solares existentes:

- (I) El consumo de energía para la operación diaria del sistema (incluyendo iluminación plena nocturna y 24 horas de operación de la caja de control) se diseña para ser: $Dx > D = (P \times T) + O$ vatios-hora, donde P , T y O se definen más arriba; mientras P se diseña para ser una potencia en vatios casi constante.
- (II) El tamaño del panel solar (para suministrar una energía eléctrica "S" en vatios-hora para cargar la pila en un día soleado efectivo) se diseña para ser: $1,15 Dx > Sa > 1,1 Dx$ en vatios-hora, con Sa ya definido más arriba.

- (III) La pila (usada para almacenar energía eléctrica del panel solar y suministrar energía eléctrica para la operación del sistema) se diseña para ser: $7 D_x > B_x > 3,3 D_x$, mientras B_x está en su capacidad plena.

Puesto que el consumo diario de energía D es menor que el consumo de energía máximo diario D_x y, dado que la pila se diseñó para ser tal que: $7 D_x > B_x > 3,3 D_x$, se consideró convencionalmente que el diseño tradicional puede garantizar adecuadamente la operación durante tres días lluviosos consecutivos. No obstante, este no es el caso como se explicará ahora.

El hecho es que con el aporte diario de energía solar sustraído del consumo de energía diaria requerida, queda únicamente una cantidad muy pequeña de la energía que puede ganarse por la pila para incrementar la energía almacenada en cualquier día dado. Bajo operación normal, los días soleados consecutivos mínimos requeridos para cargar la pila desde $B = 0$, a $B = B_x$, usando esta energía residual, serían: $((B_x) \text{ mínimo}) / (\text{residuo máximo de } (S - D))$. Dado que el B_x mínimo es igual a $3,3 D_x$, y dado que el residuo máximo de $(S - D)$ sería igual a $1,15 D_x - D_n$, los días soleados mínimos pueden expresarse como $3,3 D_x / (1,15 D_x - D_n)$. No obstante, este valor es aproximadamente igual a $3,3 D_x / (1,15 D_x - D_x)$, el cual sería 22 días. Normalmente, tomaría 22 a 50 días soleados normales consecutivos para recargar la capacidad de la pila para recuperar el almacenamiento total de energía, luego que la pila se haya consumido para los productos comerciales existentes. Cualquier día oscuro adicional durante estos días de recarga agregaría por lo menos seis días más a su tiempo de recuperación requerido para alcanzar su estado de almacenamiento total de energía. Cuando se aplica un código estadístico (usando el método de la ruleta rusa) para simular la energía de almacenamiento de la pila restante en cualquier amanecer de operación, bajo las condiciones de diseño permitidas más optimistas, los resultados de la simulación mostraron que sería una situación rara para $B > (3D - S_x)$. Por consiguiente, sería muy seguro asumir que $B < (3D - S_x)$ en el amanecer de la mayor parte del día de operación. En otras palabras, el siguiente análisis del escenario es apropiado para la mayor parte del tiempo de operación del sistema (situaciones muy ordinarias y frecuentemente encontradas).

Incluso cuando se asume la capacidad plena de la pila comercial diseñada máxima ($B_x = 7D_x$), existen siempre muchas situaciones reales de operación que colectivamente pueden hacer que el sistema alcance un estado en el cual la energía restante almacenada de la pila, B , sea menor que la de $(3D - M \cdot S_x)$ en el amanecer de cualquier día dado; con $M = 1$, o $M = 2$. El sistema puede encontrar un escenario

en que el la siguiente hora es un excelente día soleado promedio, seguido por 3 o más días oscuros continuos. Tal sistema no puede suministrar tres noches de iluminación adicionales.

Para $M = 1$, esto da $B = (3D - S_x) < (3D - 1,15 D_x) < (3 - 1,15)*D$. En otras palabras, la energía restante de la pila al amanecer es menor que 1 y 0,85 día de energía operacional. Entonces, el panel solar puede cargar únicamente la pila a $B = (3D - S_x + S_a)$ (el siguiente día soleado). Puesto que $S_x > S_a$, el valor de B es definitivamente menor que $3D$ justo antes de encontrar los tres días lluviosos consecutivos. El sistema definitivamente no puede suministrar iluminación toda la noche en la tercera noche.

Para $M = 2$, la energía restante de la pila puede ser menor que una operación de 0,7 día al amanecer. En este caso, no habría iluminación en absoluto la tercera noche durante los tres días lluviosos consecutivos.

Cuando la pila se consume en o antes del amanecer de un día dado, entonces la lámpara puede suministrar luz durante la primera noche y parte de la segunda noche, pero no habría iluminación en absoluto durante la tercera noche.

El peor escenario sería que la pila se agotara al amanecer, o antes, del día dado y este fuera seguido por más de tres días lluviosos consecutivos sin luz solar en absoluto, después del amanecer del día dado. En ese caso, no habrá iluminación en absoluto durante las noches.

Los escenarios anteriores son situaciones de operación muy comunes, normales y, generalmente, encontradas. En consecuencia, el anterior análisis de escenarios muestra claramente que, bajo los diseños de consumo de energía de iluminación constante, usando incluso las capacidades máximas de pilas diseñadas comerciales, las lámparas comerciales, alimentadas por energía solar, con la capacidad de recarga del panel solar diseñado actualmente, no cumplirá su promesa de "mantener la iluminación en cualesquiera 3 días oscuros continuos". Esto en razón a que, una vez agotada la pila, estos sistemas pueden estar en condiciones de proporcionar iluminación únicamente alrededor de 1 día más (no tres días más) con una luz solar diaria media.

Para ilustrar aún más el estudio ya mencionado y revelar el origen de este problema, tomemos un producto comercial como el peor ejemplo: Compramos una lámpara comercial de alumbrado público (con un panel solar de 130W, dos pilas de 110 amperios-hora). Esta lámpara suministra alrededor de 1600 lumens de salida

de luz con una potencia de iluminación constante de aproximadamente 28W y una caja de control que consume alrededor de 6 W de energía en promedio. La energía media cargada en la pila (Sa) a través del panel solar de 130W que convierte 4 horas de luz solar diaria efectiva es de aproximadamente 43,3 amperios-hora. El consumo diario de energía de esta lámpara de alumbrado público (con 12 horas de iluminación y 24 horas de operación de la caja de operación) es de aproximadamente 40 Ahr. La ganancia neta de energía de la energía solar (restando el consumo diario) es únicamente alrededor de 3,3 Ahr. Esto significa que tomaría más de 12 días soleados consecutivos ($12 \times 3,3 \text{ Ahr} = 39,6 \text{ Ahr}$) para compensar el déficit de energía de 1 día oscuro (aproximadamente 40 Ahr) para esta lámpara de alumbrado público. El período de recuperación de este estado agotado a almacenamiento total tomaría: $220 / 3,3 = 66,7$ días soleados consecutivos. Esta lámpara de alumbrado público se instaló en un sitio cerca del centro de China con más de 4 horas de luz solar efectiva en promedio anual, y un espacio claro para recibir adecuadamente luz solar normal. Se inició con una capacidad de pila plena y operó únicamente durante menos de 20 días (se instaló hace más de dos años) para enfrentar su primera condición de "pila agotada". Después de eso, esta lámpara de alumbrado público empezó a suministrar luz durante alrededor de 1 noche seguida por cada día soleado y, desde entonces, jamás cumplió su garantía de "mantener la iluminación en 3 días oscuros consecutivos". Lógicamente, esta lámpara también enfrentó múltiples condiciones adicionales de "pila agotada" desde su instalación hace más de 2 años.

Una forma de cumplir la promesa de iluminación continua durante 3 días oscuros consecutivos es aumentar el tamaño del panel solar para proporcionar un factor de 3 en la potencia de recarga. En ese caso, cada aporte diario de energía solar puede resistir definitivamente el consumo de energía del sistema durante 3 días, aunque la pila se agotara al amanecer de un día soleado. Sin embargo, esto puede acarrear igualmente un costo prohibitivo, con lo cual se ve afectada la asequibilidad.

LA CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO:

A partir del estudio anterior, los inventores descubrieron que existen tres componentes claves para que las lámparas alimentadas por energía solar cumplan su promesa de sostener la iluminación durante más de tres días oscuros consecutivos: (1) que el sistema tenga una capacidad de pila suficientemente alta ($Bx > 3Dx$), (2) que el sistema cuente con un panel solar suficientemente grande, de manera que $Sa > 3Dx$, y (3) que la caja de control reduzca su consumo diario de energía a un nivel insignificante, de modo que la Dx pueda reducirse

sustancialmente. Sin embargo, con el costo de los subsistemas (especialmente, el panel solar y la pila), cuando se imponen los dos componentes a los diseños de "energía de iluminación constante", como en el caso de los productos comerciales, incluso con la ayuda libre del tercer componente, los sistemas resultantes pueden terminar satisfaciendo la luminosidad requerida – pero a un costo prohibitivo, o satisfaciendo la asequibilidad – pero sin proporcionar luminosidad suficiente.

LAS INVENCIONES:

Los inventores inventaron además novedosos diseños de lámparas LED con una red pasiva de LEDs (chips) y resistores, así como la caja de control asociada para (superar este problema) y proporcionar exigencias extra de iluminación en días oscuros continuos y prolongados, aún cuando usen el mismo panel solar y la pila del sistema comercial. Los pasos de la invención se describen a continuación:

I. Red pasiva para configurar las características I-V de la lámpara LED:

Mediante ensayo y error, los inventores descubrieron que podían configurar las características I-V de las lámparas LED usando una red pasiva de LEDs y resistores. Descubrieron igualmente que podían compaginar la red con algunas características I-V seleccionadas teóricamente ("deseables"). En otras palabras, su primer paso fue inventar la configuración de las características I-V de la lámpara LED mediante la red de LEDs y resistores.

II. Identificar las características I-V deseadas mediante análisis teórico:

II.A Identificar las características I-V para operar en el intervalo de almacenamiento total de la pila:

Mediante análisis teórico, los inventores identificaron las características I-V apropiadas para la lámpara LED que permitieron a la lámpara operar en el intervalo de almacenamiento total de energía de la pila, lo cual se caracterizó por su intervalo de voltaje terminal (es decir, 10,5 a 13,5 voltios para una "pila de 12 voltios"). Esto significa que estas lámparas LED variarían su consumo de energía como una función del voltaje terminal de la pila, $P(v)$.

II.B Identificar las características I-V para mejorar la eficacia en una pila que se está agotando:

Asimismo, los inventores analizaron y seleccionaron entre las características

identificadas anteriormente, con el fin de obtener un grupo de características I-V que pueden mejorar monótonamente su eficacia cuando su voltaje terminal disminuye a través del rango de voltaje de la pila.

II.C Identificar las características I-V para impedir la sobrecarga o el agotamiento excesivo:

Puesto que estas lámparas LEDs variarían su consumo de energía, $P(v)$, como una función del voltaje terminal de la pila, los inventores identificaron además las características I-V de estas lámparas para consumir toda la energía diaria cargada ($D(V_x) > S_x$) cuando la pila está en estado de almacenamiento total de energía ($B = B_x$). Por lo tanto, impide que la pila se sobrecargue.

De igual manera los inventores identificaron además que las características I-V de estas lámparas consumen menos que un 1/5 de la energía diaria cargada por el panel solar cuando el almacenamiento de energía de la pila está cerca de la condición descargada; entre más cerca a la condición de descarga, menos energía consume. El valor de $D(v)$ es muy bajo cuando v se aproxima a $v = V_n$, de tal manera que el $D(v \sim V_n) < 0,1 S_a$. Y se acerca a un consumo de energía cero con el estado de descarga de la pila ($P(V_n) < 1$ vatio), impidiendo que la pila se descargue en exceso.

III. Integrar todas las invenciones ya mencionadas en diseños de lámparas LED:

Los inventores configuraron entonces las características I-V de una lámpara usando una red pasiva de LEDs y resistores para corresponder a la curva I-V seleccionada "apropiada". Adicionalmente, se construyeron prototipos para verificar que esta lámpara puede operarse realmente en el rango de almacenamiento total de energía de la pila. Los sistemas pueden mejorar asimismo su eficacia cuando el almacenamiento de energía de la pila está consumiéndose para proporcionar la luminosidad requerida indicada más arriba. En otras palabras, el novedoso sistema puede mejorar continua (o gradualmente) la eficacia cuando el almacenamiento de energía de la pila está agotándose; y utilizar también su capacidad de almacenamiento pleno de energía. Adicionalmente, se verificó que estos prototipos eran igualmente capaces de impedir la sobrecarga o la descarga excesivas de la pila.

IV. Diseño de una caja de control para consumir una cantidad insignificante de energía:

Puesto que las lámparas LED planeadas más arriba pueden ofrecer igualmente las funciones de prevenir que la pila se sobrecargue o descargue en exceso, la caja de control puede liberarse de su función convencional de "protección de la pila" (la cual consume una cantidad significativa de energía). Por consiguiente, nos permitiría diseñar una caja de control para realizar únicamente funciones de conmutación de cargar la pila del panel solar (o no), descargar la electricidad de la pila a las lámparas LED para iluminación (o no). Por consiguiente, diseñamos tal caja de control usando dos relés de enclavamiento (*two latch-relays*) para efectuar estas dos funciones. La caja de control diseñada consume entonces una cantidad insignificante de energía ($< 0,001$ amperio-horas diariamente), lo cual puede reforzar aún más las exigencias la iluminación.

V. Optimizar el diseño del sistema:

Los resistores en la red no son elementos emisores de luz, consumen energía sin contribuir a la iluminación. En consecuencia, los inventores, inspeccionaron detenidamente la red para liberarla de todas las resistencias innecesarias. Por lo tanto, reforzaron aún más las exigencias de iluminación del sistema diseñado. Por lo demás, los inventores realizaron simulaciones de códigos estadísticos para mapear el espacio permitido de los parámetros de diseño permitidos. Los resultados nos guiaron efectivamente para optimizar la correspondencia de los subsistemas, y proporcionar la ruta para minimizar el costo del sistema y maximizar los rendimientos del sistema.

LOS RESULTADOS DE IMPLEMENTAR LAS INVENCIONES

Los principios descritos aquí, por otro lado, rediseñan el controlador y las lámparas. Como resultado, los sistemas pueden mejorar su eficacia durante el consumo de su almacenamiento de energía. Las lámparas pueden operarse igualmente en el rango completo del almacenamiento de energía de la pila para suministrar la luminosidad requerida más arriba. Por consiguiente, este sistema puede proporcionar exigencias de iluminación extras en días oscuros continuos y prolongados, incluso cuando emplea el mismo panel solar y la misma pila. En otras palabras, las modalidades descritas aquí pueden hacer la reducción en el consumo de energía mucho más rápida que su disminución de luminosidad, debido a la eficacia mejorada experimentada cuando se reduce el consumo de energía. Por consiguiente, la energía recargada de un día del panel solar existente puede permitir una operación con energía reducida de más de tres días, incluso con el mismo panel solar y la misma pila.

En consecuencia, el subsistema de iluminación de acuerdo con modalidades descritas aquí varía su consumo de energía de acuerdo con la cantidad de energía eléctrica almacenada en las pilas que sostienen las lámparas. Puesto que la energía restante almacenada en una pila puede caracterizarse por su valor de voltaje terminal V , esta invención diseña la energía de iluminación para que sea $P = P(V)$, como función de V (el voltaje terminal de la pila). En consecuencia, las lámparas se diseñan para consumir menos energía cuando el voltaje terminal de las pilas es más bajo. El Dx requerido es suficientemente bajo cuando la energía de la pila está en su estado de almacenamiento bajo, de modo que el tamaño del panel solar actual usado en el sistema comercial puede suministrar suficiente Sa para satisfacer el $Sa > 3Dx$ para este Dx reducido.

Con el fin de preservar la capacidad de suministrar la luminosidad requerida, el subsistema de iluminación se diseña de tal manera que puede mejorar su eficacia cuando la energía de almacenamiento de la pila se está consumiendo. En otras palabras, entre menos energía restante esté almacenada en la pila, menos se consume por las lámparas y, aún así, la lámpara suministra todavía la luminosidad de iluminación requerida mejorando la eficacia del sistema durante el consumo de energía de la pila. Esto debido a que la reducción en el consumo de energía de iluminación es proporcionalmente mucho más rápida que la disminución resultante en la iluminación.

Además, puesto que el subsistema de iluminación diseñado puede variar su consumo de energía, este diseño se incorpora además en sus lámparas para consumir toda la energía diaria cargada ($D(Vx) > Sx$) cuando la pila está en estado de almacenamiento total de energía ($B = Bx$), previniendo así la situación de sobrecarga de la pila (mostrada como modalidades). Esta invención se incorpora además en sus lámparas para consumir menos de $\frac{1}{4}$ de la energía diaria cargada por el panel solar, cuando el almacenamiento de energía de la pila está cerca de su condición de agotamiento. Entre más cerca a la condición completamente agotada, menos consume la lámpara, con un consumo de energía aproximándose a cero en el estado de agotamiento de la pila ($D(Vn) < 1$ vatio); impidiendo la situación de descarga excesiva.

Por lo tanto, las modalidades del subsistema de iluminación, descritas anteriormente, pueden obtener dos ventajas: (1) la carga solar de un día soleado puede almacenar suficiente energía en la pila durante más de tres días de iluminación nocturna sin otro aporte de energía; como se muestra en las modalidades; y (2) se evitan la sobrecarga o agotamiento excesivo de la pila sin la

intervención activa de la caja de control. Las modalidades permiten que un controlador realice entonces las funciones de encendido/apagado para cargar y descargar la pila. Esta función de conmutación consume una cantidad insignificante de energía diaria.

Como se muestra en las modalidades, cuando se reemplazan las unidades de iluminación LED y la unidad de control asociada incorporando esta invención, el sistema comercial puede suministrar entonces una mejor luminosidad de iluminación en las primeras tres noches, comenzando con una capacidad de almacenamiento total de la pila. Posteriormente, puede continuar aún alumbrando por encima de la luminosidad requerida durante tres noches adicionales sin ningún aporte de energía durante estos 6 días consecutivos. Adicionalmente, este sistema es menos costoso que el sistema original.

Cuando se optimiza el desempeño del sistema, con el costo del sistema obligado además a ser inferior al del de las lámparas comerciales de alumbrado público, alimentadas por energía solar, los novedosos sistemas diseñados pueden resistir más de nueve días lluviosos consecutivos. Por lo demás, proporciona una mejor luminosidad que los paneles solares comerciales durante las primeras tres noches. El sistema continúa entonces suministrando a $> 0,9$ en la luminosidad del día anterior durante seis días oscuros consecutivos adicionales sin apagarse. Además, este sistema está en condiciones de suministrar iluminación durante más de tres noches adicionales, con solamente 4 horas de luz solar efectiva en el día 10°.

Habiendo descrito los principios generales de las modalidades descritas aquí, estas se describirán ahora con referencia a Figuras 1 a 5.

Figura 1 ilustra un sistema de lámpara alimentada por energía solar **100** que incluye cuatro subsistemas tales como una pila **110**, un panel solar **120**, una lámpara **130** y un controlador **140**. La luz originada por el sol incide sobre el panel solar **120**. El panel solar **120** puede ser un panel solar único o una red de paneles solares. Por lo demás, el panel solar puede ser un panel solar existente actualmente, o puede ser un panel solar que se desarrolle en el futuro. No obstante, como se mencionó anteriormente, puede obtenerse un desempeño mejorado incluso usando paneles solares existentes. El panel solar **120** convierte por lo menos una porción de la luz incidente en electricidad con una eficiencia particular que puede variar dependiendo del tipo de panel solar.

Un circuito enrutador recolector de energía **121** se configura para enrutar

energía eléctrica desde el panel solar **110** a una pila **120** cuando el panel solar **120** y la pila **110** se encuentran acoplados en la forma ilustrada. De esta manera, el circuito enrutador recolector de energía **121** canaliza electricidad desde el panel solar **120** a la pila **110** para cargar la pila e incrementar así su almacenamiento de energía durante condiciones soleadas. Aunque la pila **120** puede ser cualquier tipo de pila, los principios descritos aquí permiten un mejor desempeño usando incluso la misma pila que los sistemas convencionales de lámparas alimentadas por energía solar. En efecto, los principios descritos aquí pueden ampliarse a un caso en el cual el elemento **110** es cualquier fuente de energía eléctrica tal como, por ejemplo, un dispositivo de suministro de energía abastecido por una red de energía eléctrica. En ese caso, no habría necesidad de que el sistema de la lámpara **100** incluyera un panel solar **120** o un circuito enrutador recolector de energía **121**. Por consiguiente, el sistema de la lámpara puede no tener una "pila" física. Efectivamente, la pila **110** puede reemplazarse por "una fuente de energía eléctrica". La pila **110** se describirá a partir de ahora y es solo un ejemplo de tal fuente de energía eléctrica.

Un circuito enrutador de consumo de energía **122** se configura para enrutar selectivamente energía eléctrica de la pila **110** (o, más ampliamente, la "fuente de energía eléctrica") a una lámpara **130** cuando la pila **110** y la lámpara **130** se acoplan, tal como se ilustra. De esta manera, el circuito enrutador de consumo de energía **122** canaliza electricidad de la pila **110** (o, más ampliamente, la "fuente de energía eléctrica") a la lámpara **130** cuando la lámpara está consumiendo electricidad durante las condiciones de oscuridad. En algunas modalidades, la lámpara **130** puede emitir luz de uno o más diodos emisores de luz (LED) y/o puede ser una lámpara de alumbrado público que se eleva sobre una calle, carretera, acera, o área.

Un controlador **140** se configura para canalizar selectivamente electricidad desde el panel solar **120** a la pila **110** mediante el circuito enrutador recolector de energía **121** durante condiciones de luz, y se configura selectivamente para canalizar electricidad desde la pila **110** a la lámpara **130** durante condiciones de oscuridad. EL controlador **140** puede ser muy sencillo, ya que ejecuta una simple función de encendido/apagado. En consecuencia, la energía diaria consumida por el controlador puede ser tan baja como ya se mencionó. Dependiendo de la fuente de energía eléctrica, en algunos casos (tal como el caso de una red de energía eléctrica), tal canalización selectiva no será necesaria.

El sistema de lámpara solar **100** se configura de tal manera que cuando el circuito enrutador de consumo de energía **122** enruta energía eléctrica desde la pila

110 (o, más ampliamente, la "fuente de energía eléctrica") a la lámpara **130**, el sistema **100** ajusta la cantidad de energía entregada a lo largo del circuito enrutador de consumo de energía **122** hacia abajo como una función de una cantidad restante de energía eléctrica disponible en la pila. Como ya se mencionó, puesto que el voltaje terminal V es una función de la energía eléctrica restante en la pila, esto podría realizarse usando el voltaje terminal. En el caso más general de una fuente de energía eléctrica, esto puede hacerse basándose en cualquier parámetro que se relacione con la energía disponible en la fuente de energía eléctrica. Por lo demás, como se mencionó anteriormente, esta reducción en el consumo de energía puede ser mayor en proporción que la disminución en emisiones de luz, debido a la eficacia mejorada con un consumo menor de energía.

En algunas modalidades, la reducción en consumo de energía, cuando el voltaje terminal (o, más generalmente, la energía disponible o potencia en la fuente de energía eléctrica), cae puede llevarse a cabo usando una red pasiva. Por ejemplo, la red pasiva **131** puede incluirse en la lámpara, y puede comprender diodos LED y, posiblemente, también resistores. Un diseño específico se describirá con referencia a Figura 5. No obstante, los principios de la presente invención no se limitan a tal diseño. Por ejemplo, una red pasiva puede enrutar corriente a través de caídas de voltaje, de modo que cuando el voltaje en la entrada de la red pasiva es más alto (lo que refleja un voltaje terminal más alto de la pila), más diodos LED en la red pasiva están emitiendo activamente que cuando el voltaje en la entrada de la red pasiva es menor. Por consiguiente, a medida que se reduce el voltaje terminal, lo hacen también el número e intensidad de los diodos LED, que están emitiendo en la red pasiva.

Los principios descritos aquí no se limitan a la relación funcional particular entre la energía consumida por la lámpara **130** y el voltaje terminal de la pila **110**. No obstante, es sumamente ventajoso si la relación se define de tal manera que una reducción en el consumo de energía ocasiona una disminución proporcionalmente menor en las emisiones de luz.

Figura 2 ilustra una representación gráfica aproximada **200** de una relación entre consumo de energía y luminosidad para una lámpara construida con una red de diodos emisores de luz y resistores. La luminosidad está en el eje vertical **201**, y la energía eléctrica está en el eje horizontal **202**. La relación se aproxima con la curva **210** únicamente para mostrar los principios abstractos. La forma precisa de la curva puede diferir de acuerdo con el tipo de LEDs de que consta la lámpara, y también con el diseño de la lámpara; es especialmente su disipación de calor la que determina la temperatura en las uniones emisoras de luz. La temperatura de las

uniones puede afectar críticamente la cantidad de salida de luz; por lo tanto, la capacidad de disipación de calor determina críticamente la función de la luminosidad como función de la entrada de energía al LED.

No obstante, cada lámpara LED tiene una región inactiva **211**, en la cual la energía eléctrica está cerca del umbral, o por debajo, del diodo LED, siendo así demasiado baja para producir emisiones significativas de luz desde el diodo; incluso parte de la región **211** puede proporcionar una eficacia muy alta pero no una gran cantidad de luminosidad.

Cada lámpara LED tiene igualmente una región lineal **212** que está por encima del umbral del diodo LED, ocasionando una relación lineal aproximada entre una variación en la energía eléctrica, y una variación en la luminosidad. Esta región mantiene una eficacia casi constante con una cantidad significativa de luminosidad.

Cada lámpara LED tiene también una región de saturación **213** en la cual aumentos en energía eléctrica producen un incremento menos proporcional en luminosidad. Dicho en otra forma, en la región de saturación **213**, disminuciones en la energía eléctrica ocasionan una reducción menos proporcional en luminosidad. Es en la región de saturación que operan la mayoría de las lámparas LED. En consecuencia, reducciones en la energía eléctrica proporcionada a la lámpara (desde posiblemente la cantidad **221** a **222**), producen una disminución proporcionadamente menor en luminosidad (desde la cantidad **231** a **232**) como se ilustra. Existe otro parámetro importante indicado en Figura 2. La cantidad mínima requerida de luminosidad se indica como la línea **233**, y la correspondiente energía se indica como la línea **223**. Esta línea **223** puede caer dentro de la región definida como **212**. Por consiguiente, las lámparas se diseñarán para operar en la región por encima de **212a** para proporcionar más del nivel especificado de luminosidad. De hecho, el voltaje correspondiente de la región de energía **213** (es decir, 12,3 a 13,5 voltios) coincidirá con la mayor parte de la región de energía operacional diseñada (por encima de la región **212b**). Para nuestro diseño, el intervalo de voltaje correspondiente de la pila para la región operacional diseñada va desde 11,5 a 13,5 voltios. En otras palabras, las características I-V de las lámparas diseñadas se configuran para corresponder a este requerimiento.

No se limita a la relación funcional entre energía suministrada a la lámpara y el voltaje terminal. No obstante, Figura 3 ilustra una relación gráfica **300** en la cual la relación **301** es una función escalonada. Figura 4 ilustra una relación gráfica **400** en la cual la relación **401** es una función continua. La función actual puede ser una combinación de una función escalonada y una función continua.

Figura 5 ilustra una red pasiva 500 que puede usarse como la red pasiva 131 de Figura 1. La red pasiva 500 comprende múltiples componentes pasivos incluyendo una combinación de diodos LED y resistores. Como se muestra en Figura 5, un conjunto de iluminación se compone de 24 LED (identificados como LD1 a LD24), los cuales se ponen en red en dos grupos, cada grupo acoplado en paralelo entre las terminales de la pila V+ y V-.

Uno de los grupos LED consta de una conexión en serie de cuatro subgrupos LED. Cada subgrupo LED se compone de diferentes números de LEDs en conexiones en paralelo. Por ejemplo, un grupo LED está conformado por una serie de cuatro subgrupos, en donde el primer subgrupo LED consta de cuatro LEDs en paralelo LD3 a LD6, el segundo subgrupo LED se compone de tres LEDs en paralelo LD10 a LD12, el tercer subgrupo LED consta de tres LEDs en paralelo LD16 a LD18, y el cuarto subgrupo LED se compone de cuatro LEDs en paralelo LD21 a LD24. Los demás grupos LED constan igualmente de una conexión en serie de cuatro subgrupos de LEDs, conformados por diferentes números de LEDs en paralelo. Por ejemplo, este otro grupo LED consta de una serie de cuatro subgrupos, en donde el primer subgrupo LED se compone de dos LEDs en paralelo LD1 a LD2, el segundo subgrupo LED consta de tres LEDs en paralelo LD7 a LD9, el tercer subgrupo LED se compone de tres LEDs en paralelo LD13 a LD15, y el cuarto subgrupo LED consta de dos LEDs en paralelo LD19 a LD20. Nótese que el primer subgrupo de LEDs LD3 a LD6 en el primer grupo LED tiene también acoplados en paralelo 16 resistores R1 a R16, y que el cuarto subgrupo de LEDs LD21 a LD24 tiene igualmente acoplados en paralelo 16 resistores R17 a R32.

Esta red de LED puede verse como una red de resistencias variables determinadas por voltaje y, en consecuencia, la red transportaría diferentes corrientes cuando el voltaje terminal es diferente. Entre menor sea el voltaje terminal, menor es la corriente en esta red. Por consiguiente, entre menor sea el voltaje terminal, menor es la cantidad de energía consumida por la red.

Tabla 1 enumera los consumos de energía medidos de este conjunto (red) con voltajes terminales que fluctúan entre 13,5 voltios y 10,5 voltios en la siguiente forma:

Voltaje (V)	Corriente (A)	Consumo de energía (W)	Im	Lm/W

13,5	2,98	40,2	2331,6	58,0
13,0	1,51	19,63	1315,4	67,0
12,8	1,39	17,79	1231,3	69,2
12,5	1,23	15,38	1116,2	72,6
12,3	1,10	13,53	1019,5	75,4
12,0	0,88	10,56	842,9	79,8
11,5	0,58	6,67	580,7	87,1
11,0	0,32	3,52	329,2	93,5
10,8	0,22	2,38	231,6	97,3
10,5	0,1	1,05	104,2	99,2

Tabla 1

Como se muestra, el consumo de energía disminuyó monótonamente desde 40,2 vatios a 13,5 voltios hasta 6,67 vatios a 11,5 voltios (por un factor de aproximadamente 6).

Por supuesto, la salida de luz de este conjunto (red LED) varía asimismo con la corriente de transporte. Entre más pequeña la corriente transportada, menor es la salida de luz que puede producirse. En otras palabras, entre menor sea la energía consumida por esta red LED, menor es la salida de luz que la red LED proporcionaría. Impusimos el requerimiento mínimo de salida de luz especificado comercialmente, $L_m > 1500 \text{ lm}$; e intentamos usar 3 conjuntos en paralelo para suministrar la iluminación. El requerimiento de salida de luz para cada conjunto necesita estar por encima de 500 lm.

Como se muestra en la Tabla 1, la salida de luz medida disminuyó desde 2331,6 lumens con 40,2 vatios de consumo de energía (a 13,5 voltios) monótonamente a 580,7 lumens con 6,67 vatios de consumo de energía (a 11,5 voltios). A partir de este hecho, puede esperarse que la salida de luz de estos 3 conjuntos combinados de lámparas emitirán más de 6994,8 lm a 13,5 voltios, y emitirán más de 1740 lm cuando el voltaje de la pila terminal está por encima de 11,5 voltios (lo cual satisface el requerimiento de iluminación mayor que 1500 lm).

Se realizaron mediciones para determinar el almacenamiento de energía usando dos pilas compradas de 110 Ahr, para producir una combinación de

capacidades de almacenamiento de energía de 220 Ahr. Se determinó que desde $V = 10,5$ a $11,5$ voltios era de alrededor de 50 Ahr, e igualmente desde $10,5$ a $13,5$ voltios era de alrededor de 225 Ahr. En consecuencia, la salida de energía de descargar una pila de 220 Ahr desde $13,5$ voltios a $11,5$ voltios sería más de 170 Ahr en energía; más de $(220 - 50) / 220 = 77,27\%$ de las capacidades de energía de la pila.

Se midió también el tiempo de descarga. La medición realizada usa una lámpara que comprende 3 unidades de los elementos de iluminación ya diseñados. Esta lámpara descarga una batería de 220 Ahr desde $V = 13,5$ voltios a $V = 11,5$ voltios, y luego a $10,5$ voltios. El resultado medido muestra que toma más de 75 horas de tiempo de descarga para llevar a cabo el experimento desde $13,5$ a $11,5$ voltios. Por consiguiente, esperamos que la lámpara pueda suministrar la salida de luz requerida ya mencionada durante más de 6 noches (con 12 horas de iluminación por cada noche). La energía restante por debajo de $11,5$ voltios a $10,5$ voltios todavía puede proporcionar una salida reducida de luz durante más de 38 horas adicionales.

Por consiguiente, sin entrada de energía, el tiempo medido de iluminación combinado podría exceder 9 noches (12 horas / noche). El sistema puede proporcionar más de 6 noches de iluminación por encima del nivel requerido, y más de 3 noches adicionales en un nivel de iluminación reducido al final. Asimismo, un día soleado normal (con 4 horas de luz solar efectiva el día 10° .) puede hacer que el sistema esté en condiciones de almacenar energía para proporcionar por lo menos 3 noches de iluminación.

Cuando se calcula, la eficacia de este conjunto (red LED) se incrementa monótonamente desde 58 lumens por vatio a $13,5$ voltios hasta más de 87 lumens por vatios a $11,5$ voltios. El valor de eficacia calculado a $99,2$ lm por vatio a $10,5$ voltios, como se indica en la tabla.

La presente invención puede incorporarse en otras formas específicas sin apartarse de su espíritu o características esenciales. Las modalidades descritas tienen que considerarse en todos los aspectos únicamente como ilustrativas y no restrictivas. En consecuencia, el ámbito de la invención se indica por las reivindicaciones anexas más que por la anterior descripción. Todas las modificaciones que caen dentro del significado y el intervalo de equivalencia de las reivindicaciones tienen que incluirse dentro de su ámbito.

REIVINDICACIONES

Lo que se reivindica es:

1. Un dispositivo que comprende:

un circuito enrutador de consumo de energía, configurado para enrutar selectivamente energía eléctrica desde una fuente de energía eléctrica a una lámpara, cuando el circuito enrutador de consumo de energía se acopla a la fuente de energía eléctrica y a la lámpara;

en donde, cuando el circuito enrutador de consumo de energía enruta energía eléctrica desde la fuente de energía eléctrica a la lámpara, el dispositivo se configura para ajustar la cantidad de energía suministrada a lo largo del circuito enrutador de consumo de energía como una función de la energía disponible en la fuente de energía eléctrica, de manera que una reducción en la energía disponible en la fuente de energía eléctrica produce una disminución menos proporcional en la luminosidad de la lámpara.

2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo se configura para ajustar la cantidad de energía suministrada a lo largo del circuito enrutador de consumo de energía usando una red pasiva de una pluralidad de componentes pasivos en la lámpara.

3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la pluralidad de componentes pasivos incluye una pluralidad de diodos emisores de luz.

4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la pluralidad de componentes pasivos incluye una pluralidad de resistores.

5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la función incluye una función escalonada.

6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la función incluye una función continua.

7. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fuente de energía eléctrica es una pila.

8. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la función es una función de un voltaje terminal de la pila.

9. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además:

un circuito enrutador recolector de energía configurado para enrutar energía eléctrica desde una fuente de energía eléctrica a la pila cuando el circuito enrutador recolector de energía se acopla a la fuente de energía eléctrica y la pila.

10. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

la fuente de energía eléctrica acoplada al circuito enrutador recolector de energía es un panel solar.

11. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

la lámpara acoplada al circuito enrutador de consumo de energía.

12. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la lámpara es una lámpara de diodo emisor de luz (LED).

13. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la lámpara es una lámpara de alumbrado público elevada.

14. Un método para operar una lámpara, que incluye:

la acción de canalizar electricidad desde una fuente de energía eléctrica a una lámpara cuando la lámpara está consumiendo electricidad; y

la acción de ajustar hacia abajo la cantidad de energía canalizada a la lámpara como una función de la energía disponible en la fuente de energía eléctrica, de manera que la reducción en la energía disponible en la fuente de energía eléctrica ocasiona una disminución menos proporcional en la luminosidad de la lámpara.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la función es una función del voltaje terminal de la pila.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la lámpara es una lámpara de diodo de emisión de luz (LED).

17. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la lámpara es

una lámpara de alumbrado público elevada.

18. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la fuente de energía eléctrica es una pila.

19. El método de acuerdo con la reivindicación 18, que comprende además:

la acción de canalizar electricidad desde un panel solar a la pila cuando el panel solar está generando electricidad.

20. Un sistema de lámpara que comprende:

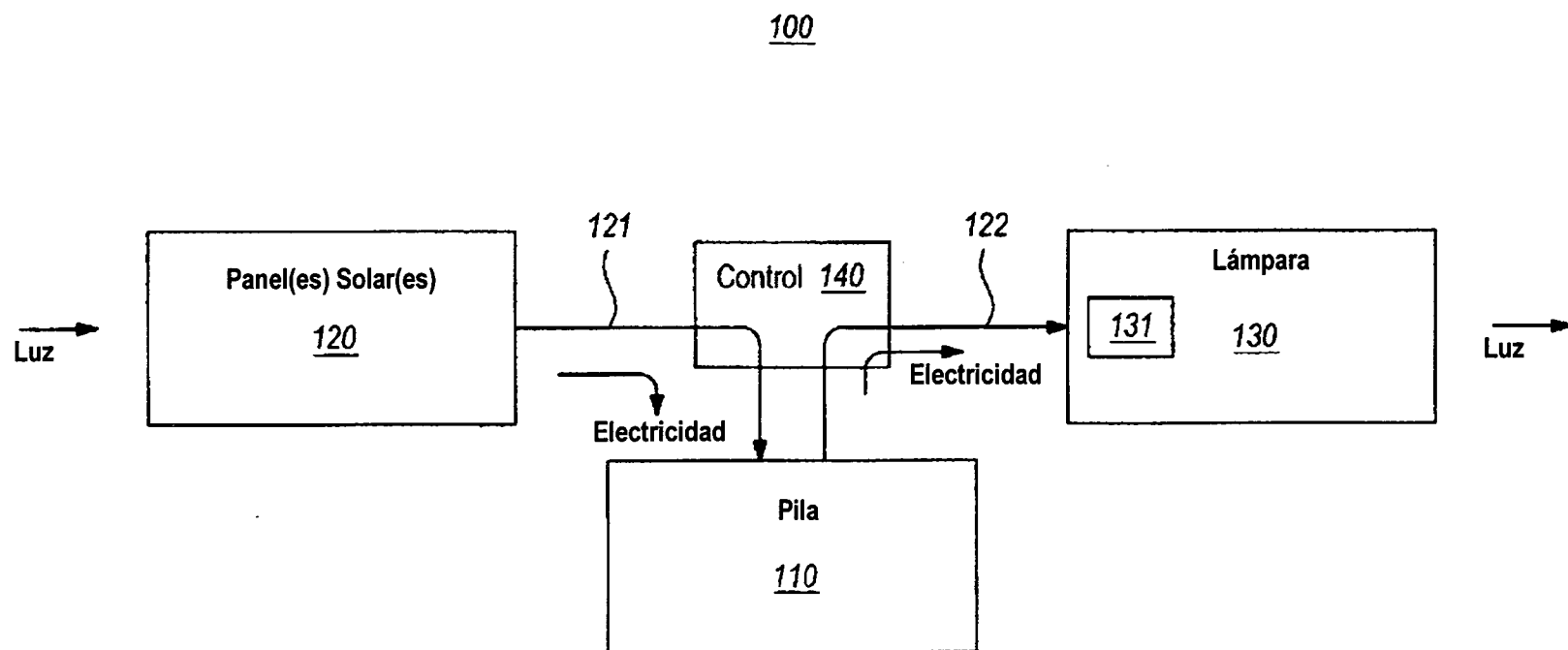
un terminal de fuente de energía eléctrica;

una lámpara; y

un dispositivo configurado para enrutar selectivamente energía eléctrica desde el terminal de la fuente de energía eléctrica a la lámpara cuando el circuito enrutador de consumo de energía se acopla a la fuente de energía eléctrica y a la lámpara, el dispositivo configurado además para ajustar la cantidad de energía suministrada a la lámpara como una función de la energía disponible en la fuente de energía eléctrica, de manera que una reducción en la energía disponible en la fuente de energía eléctrica ocasiona una disminución menos proporcional en la luminosidad de la lámpara.

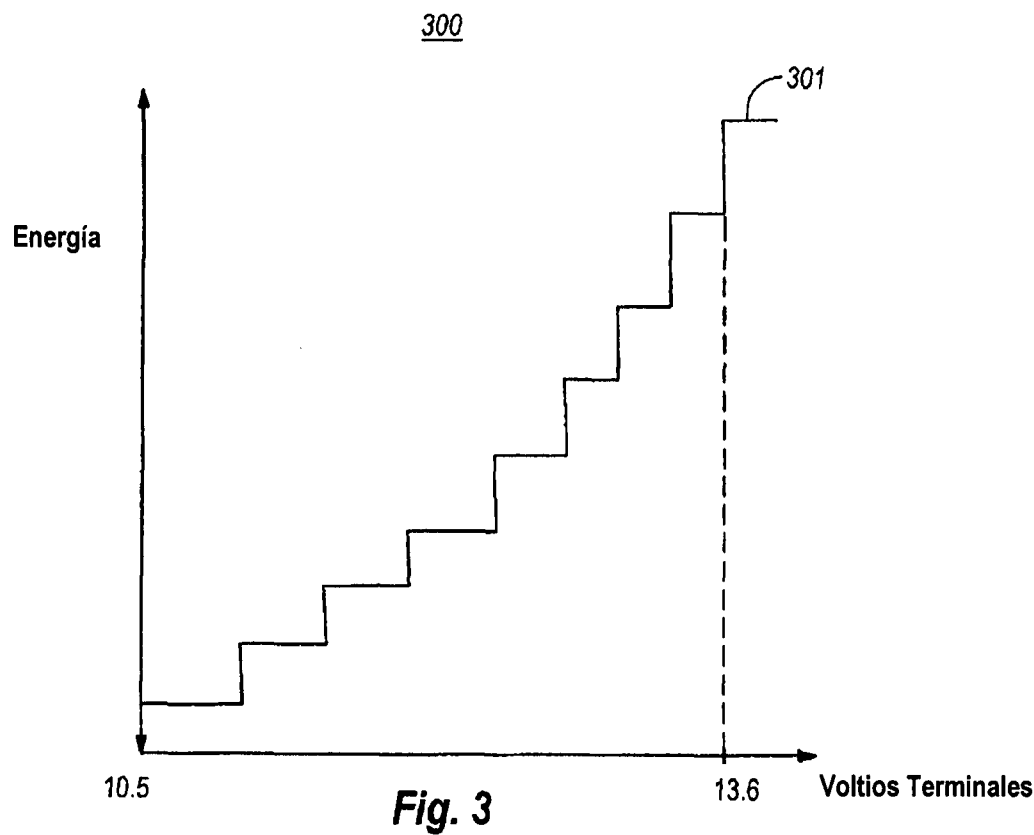
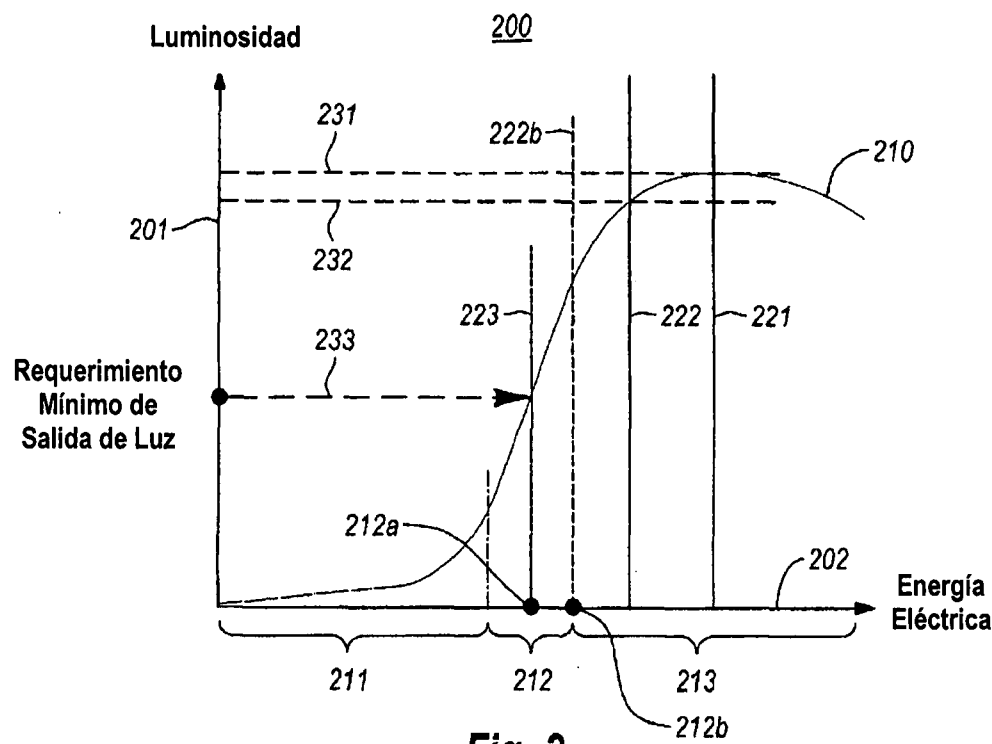
EXTRACTO

Se diseña un dispositivo para canalizar electricidad a una lámpara, y ajusta hacia abajo la cantidad de energía canalizada a la lámpara como una función de la energía eléctrica disponible en la fuente. Al actuar de ese modo, una reducción en la energía disponible en la fuente ocasiona una reducción menos proporcionada en la luminosidad de la lámpara. Esto podría llevarse a cabo pasando la electricidad a través de una red pasiva de resistores y diodos en su ruta descendente hacia la lámpara. En un ejemplo, la fuente de energía eléctrica puede ser una pila que se alimenta por uno o más paneles solares. En ese caso, el dispositivo puede realizar asimismo la función de proteger la pila de cargarse en exceso. Canaliza hacia abajo un consumo de energía diario de la lámpara mayor que el de la carga eléctrica diaria de los paneles solares, cuando la energía de la pila disponible está cerca de su capacidad total.



1 / 4

Fig. 1



3 / 4

400

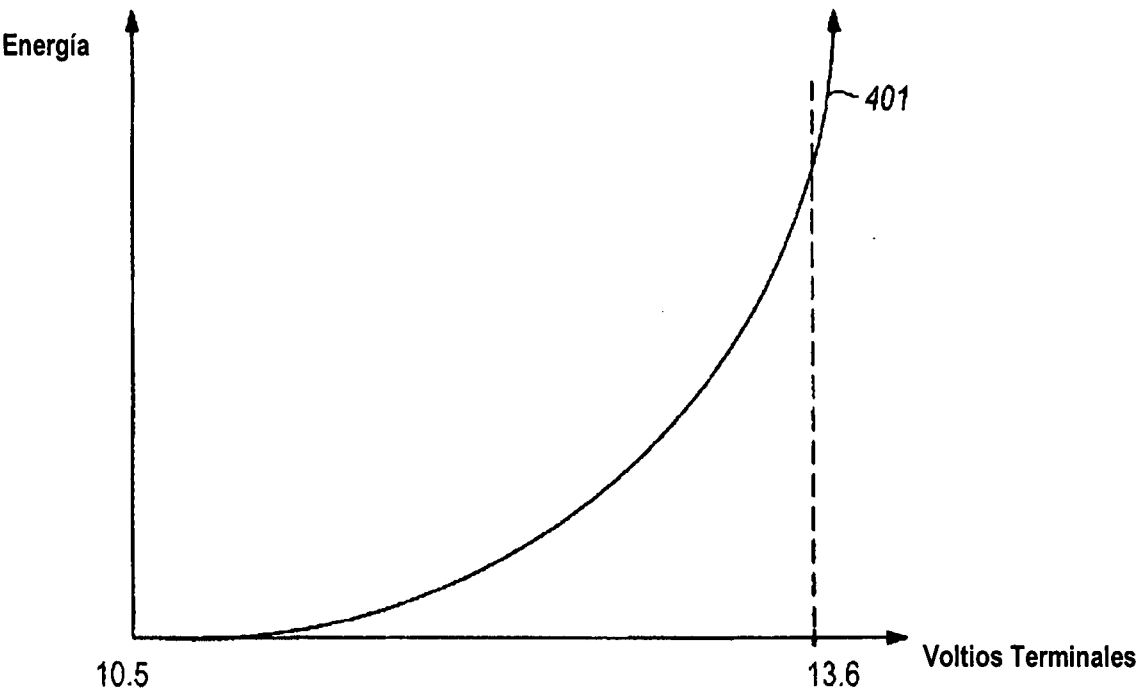


Fig. 4

4 / 4

500

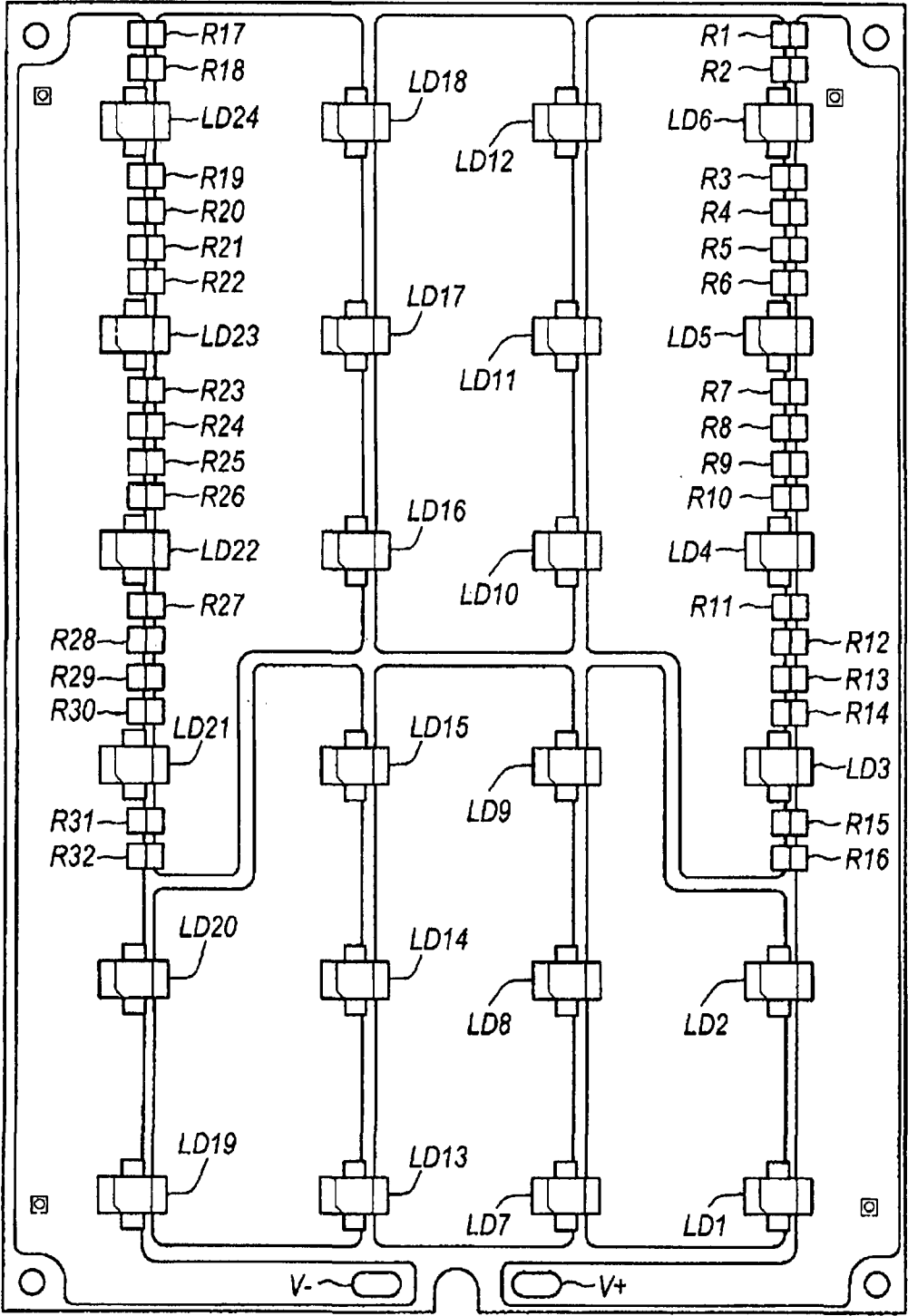


Fig. 5

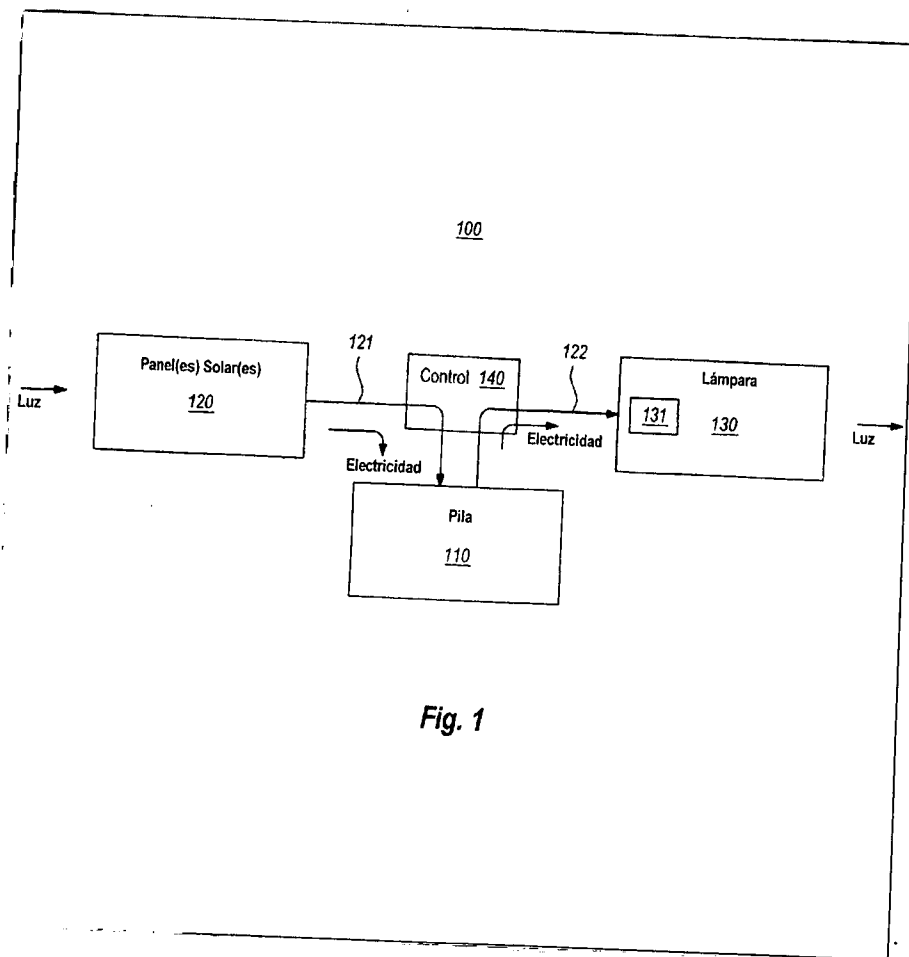


Fig. 1