



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

2C

PGT

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

10-131461

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-131461-00000-0000

Fecha: 2010-10-22 16:42:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO **CIRCUITOS FOTOSENSORES QUE INCLUYEN UN
CONVERTIDOR DE POTENCIA EN MODO CONMUTADO**

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE **TYCO ELECTRONICS CORPORATION**

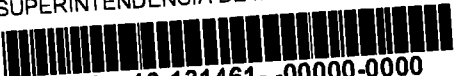
DOMICILIO **1050 Westlakes, Drive, Berwyn, Pennsylvania 19312, E. U. A.**

74. APODERADO **JERÓNIMO CASTILLO BONILLA**

22. BOGOTÁ, D.C., _____

(FORMA P-10)

21-11-2010

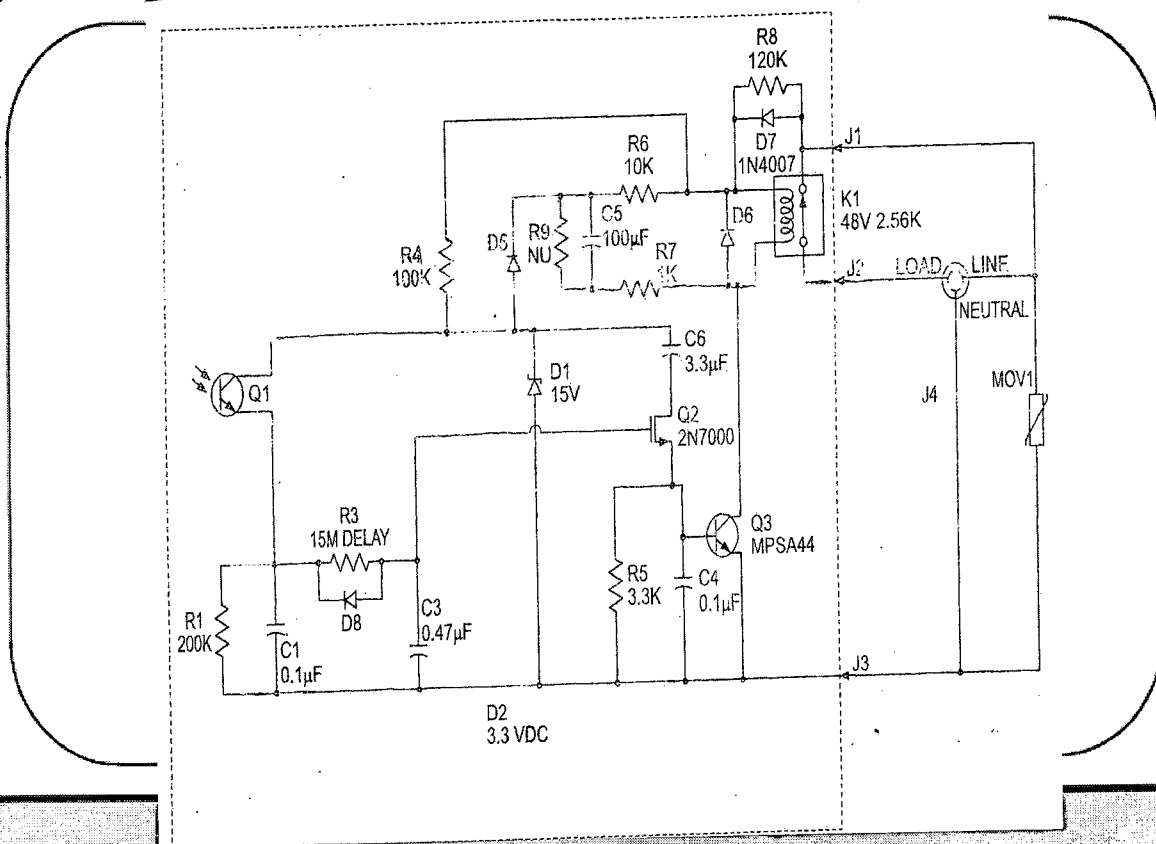
PETITORIO		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO	
		 No. 10-131461- -00000-0000 Fecha: 2010-10-22 16:42:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 411 PRESENTACION Folios: 71	
FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTES PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL			
SOLICITUD DE:			
1		☒ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad	
☒ Capítulo I		☐ Capítulo II	
2 SOLICITANTE		IDENTIFICACIÓN	
Nombre: TYCO ELECTRONICS CORPORATION Dirección: 1050 Westlakes, Drive, Berwyn, Pennsylvania 19312, Estados Unidos de America Nacionalidad o Domicilio: Estadounidense Lugar de Constitución: Delaware Teléfono: Fax: Cuál Número E- mail: 		☐ C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro	
3 REPRESENTANTE O APODERADO		IDENTIFICACIÓN	
Nombre: JERÓNIMO CASTILLO BONILLA Dirección: Calle 93A No. 14-17 Oficina 311, Bogotá, D.C. Teléfono: 236 34 93 Fax: 218 23 51 E-mail: info@pcastillopineda.com En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sírvase indicar el numero de radicación (del poder): _____		☒ C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro Cuál Número 79.462.057 TP 104167	
4 INVENTOR (ES) (72)		Nombre: Richard Charles FLAHERTY Dirección: 416 Smithwood, Fuquay-Varina, North Carolina 27562, Estados Unidos de America Nacionalidad o Domicilio: _____	
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. <u>PCT/US2009/002435</u> Fecha <u>Abril 20, 2009</u> Publicación internacional No. <u>WO 2009/131648 A1</u> Fecha <u>Octubre 29, 2009</u>			
6 Título (54) <u>CIRCUITOS FOTOSENSORES QUE INCLUYEN UN CONVERTIDOR DE POTENCIA EN MODO CONMUTADO</u>			
7 Clasificación internacional (51) <u>H 05 B 37/02</u>			
8 Prioridad ☒ SI ☐ NO		(33) País de Origen US	(32) Fecha Abril 21, 2008
		(31) Número de Solicitud 12/106.631	
9 Comprobante de pago No. _____ Fecha _____			

10

- ✕

11

FIGURA CARACTERISTICA:



12

Solicito la concesión de la patente

NOMBRE JERÓNIMO CASTILLO BONILLA

FIRMA

C.C. 79.462.057 Bogotá

TP 104167

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página

LAW OFFICES
**PEDRO CASTILLO PINEDA &
ASSOCIATES**
P.O. BOX 48362
Bogotá, Colombia / South America

IMPORTANT NOTE

The lodging of this GENERAL POWER with the Patent Office obviates the need of presenting special powers with each individual trade mark application.

FOR PATENTS AND TRADE MARKS IN
COLOMBIA

1 Applicant's name (1) **Poder General** (1) **General Power of Attorney**
Tyco Electronics Corporation

2 Applicant's address domiciliado en (2) domiciled in (2)
1050 Westlakes Drive
Berwyn, PA 19312
United States of America

nombra al Dr. JERONIMO CASTILLO BONILLA y/o Dra. XIMENA BONILLA PEREIRA y/o Dr. ALVARO CASTILLO GRAU Calle 93A N° 14-17 Oficina 311 en Bogotá, Colombia, como sus representantes con poder especial, amplio y suficiente, para recabar de las oficinas y autoridades Colombianas, administrativas, judiciales o de policía, en primera o segunda instancia, la obtención de Patentes de Invención, Registro de Marcas, de Modelos y de Dibujos Industriales, de Nombres Comerciales y Enseñas, Lemas Comerciales y Denominaciones de Origen, lo mismo que trasposos, extensiones, renovaciones, cambios de nombre, registro de licencias de explotación y registro de licencias de uso referentes a tales actuaciones, cancelación de Registros de marca, a cuyo efecto les faculta para dar ante dichas autoridades todos los pasos necesarios al objeto indicado, elevar solicitudes, formular descripciones, enmiendas, protestas, declaraciones, apelaciones y reclamos, solicitar la aplicación de medidas cautelares; solicitar la nulidad de Patentes de Invención, modelos de utilidad, diseños industriales, así como la de registros de marcas ante la autoridad nacional competente; aceptar en nuestro nombre y representación la Cesión de derechos de invención y de patente de invención que se nos haga por cualquier persona, abonar todos los impuestos, cuotas y pagos determinados por la ley, recibir todos los documentos y valores dando el descargo respectivo, llenar cualesquiera otros requisitos, desistir y tomar en fin todas las medidas que creyeran conducentes al resguardo de nuestros intereses y en caso de presentarse oposiciones y/o observaciones para que intervengan como demandantes o como demandados, con todas las demás facultades necesarias, así como iniciar y tramitar procesos jurisdiccionales y/o administrativos relativos a competencia desleal. Este poder comprende además las facultades de recibir, desistir, transigir, comprometer, sustituir, revocar sustituciones, conciliar, renunciar, recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales.

Dado y firmado en (3)

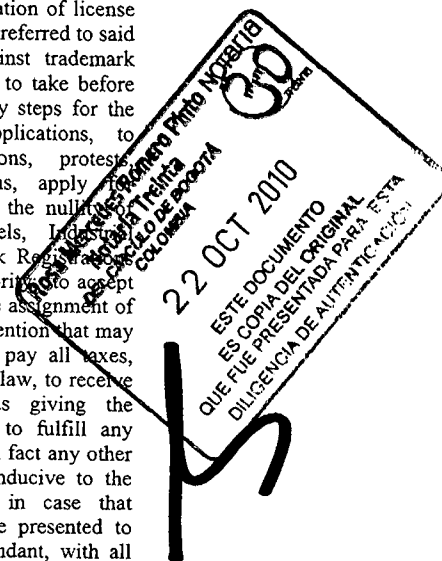
hereby appoint, JERONIMO CASTILLO BONILLA and/or XIMENA BONILLA PEREIRA and/or ALVARO CASTILLO GRAU, Calle 93A N° 14-17 Office 311 en Bogotá, Colombia, as our representatives with special, ample and sufficient power to obtain from the offices and Colombian authorities, administrative, judicial and police, in first or in second instance, Privileged Patents of invention, Registration of Trade Marks, of Models and Industrial Drawings, of Commercial Names and ensigns, Commercial slogans and Origin Denominations as well as assignments, extensions, renewals, changes of name, registration of license of exploitation and of license of use referred to said actions, Cancellation Actions against trademark Registrations, who are empowered to take before said authorities all of the necessary steps for the purposes indicated, to file applications, to formulate descriptions, corrections, protests, declarations, appeals, and claims, apply for precautionary measures; apply for the nullity of Patent Inventions, Utility Models, Industrial Designs, as well as for Trademark Registrations before the competent national authority to accept on our behalf and representation the assignment of rights of inventions and titles of invention that may be done to us by any person, to pay all taxes, quotas and payments prescribed by law, to receive all the documents and proceeds giving the respective acquittance or receipt, to fulfill any other requisites to desist and take in fact any other measures that may be deemed conducive to the safeguard of our interests, and in case that oppositions and/or observations are presented to intervene as complainant and defendant, with all necessary legal faculties, as well as to file jurisdictional processes and/or administrative related to disloyal competition.

This power of attorney includes the faculties to receive, desist, compromise, transact substitute it in all or in part, to revoke substitutions, to conciliate, to renounce, to receive notifications and to appoint extra-judicial or judicial attorneys.

Given and signed in (3)

May 13, 2008

4) Signature (s)



DECLARACION NOTARIAL
(Individual)

A los días del mes de
 compareció y/o comparecieron

personalmente ante mí, Notario Público

quien (es) doy fe de conocer y me consta que es
(son) la(s) persona(s) descrita(s) y firmante(s) del
documento que precede, declarando ante mí que
otorga(n) el mismo para los fines y propósitos que
en él se expresan.

Notario Público,

(Sociedades)

El suscrito Notario Certifica: que la firma que
antecede y dice

es auténtica; que el signatario desempeña
actualmente el cargo de

de,

que tiene facultad para otorgar este poder; y que
dicha compañía esta domiciliada en

y actualmente existe y esta organizada de acuerdo
a las leyes de

Todos los hechos anteriores le constan por haber
examinado los documentos respectivos y de todo
ello da fe.

Dado y firmado en

El Notario Público,

(Con legalización Consular)

NOTARIAL CERTIFICATE
(Individual)

On this day of of
 personally appeared before me

a Notary Public

to me known, and known to me to be the
person(s) described in and who executed the
foregoing document, and he (they) duly
acknowledged to me that he (they) executed
same for the uses and purposes therein expressed.

Notary Public.

(Corporations)

The undersigned Notary Public certifies: that the
preceding signature reading

Driscoll A. Nina

is authentic; that the signer at present fills the post
of

**Vice President and Director of Intellectual
Property**

of,

Tyco Electronics Corporation
and that he is empowered to grant this power of attorney

that said company is domiciled in

Berwyn, PA United States of America

and actually exists and is organized in accordance
with the laws of

Pennsylvania

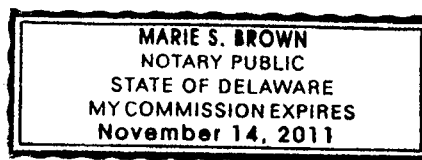
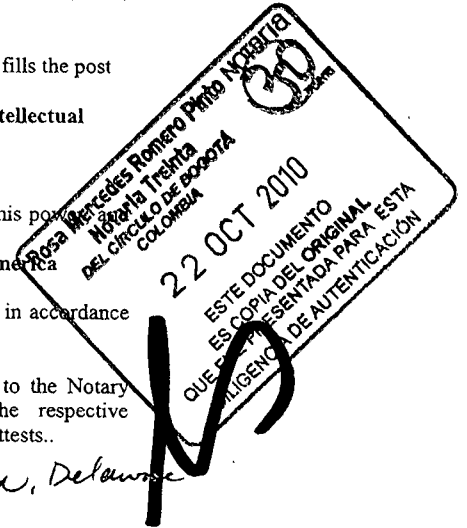
All the foregoing facts are known to the Notary
due to his having examined the respective
documents to which he, the Notary attests..

Given and signed in *Wilmington, Delaware*
on *May 13, 2008*.

Marie S Brown

Notary Public.

(With Consular legalization)



Apostille

(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document:

2. has been signed by Marie S. Brown

3. acting in the capacity of Notary Public of the State of Delaware

4. bears the seal/stamp of Marie S. Brown, Notary Public, Delaware

Certified

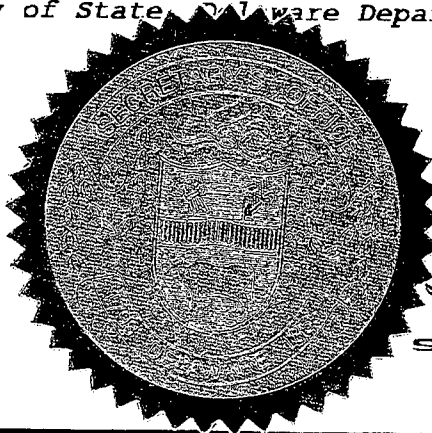
5. at Dover, Delaware

6. the fourth day of June, A.D. 2008

7. by Secretary of State, Delaware Department of State

8. No. 0354076

9. Seal/Stamp:



10. Signature:

Harriet Smith Windsor

Secretary of State



CIRCUITOS FOTOSENSORES QUE INCLUYEN UN CONVERTIDOR DE POTENCIA EN MODO CONMUTADO

ARTE PREVIO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a circuitos fotosensores y, más particularmente, a circuitos fotosensores para control de conmutación de nivel de luz.

[0002] Los fotocontroladores son dispositivos que automáticamente encienden y apagan dispositivos eléctricos, en respuesta al nivel de luz ambiente. Se usan, por ejemplo, en luces públicas para apagarlas automáticamente durante el día y encenderlas en la noche. Se usan igualmente en sistemas de iluminación de vallas para encender las luces de las vallas a primeras horas de la noche, apagarlas en las últimas horas de la noche durante períodos de bajo tráfico vehicular, encenderlas nuevamente durante períodos de horas pico en las primeras horas de la mañana cuando se reinician altos niveles de tráfico, y luego apagarlas durante las horas diurnas. Los fotocontroladores pueden usarse asimismo a la inversa, por ejemplo, para encender una fuente de agua de un campo de golf durante el día y apagarla en la noche.

[0003] Una variedad de dispositivos, incluyendo fotocontroladores pueden utilizar convertidores de potencia para convertir corriente alterna de voltaje relativamente alto en corriente directa de voltaje relativamente bajo, como se usa en muchos dispositivos electrónicos convencionales. Algunos convertidores de potencia convencionales emplean grandes resistores de alto voltaje para bajar el voltaje. Sin embargo, estos resistores son típicamente ineficientes y generan un calor elevado. El calor generado por los resistores puede requerir que los resistores se alojen en un gran paquete e incluyan elementos disipadores de calor, tales como escapes térmicos. Asimismo, el elevado calor generado por los resistores puede acarrear problemas con la confiabilidad y la longevidad en los resistores y en otros componentes electrónicos situados cerca de los resistores.

[0004] Otro enfoque convencional para la conversión de potencia es el uso de un convertidor de potencia en modo conmutado. Generalmente los convertidores de potencia en modo conmutado requieren implementar seis transistores o un micro-controlador. El requerimiento de múltiples transistores o un micro-controlador puede hacer que, en algunas aplicaciones, la implementación de convertidores de potencia en modo conmutado sea prohibitiva en costos, tales como en

fotocontroladores.

[0005] Un convertidor de potencia en modo conmutado, eficiente, de bajo costo, pequeño, se describe en la Patente de los Estados Unidos No. 6,903,942 ("la patente '942"), la cual se incorpora por este medio por referencia, como si se divulgara en su totalidad. El convertidor de potencia en modo conmutado de la patente '942 se ilustra en FIG. 1. El circuito mostrado en Figura 1 es un regulador de potencia en modo conmutado, el cual implementa una modulación de amplitud de pulso sincronizado de línea de potencia (modulación de ángulo de disparo). El circuito incluye un circuito de potencia y un circuito de control. El circuito de potencia incluye una etapa de salida, la cual se compone de un transistor Q3. El circuito colector del transistor incluye un relé K1 y un diodo D6, conocido como un diodo amortiguador, en paralelo con el relé K1.

[0006] El circuito incluye además un primer capacitor C6 acoplado a la base del transistor Q3, un primer resistor R4, acoplado en serie al primer capacitor C6, y un segundo resistor R8 acoplado en serie al primer resistor R4. El circuito mostrado incluye además un primer diodo D7 acoplado en paralelo con el segundo resistor R8. El circuito consta además de un tercer resistor R5, acoplado a la base del primer transistor Q3, y un diodo Zener D1, cuyo cátodo está conectado al primer capacitor C6, y un segundo diodo D5, cuyo ánodo se conecta al tercer resistor R5.

[0007] El circuito incluye igualmente un cuarto resistor R6 acoplado en serie con el tercer diodo D5, un relé K1 acoplado en serie con el cuarto resistor R6, un tercer diodo D6 acoplado en paralelo con el relé K1, un segundo capacitor C5 acoplado al cuarto resistor R6, un quinto resistor R7 acoplado en serie con el segundo capacitor C5; y un conector, que incluye una carga, un neutro y una línea, en donde la carga está acoplada al relé K1, el neutro está acoplado al emisor del transistor Q3, y la línea está acoplada al resistor variable.

[0008] El transistor Q3 regula el voltaje promedio a través de la bobina de relé K1 por medio de modulación de amplitud de pulso. En la incorporación mostrada, el transistor Q3 consta de un transistor bipolar; no obstante, el transistor Q3 puede ser en su lugar un transistor de efecto de campo (FET - *field-effect transistor*), o un transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT - *insulated gate bipolar transistor*), con la condición de que se coloque un diodo cátodo a drenaje y un ánodo a fuente.

[0009] El transistor Q3 empieza conduciendo al comienzo del ciclo de línea de

potencia (0 grados) y continúa conduciendo hasta que haya fluido suficiente corriente para mantener el voltaje del relé en el nivel deseado. Cuando el transistor Q3 se desactiva, se inducirá un voltaje a través de la bobina de relé K1 por inducción magnética. Este voltaje se suprime parcialmente por el diodo D6, con el fin de impedir la falla del transistor Q3, debida a sobrevoltaje.

[0010] El circuito mostrado en FIG. 1 utiliza rectificación de media onda. La rectificación de media onda es menos costosa que la rectificación de onda completa y requiere menos componentes. Puesto que el relé K1 es altamente inductor, no requiere una señal DC particularmente limpia. Por ejemplo, la señal DC puede incluir una gran magnitud de ondulación o rizado, que no afectará la operación del relé K1. La rectificación de media onda permite que el circuito opere en dos modos, positivo y negativo. Durante la mitad positiva, el transistor Q3 genera un pulso de corriente, que se regula por el voltaje promedio a través del relé K1. Este proceso es modulación de amplitud de pulso.

[0011] El circuito de control mostrado en FIG. 1 incluye un generador de pulso cuya amplitud de pulso varía proporcionalmente con la diferencia entre el voltaje Zener del diodo D1 y el voltaje promedio a través del relé K1. Al inicio del ciclo de línea de potencia (0 grados), comenzará a fluir una corriente a través del diodo D7, el resistor R4, el capacitor C6 y la base del Q3. La corriente hará que el transistor Q3 se active, iniciando un pulso.

[0012] El diodo D7 y el resistor R8 proporcionan rectificación de media onda. El resistor R8 se aplica a través del rectificador de potencia D7, aplicando una corriente negativa durante la mitad negativa del ciclo de línea. El resistor R8 permite que se aplique una corriente negativa pequeña. El resistor R8 proporciona la corriente negativa que acciona el transistor Q3 durante la media negativa del ciclo de línea. Esa carga negativa conducida a través de R8 tiene que exceder la carga que conduce a través del capacitor C6, para asegurar que el transistor Q3 se accione. La corriente negativa acciona el rectificador D6 y conecta el transistor Q3, proporcionando una trayectoria de corriente entre el lado de bajo voltaje del capacitor C5 a través del resistor R7.

[0013] En la incorporación mostrada, sin el resistor R7, el transistor Q3 no se saturaría durante el pulso de corriente, haciendo que se disipe una potencia excesiva en el transistor Q3. El voltaje del colector del transistor Q3 caería hasta que el diodo D5 conduzca, desviando la corriente de base del transistor Q3 y evitando que el transistor Q3 se sature. Durante el pulso de corriente del transistor

Q3, se genera un voltaje a través del resistor R7 que evitará que el diodo D5 conduzca y que impide que el transistor Q3 se sature. Para impedir que el diodo D5 conduzca durante la mitad positiva del ciclo de línea, un voltaje de por lo menos el voltaje de ondulación o rizado del capacitor tiene que caer a través del resistor R7. El transistor Q3 comienza a conducir hasta que el voltaje de línea instantáneo es aproximadamente dos veces el voltaje Zener del diodo D1.

[0014] El capacitor C5 filtra el voltaje a través del relé K1. Si el valor de C5 es demasiado pequeño, la bobina de relé oscilará ON y OFF durante la energización haciendo los contactos del relé traqueteen. Por consiguiente, el capacitor C5 mostrado es un valor suficientemente grande para impedir este traqueteo de los contactos del relé.

[0015] El capacitor C6 se pre-ajusta al voltaje de salida y proporciona una funcionalidad de sincronización. Durante la mitad positiva del ciclo de línea, fluye una corriente a través del resistor R4 al capacitor C6, haciendo que empiece a cargar y a través de la base del transistor Q3, lo cual activará el transistor Q3. El transistor Q3 permanece activado siempre que fluya una corriente a través del capacitor C6. Aumentar el valor del capacitor C6 tiene el efecto positivo de incrementar la ganancia del circuito de retroalimentación del circuito regulador. No obstante, incrementar el valor retarda también el tiempo que toma que el pulso de corriente del transistor Q3 se desactive, aumentando las pérdidas de conmutación en el transistor Q3, e incrementa el tiempo para que el circuito regulador se estabilice al arrancar.

[0016] A medida que fluye esta corriente, se aumenta el voltaje a través del capacitor C6. Cuando el voltaje a través del capacitor C6, más la base al voltaje del emisor del transistor Q3 alcanza el voltaje Zener del diodo D1, cesa la corriente que fluye a través del capacitor C6, porque la corriente se desvía al diodo Zener D1. El diodo Zener D1 provee el voltaje de referencia al cual se regulará el voltaje de la bobina de relé. Cuando cesa la corriente a través del capacitor C6, no fluye corriente a la base del transistor Q3, desactivándolo y terminando el pulso.

[0017] Durante la mitad negativa del ciclo de línea, fluye una corriente a través del resistor R8, el diodo D6, el colector y la base del transistor Q3 y el resistor R5. Esta corriente activará el transistor Q3. Asimismo, durante la mitad negativa del ciclo de línea de potencia, el resistor R5 provee parte de la trayectoria de corriente a través de la cual el capacitor C6 descarga en C5.

[0018] Durante la mitad positiva del ciclo de línea y al final del pulso de corriente, el resistor R5 hace que el transistor Q3 se desactive más rápidamente, reduciendo las pérdidas de energía durante la conmutación del transistor Q3. El resistor R5 desviaría alguna parte de la corriente que, de lo contrario, pasaría a través de la base del transistor Q3 durante el pulso de la corriente de base del transistor Q3. Si la corriente desviada es demasiada, la corriente de base del transistor Q3 no será suficiente para encender el transistor Q3 completamente.

[0019] El capacitor C6 descargará ahora en el capacitor C5 hasta que sus voltajes se nivelen. El voltaje a través del capacitor C5 es igual al voltaje promedio a través de la bobina de relé K1. El diodo D7 se desconecta durante la mitad negativa del ciclo de línea de potencia asegurando que la corriente del relé sea corriente directa. Como tal, la descarga del capacitor C6 en el capacitor C5 determina la amplitud del pulso para la operación del transistor Q3, el que, a su vez, permite el flujo de corriente para establecer el voltaje promedio de la bobina de relé K1.

[0020] El circuito mostrado en FIG. 1 incluye igualmente un circuito promediador de voltaje, que consta además del resistor R6, el capacitor C5 y el resistor R7. El circuito promediador mide esencialmente el voltaje promedio a través de la bobina de relé K1. El voltaje promedio a través del capacitor C5 es el voltaje al cual se regula el circuito. El propósito del resistor R7, además de formar parte del circuito promediador, es también asegurar que el diodo D5 no conducirá durante la mitad positiva del ciclo de línea de potencia. La corriente al resistor R8 fluye a través del diodo D6, activándolo, y luego la corriente fluye a través del colector del transistor Q3, haciendo que se conecte. Cuando el transistor Q3 se activa, crea una corriente de base entre el emisor del transistor Q3 y el extremo negativo del capacitor C5. Cuando la corriente comienza a fluir, el diodo D5 empieza a conducir, lo cual hace que el capacitor C6 se descargue al mismo voltaje que el capacitor C5. Los capacitores alcanzan un voltaje igual al voltaje de salida promedio.

[0021] Esta retroalimentación del voltaje de salida en el circuito formador del pulso determina durante cuánto tiempo en cada ciclo se activará el transistor Q3. (El bucle de retroalimentación es como sigue. El voltaje promedio del voltaje de la bobina de relé K1 → voltaje del capacitor C5 → voltaje del capacitor C6 → ciclo de trabajo de la conmutación del transistor Q3 → voltaje promedio del voltaje de la bobina de relé K1.) Si el voltaje promedio a través de la bobina de relé K1 es demasiado bajo, el voltaje a través del capacitor C6 será menor que el voltaje Zener del diodo D1 resultante en un tiempo ON más prolongado del transistor Q3,

que hará que aumente el voltaje promedio de la bobina de relé. Si el voltaje promedio a través de la bobina de relé K1 es demasiado alto, el voltaje a través del capacitor C6 se aproximará al voltaje Zener del diodo D1, resultante en un tiempo ON más corto del transistor Q3, lo cual hará que decrezca el voltaje promedio de la bobina de relé.

[0022] El circuito mostrado en FIG. 1 incluye asimismo un conector J4. El conector J4 es un conector tipo Hubble que traba la girarlo, usado para conectar un voltaje de línea, un voltaje neutro y carga. El circuito consta igualmente de un resistor variable de óxido de metal MOV (- *metal oxide variable*). El MOV no es necesario para la operación del circuito. Ofrece un nivel de protección, eliminando sobretensiones pasajeras que podrían provenir de un rayo.

SUMARIO DE LA INVENCION

[0023] Incorporaciones de la presente invención proveen circuitos fotosensores, que incluyen una bobina de relé, configurados para aplicación de control de una fuente de potencia de corriente alterna (AC) con una mitad negativa y una mitad positiva de un ciclo de línea a una carga. Se configura un circuito modulador de amplitud de pulso para generar una señal modulada de amplitud de pulso con una amplitud de pulso que varía en respuesta a un voltaje promedio a través de la bobina de relé. Un transistor excitador se acopla entre la bobina de relé y un bus neutro que controla el voltaje promedio a través de la bobina de relé en respuesta a la señal modulada de amplitud de pulso. Se configura un circuito de fotocontrol para controlar la aplicación de la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador en respuesta a un nivel de luz detectado. Un rectificador de media onda, acoplado a la fuente de potencia, se configura para proveer una señal de potencia al circuito modulador de amplitud de pulso y al circuito de fotocontrol durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC. El circuito de fotocontrol incluye un fototransistor, fototransistor que tiene un primer terminal, acoplado a la señal de potencia, y un segundo terminal que produce una corriente en respuesta a un nivel de luz detectado por el fototransistor. Un circuito de filtro de paso bajo se acopla al segundo terminal del fototransistor, que filtra la corriente de salida del fototransistor para proporcionar un voltaje de señal de nivel de luz. Un transistor de selección se acopla a la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC en respuesta al voltaje de señal de nivel de luz que tiene un nivel seleccionado. Un capacitor se

acopla entre el segundo terminal del fototransistor y el bus neutro que modula una magnitud de retroalimentación positiva a través del primer terminal del fototransistor, proporcional a una corriente que fluye a través de la bobina de relé para proveer histéresis para el control de la bobina de relé por el circuito fotosensor.

[0024] En otras incorporaciones, el circuito fotosensor no incluye un circuito de bomba de carga, acoplado al segundo terminal del fototransistor. El circuito modulador de la amplitud de pulso incluye un diodo Zener acoplado entre el primer terminal del fototransistor y el bus neutro. La amplitud del pulso de la señal modulada de la amplitud de pulso varía proporcionalmente con una diferencia entre un voltaje Zener del diodo Zener y el voltaje promedio a través de la bobina de relé. El fototransistor define una trayectoria de corriente para una señal de retroalimentación positiva, generada a través del diodo Zener, para proporcionar la retroalimentación positiva.

[0025] En incorporaciones adicionales, el circuito fotosensor es un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público, y la carga es alumbrado público. La bobina de relé se configura para activarse para apagar el alumbrado público en respuesta a la detección de luz por el fototransistor. Una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC puede ser la mitad positiva, y el rectificador de media onda puede incluir un resistor acoplado a la fuente de potencia AC, que proporciona una corriente negativa que activa el transistor excitador durante la mitad negativa del ciclo de línea.

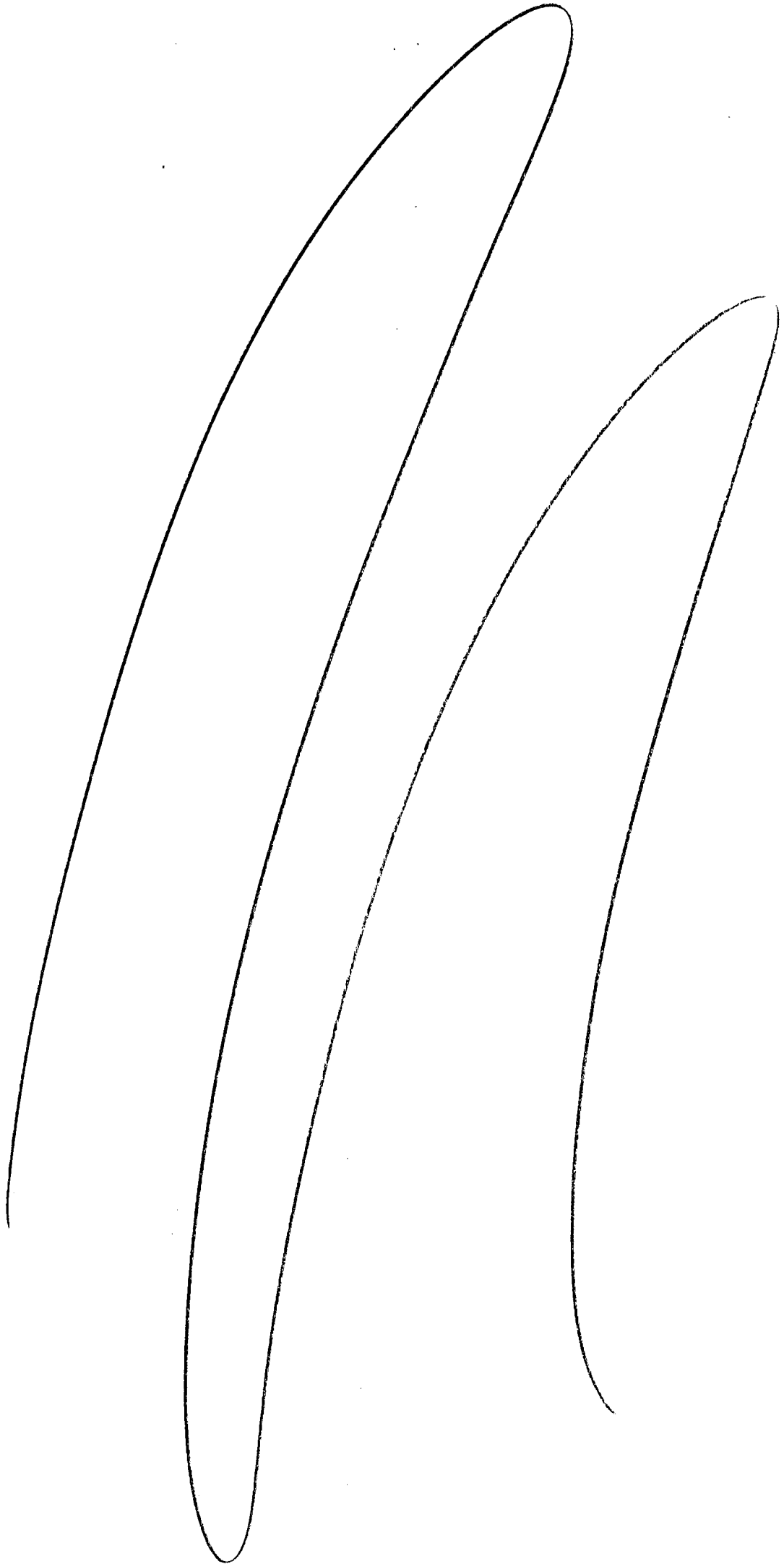
[0026] En otras incorporaciones, el circuito de filtro de paso bajo incluye un resistor de retardo, que tiene un primer terminal acoplado al segundo terminal del fotosensor y un capacitor de retardo acoplado entre un segundo terminal del resistor de retardo y el bus neutro. El circuito de filtro de paso bajo puede incluir además un transistor de descarga acoplado en paralelo con el capacitor de retardo, que tiene una base acoplada al segundo terminal del fotosensor. El transistor de descarga descarga el capacitor de retardo para proporcionar al circuito de filtro de paso bajo un retardo asimétrico, que provee diferentes tiempos de activación y desactivación para la carga. El transistor de descarga puede descargar el capacitor de retardo en respuesta a un decrecimiento en el nivel de luz detectado por el fototransistor, mientras que el resistor de retardo descarga el capacitor de retardo en respuesta a un aumento en el nivel de luz detectado por el fototransistor. El circuito fotosensor puede ser un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público, y la carga puede ser

alumbrado público. El circuito fotosensor puede configurarse para encender el alumbrado público más rápidamente de lo que apaga el alumbrado público.

[0027] En todavía otras incorporaciones, los circuitos fotosensores incluyen un primer transistor, que tiene una base, un emisor y un colector. Un primer capacitor se acopla a la citada base del citado primer transistor. Un primer resistor se acopla en serie al citado primer capacitor. Un segundo resistor se acopla en serie al citado primer resistor. Un primer diodo se acopla en paralelo con el citado segundo resistor. Un resistor variable se acopla en serie con el citado primer diodo y se acopla además con el citado emisor del citado primer transistor. Un tercer resistor se acopla a la citada base del citado primer transistor. Un diodo Zener incluye un ánodo acoplado con el citado tercer resistor y un cátodo acoplado con el citado primer capacitor. Un segundo diodo se acopla en serie con el citado diodo Zener. Un cuarto resistor se acopla en serie con un tercer diodo. Una bobina de relé se acopla en serie con el citado cuarto resistor. El tercer diodo se acopla en paralelo con la citada bobina de relé. Un segundo capacitor se acopla en serie al citado cuarto resistor. Un quinto resistor se acopla en serie con el citado segundo capacitor. Un conector incluye una carga, un neutro y una línea. La carga se acopla al citado relé. El neutro se acopla al emisor del citado primer transistor, y la línea se acopla a citado resistor variable. Se incluye igualmente un circuito de fotocontrol.

[0028] El circuito de fotocontrol incluye un fototransistor que tiene una base, un colector y un emisor. El colector se acopla con el diodo Zener. Un segundo transistor tiene una fuente acoplada a la citada base del citado primer transistor. Un sexto resistor se acopla al citado emisor del citado fototransistor y al citado ánodo del citado diodo Zener. Un tercer capacitor se acopla a la citada compuerta del citado segundo transistor y al citado ánodo del citado diodo Zener. Un séptimo resistor se acopla al citado emisor del citado fototransistor y al citado tercer capacitor. Un tercer transistor se acopla en paralelo con el citado tercer capacitor y/o un cuarto capacitor se acopla al citado emisor del citado fototransistor y al citado ánodo del citado diodo Zener.

[0029] En algunas incorporaciones, el circuito fotosensor incluye el citado tercer transistor y el citado cuarto capacitor. En otras incorporaciones, el circuito fotosensor incluye el citado tercer transistor o el citado cuarto capacitor. El circuito fotosensor puede incluir el citado tercer transistor, y el citado circuito fotosensor incluye además un octavo resistor acoplado al citado colector del citado



fototransistor y al citado cátodo del citado diodo Zener.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0030] **Figura 1** es un diagrama de circuitos de un regulador de potencia de acuerdo con el arte previo.

[0031] **Figura 2** es un diagrama de circuitos de un regulador de potencia fotocontrolado de acuerdo con el arte previo.

[0032] **Figura 3** es un diagrama de circuitos de un circuito fotosensor de acuerdo con algunas incorporaciones de la presente invención.

[0033] **Figura 4** es un diagrama de circuitos de un circuito fotosensor de acuerdo con incorporaciones adicionales de la presente invención.

[0034]

[0035] **Figura 5** es un diagrama de circuitos de un circuito fotosensor de acuerdo con incorporaciones adicionales de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE INCORPORACIONES DE LA INVENCION

[0036] La presente invención se describirá ahora más completamente en las secciones siguientes con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales se muestran incorporaciones ilustrativas de la invención. En los dibujos, los tamaños relativos de regiones o características pueden exagerarse por razones de claridad. Sin embargo, la invención puede incorporarse en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada por las incorporaciones divulgadas en esta especificación; más bien, estas incorporaciones se proveen de manera que esta divulgación será exhaustiva y completa, y comunicará completamente el ámbito de la invención a los expertos en el arte.

[0037] Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, etc., pueden emplearse en esta especificación para describir varios elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deben limitarse por estos términos. Estos términos se emplean únicamente para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. Por consiguiente, un primer elemento, componente,

región, capa o sección discutidos más adelante podría designarse un segundo elemento, componente, región, capa o sección, sin apartarse de las enseñanzas de la presente invención.

[0038] Términos espacialmente relacionados, tales como "debajo", "abajo", "inferior", "encima", "superior" y similares, pueden usarse en esta especificación para facilidad de la descripción para describir un elemento o relación de característica con otro elemento(s) o característica(s), como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espacialmente relacionados tienen la finalidad de abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso u operación, además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en las figuras se hace girar, elementos descritos como "abajo" o "debajo" de otros elementos o características estarían entonces orientados "encima" de los otros elementos o características. Por consiguiente, el término ejemplar "debajo" puede abarcar tanto una orientación de encima como de abajo. El dispositivo puede orientarse en otra forma (rotarse 90° o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relacionados, empleados en esta especificación, pueden interpretarse en consecuencia.

[0039] Tal como se emplea en esta especificación, las formas del singular "uno/una", "un/una" y "el/la" tienen como finalidad incluir asimismo las formas del plural, a menos que se establezca expresamente lo contrario. Se entenderá además que los términos "incluye," "está constituido(a) por," "que incluye" y/o "que está constituido(a) por," cuando se emplean en esta especificación, precisan la presencia de características establecidas, números enteros, pasos, operaciones, elementos, y/o componentes, pero no excluyen la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes, y/o grupos de los mismos. Se entenderá que cuando se hace mención de un elemento como estando "conectado" o "acoplado" a otro elemento, éste puede conectarse o acoplarse directamente al otro elemento, o pueden estar presentes elementos intervinientes. Más aún, "conectado" o "acoplado", tal como se emplea en esta especificación, puede incluir conectado o acoplado en forma inalámbrica. Tal como se emplea en esta especificación, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los ítems listados asociados.

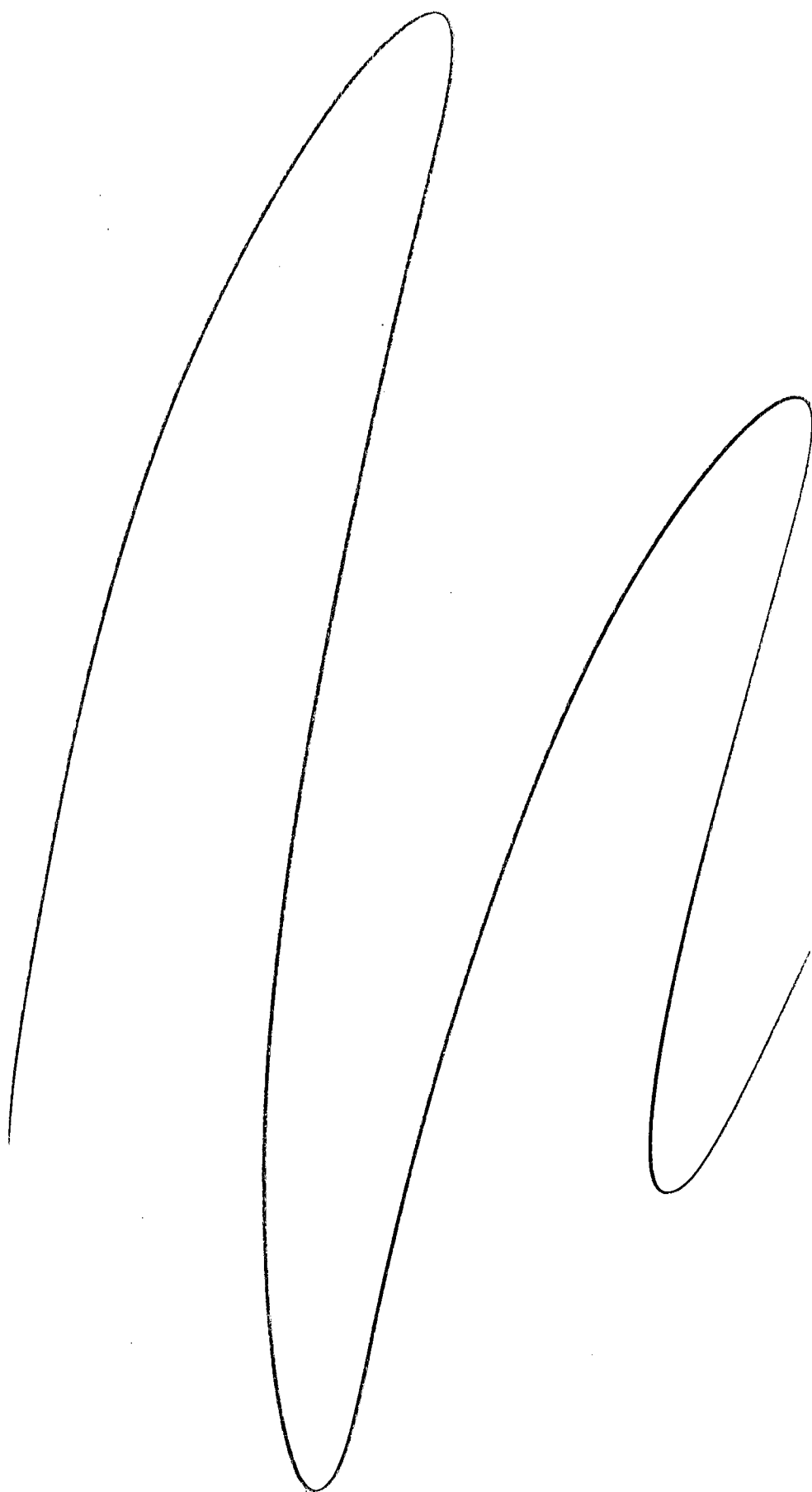
[0040] A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) empleados en esta especificación tienen el mismo significado como se entiende comúnmente por una persona de habilidad

ordinaria en el arte, al cual pertenece esta invención. Se entenderá además que términos, tales como los definidos en diccionarios usados comúnmente, deben interpretarse como teniendo un significado que sea consistente con su significado en el contexto de esta especificación y el arte relevante, y no se interpretarán en un sentido idealizado o demasiado formal, a menos que se defina así expresamente en esta especificación.

[0041] Como se describe en la patente '942, el regulador de potencia ilustrada en FIG. 1 puede usarse en un sistema de control de alumbrado como se muestra en el diagrama de circuitos de FIG. 2. El circuito mostrado en FIG. 2 hace que un interruptor se cierre a la caída de la tarde y se abra al amanecer, tal como para el control de alumbrado público. El voltaje de línea de potencia del circuito mostrado puede variar desde aproximadamente 87 VAC a 305 VAC y tener una frecuencia de línea de potencia de 50 Hz o 60 Hz. Esta flexibilidad puede permitir que el fotocontrol se pueda usar en casi cualquier aplicación de corriente alterna. Para contribuir a una operación estable, el circuito de control opera como un disparador de Schmitt, conmutando la salida negativa en un voltaje umbral y no volviendo a conmutar hasta que el voltaje caiga a un voltaje umbral más bajo.

[0042] El voltaje en la bobina de relé K1 se convierte de corriente alterna en corriente directa y se regula para posibilitar la correcta operación del relé K1. Como se anotó más arriba, debido a la naturaleza inductora de la bobina de relé K1, su voltaje puede tener un gran componente de ondulación o rizado y operará aún correctamente. El circuito de suministro de potencia regulada mostrado en FIG. 1 proporciona esta corriente directa regulada a la bobina de relé K1. El transistor Q2 provee un interruptor para abrir y cerrar el circuito de suministro de potencia regulada, con el fin de activar o desactivar el voltaje a la bobina de relé K1 y, por lo tanto, apagar o encender una lámpara o similar. El V máximo drenaje a fuente será igual al voltaje Zener del diodo D1, 15 V. La corriente de drenaje máxima es igual a la corriente máxima que fluye a través del resistor R4.

[0043] La corriente del fototransistor Q1 se incrementa con un aumento de la intensidad de la luz ambiente y decrece con una disminución de la intensidad de la luz ambiente. La corriente del fototransistor Q1 pasa a través y produce un voltaje a través de los resistores R1 y R2. Este voltaje es proporcional al nivel de luz ambiente y se designa como la señal de luz. Como la salida del fototransistor Q1 es una corriente, el resistor R2 se usa para transformar corriente en voltaje. R1 sirve para convertir la corriente de retroalimentación generada por la bomba de carga, conformada por D2, D3 y C2, en un voltaje. Al ajustar el valor de la



resistencia de R1, puede ajustarse la magnitud de retroalimentación. Este resistor podría denominarse un control de histéresis. En la mayoría de los circuitos de fotocontrol empleados en alumbrado público, se desea que el nivel de luz de apagado sea dos veces el nivel de luz de encendido. El valor de R1 puede cambiarse hasta que se alcance esta relación de los niveles de luz ON a OFF.

[0044] Como los fototransistores pueden variar, R2 se ajusta usualmente para normalizar la sensibilidad al nivel deseado. R2 puede denominarse el "resistor de ganancia".

[0045] El capacitor C1 filtra la señal de luz, eliminando componentes de ruido de alta frecuencia que podrían inducirse por alumbrado, interferencia de radio, u otras causas. Si este circuito está blindado contra influencias electromagnéticas externas, tales como interferencia de radio o pulsos electromagnéticos causados por rayo, C1 puede no ser necesario. El filtro de paso bajo o el circuito de retardo de tiempo, que incluye el resistor R3 y el capacitor C3, hace que la señal de luz se retarde aproximadamente 1.5 segundos. El retardo evita generalmente fuentes de luz transitorias, de corta duración, tales como las luces delanteras de un carro que pasa o un destello de alumbrado que hace que la lámpara centellee encendiéndose y apagándose. La salida del filtro de paso bajo se aplica a la compuerta de un fototransistor Q2, el cual se conmuta ON u OFF por la señal de luz, conectando o desconectando el circuito de suministro de potencia regulada, con el fin de activar o desactivar el voltaje a la bobina de relé K1 y, por consiguiente, encender o apagar la lámpara. Puede proveerse un diodo en paralelo con el resistor R3 para proporcionar un retardo asimétrico, que permita que difieran tiempos de encendido y apagado para alumbrado público, o similares.

[0046] El diodo Zener D4 garantiza que el fototransistor Q1 tenga un voltaje positivo a través de él. Aunque el diodo D4 se ilustra en FIG. 2, como es evidente para un experto en el arte, no es necesario. Por ejemplo, el diodo D4 puede reemplazarse con un cortocircuito, y el circuito debe continuar funcionando apropiadamente.

[0047] El capacitor C4 ayuda a hacer al circuito resistente a interferencia de radio, descargas de rayo y demás interferencia. Al igual que el capacitor C1, si este circuito se blindo contra influencias electromagnéticas externas, tales como interferencia de radio o pulsos electromagnéticos causados por rayo, C4 puede no ser necesario.

[0048] Los diodos D2 y D3 y el capacitor C2 forman un circuito de bomba de carga. El circuito de bomba de carga convierte el voltaje de corriente alterna pico-a-pico, hallado a través del resistor R5, en una corriente directa de la polaridad necesaria para producir una retroalimentación positiva. El circuito de bomba de carga provee retroalimentación positiva proporcional a la corriente del relé (salida) para crear un disparador de Schmitt. La entrada del disparador de Schmitt al fototransistor Q1 ayuda a brindar estabilidad.

[0049] El transistor Q3 conmuta la potencia al relé, permitiendo la adición de únicamente un transistor al circuito para proporcionar fotocontrol. El voltaje positivo se deriva del extremo de bajo voltaje del resistor R4.

[0050] Incorporaciones de la presente invención que pueden ofrecer ventajas sobre el circuito de Figura 2 se describirán ahora con referencia a los diagramas de circuitos de Figuras 3 a 5. Figura 3 ilustra incorporaciones de un circuito fotosensor en el cual el circuito de bomba de carga del circuito de Figura 2 no se usa para retroalimentación positiva, permitiendo una reducción en los componentes del circuito y economías de costos resultantes. Figura 4 ilustra incorporaciones de un circuito fotosensor en el cual se utiliza un transistor, en lugar de un diodo, para descargar el capacitor de filtro de paso bajo del circuito de Figura 2 para proporcionar diferentes tiempos de activación y desactivación para la carga. FIG. 5 ilustra incorporaciones de un circuito fotosensor que combina las enseñanzas de Figuras 3 y 4 para posibilitar el conteo reducido de componentes de Figura 3 y los diferentes tiempos de activación y desactivación para la carga de Figura 4. Los componentes comunes del circuito de Figura 2 y los circuitos de Figuras 3 a 5 operan como se describe más arriba con referencia a Figura 2, excepto como específicamente se describe con referencia a Figuras 3 a 5.

[0051] Como se aprecia en las incorporaciones de FIG. 3, el circuito de bomba de carga del circuito de FIG. 2, que incluye los diodos D2 y D3 y el capacitor C2, no se utiliza. Adicionalmente, el resistor de ganancia R2 del circuito de FIG. 2 no se incluye en las incorporaciones de FIG. 3. En el circuito de FIG. 2, el propósito del circuito de bomba de carga era crear la retroalimentación necesaria para crear una respuesta de disparador de Schmitt. En contraste, las incorporaciones de FIG. 3 obtienen la retroalimentación positiva deseada de la ondulación o rizado de corriente alterna a través del diodo D1, la cual se conduce a través del fototransistor Q1, ajustada en magnitud por el capacitor C1 y rectificada por el diodo D8. Como resultado, pueden eliminarse tres o más componentes para reducir el costo del circuito fotosensor.

[0052] Como se observa en las incorporaciones de FIG. 3, el circuito fotosensor incluye una bobina de relé K1. La bobina de relé K1 controla la aplicación de una fuente de potencia de corriente alterna (AC) LINE de la entrada J1, que transporta una mitad negativa y una mitad positiva de un ciclo de línea, a una carga LOAD, tal como una lámpara de alumbrado público, acoplada a la entrada J2. Una segunda polaridad de referencia NEUTRAL se provee igualmente a través de la entrada J3. La bobina de relé ilustrada K1 opera un interruptor normalmente cerrado, de modo que el estado predeterminado para el alumbrado público se active a la aplicación de un voltaje promedio suficiente a la bobina de relé K1 que apaga el alumbrado público en las incorporaciones ilustradas. No obstante, la presente invención no se limita a tales configuraciones.

[0053] Como se discute con referencia a FIG. 1 más arriba, un circuito modulador de amplitud de pulso, que incluye los componentes C6, D1, R4 y R5, genera una señal modulada de amplitud de pulso, que tiene una amplitud de pulso que varía en respuesta a un voltaje promedio a través de la bobina de relé K1. Un transistor excitador Q3 acoplado entre la bobina de relé K1 y el bus neutro NEUTRAL controla el voltaje promedio a través de la bobina de relé K1 en respuesta a la entrada de señal modulada de amplitud de pulso a la compuerta del transistor Q3.

[0054] Para las incorporaciones ilustradas en FIG. 3, se incluye un circuito de fotocontrol que controla la aplicación de la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador Q3 en respuesta a un nivel de luz detectado. El rectificador de media onda, que incluye los componentes D7 y R8, se acopla a la fuente de potencia y proporciona una señal de potencia al circuito modulador de amplitud de pulso y al circuito de fotocontrol durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC LINE.

[0055] Como se observa en las incorporaciones de FIG. 3, el circuito de fotocontrol incluye el fototransistor Q1. El fototransistor Q1 tiene un primer terminal acoplado a la señal de potencia, a través del resistor R4, y un segundo terminal que produce una corriente en respuesta a un nivel de luz detectado por el fototransistor Q1. Un circuito de filtro de paso bajo, que incluye los componentes R3 y C3, se acopla al segundo terminal del fototransistor Q1. El circuito de filtro de paso bajo filtra la corriente de salida del fototransistor Q1 para proporcionar un voltaje de señal de nivel de luz. El transistor de selección Q2 acopla la señal modulada de amplitud de pulso a la base del transistor excitador Q3 durante la mitad rectificadora del ciclo de línea de la fuente de potencia AC LINE pasada por el

diodo D7 en respuesta al voltaje de la señal de nivel de luz, que tiene una entrada de nivel seleccionado, a la compuerta del transistor Q2.

[0056] Para las incorporaciones de FIG. 3, se usa un capacitor C1 para ajustar la magnitud de retroalimentación positiva que se agrega a la señal de luz. El capacitor C1 se acopla entre el segundo terminal del fototransistor y el bus neutro NEUTRAL. La señal de retroalimentación, a medida que se conduce a través del fototransistor Q1, es una señal de corriente alterna, proporcional a la corriente que fluye a través de la bobina de relé K1. El capacitor C1 modula qué tanto de esta señal de retroalimentación se suma a la señal de luz desviando el exceso de señal de retroalimentación al bus neutro NEUTRAL. Esta señal de retroalimentación de corriente alterna se convierte en la señal de corriente directa requerida por el diodo D8.

[0057] Como se observa en las incorporaciones de FIGS. 4 y 5, el circuito de filtro de paso bajo incluye un resistor de retardo R3, el cual tiene un primer terminal acoplado al segundo terminal del fotosensor Q1. El capacitor de retardo C3 se acopla entre un segundo terminal del resistor de retardo R3 y el bus neutro NEUTRAL. Un transistor de descarga Q4 se acopla en paralelo con el capacitor de retardo C3 y tiene una compuerta acoplada al segundo terminal del fotosensor Q1. El transistor de descarga Q4 descarga el capacitor de retardo C3 para proporcionar al circuito de filtro de paso bajo un retardo asimétrico que facilita diferentes tiempos de activación y desactivación para la carga.

[0058] En consecuencia, para las incorporaciones de FIG. 4, el transistor Q4 se ilustra como un transistor PNP se usa para facilitar diferentes tiempos de activación y desactivación, en lugar de un diodo. En algunas aplicaciones de fotosensores, se provee un filtro de bloqueo infrarrojo sobre el fototransistor Q1, el cual generalmente requiere que el resistor de ganancia de retroalimentación R1 se incremente en valor para compensar la reducción en la sensibilidad a la luz generalmente causada por el filtro de bloqueo infrarrojo. El valor incrementado de R1 puede hacer que se alargue el retardo de activación más allá de límites aceptables en algunas incorporaciones. Al reemplazar un diodo con el transistor Q4, el retardo de activación puede disminuirse en un grado mayor. Se muestra igualmente en las incorporaciones de FIG. 4 un resistor adicional R9. El resistor R9 puede operar para limitar o, incluso, impedir que el V_{EBO} del fototransistor Q1 exceda su régimen máximo.

[0059] Más generalmente, con respecto a las incorporaciones de Figs 3-5, el

fototransistor Q1 puede proporcionar una señal de corriente, proporcional a un nivel de luz ambiente detectado por el fototransistor Q1, y una trayectoria para retroalimentación positiva de una señal generada a través del diodo zener D1. El resistor de ganancia R1 puede convertir la señal de corriente del fototransistor Q1 en una señal de voltaje que tenga una amplitud seleccionada para hacer que el fotocontrol opere a un nivel de luz ambiente deseado, detectado por el fototransistor Q1. El capacitor C1 puede tener un valor seleccionado, de tal modo que module la magnitud de retroalimentación positiva, retroalimentación que, a su vez, determina la magnitud de histéresis provista por el aspecto disparador de Schmitt del circuito fotosensor.

[0060] El inventor de la presente solicitud ha determinado que la eliminación de los componentes de bomba de carga, como se muestran para las incorporaciones de Figuras 3 y 5, pueden no impedir operaciones deseables de disparador de Schmitt y, además, pueden no afectar sustancialmente la operación instantánea del circuito fotosensor en algunas incorporaciones de la presente invención.

[0061] El resistor R3, en combinación con el capacitor C3, forma un circuito de retardo cronometrado que puede usarse para limitar o prevenir que el fotocontrol se desactive/active durante relámpagos u otras fuentes de luz momentáneas, detectadas por el fototransistor Q1.

[0062] El transistor Q4 en las configuraciones ilustradas, en respuesta a niveles de luz decrecientes, puede usarse para descargar rápidamente el capacitor C3 para hacer que el circuito fotosensor se active en forma sustancialmente instantánea (muy rápidamente) en respuesta a la oscuridad. Tal enfoque, por ejemplo, puede posibilitar, entre otras cosas, las pruebas rápidas de las operaciones de fotocontrol. El transistor Q4 puede detectar igualmente picos negativos de una señal de ondulación o rizado de retroalimentación positiva creando una señal de retroalimentación positiva de corriente directa. El transistor Q2, en respuesta a una señal de voltaje generada por un nivel de luz detectado, aplicado a su compuerta, puede usarse para activar y desactivar el relé de fotocontrol K1. El diodo Zener D1 puede proporcionar un voltaje de referencia para la regulación de la corriente de bobina de relé K1, suministrar un voltaje de operación al fototransistor Q1 y un voltaje de ondulación o rizado, generado a través del diodo Zener D1, el cual puede ser generalmente proporcional a la corriente de bobina de relé y, por consiguiente, puede ser útil como una fuente de retroalimentación positiva para la operación del disparador de Schmitt, como se describe previamente. El resistor R9 puede usarse para limitar el voltaje máximo aplicado a través de los terminales del

transistor Q4, lo cual puede limitar o prevenir el daño al transistor Q4.

[0063] En algunas incorporaciones, para el circuito que incluye el transistor Q4, puede proveerse un retardo de encendido de 20 milisegundos para un encendido sustancialmente instantáneo, proveyendo al mismo tiempo un retardo de apagado de 7.5 segundos. Si la relación de niveles de luz de apagado a encendido se vuelve muy alta, puede incrementarse la capacitancia del capacitor C1. Si el retardo de apagado se vuelve muy corto, puede aumentarse el valor de la capacitancia del capacitor C3. En incorporaciones particulares, el resistor R9 tiene una resistencia de 4.3 MΩ, el capacitor C1 tiene una capacitancia de 2.200 picofaradios y el transistor Q4 incluye un transistor con número de parte 2N3906 obtenible de Fairchild Semiconductors, Inc. Adicionalmente, el fototransistor Q1 en algunas incorporaciones puede ser modelo LTR309-R obtenible de LiteOn Corporation de Fremont California.

[0064] Como se describe más arriba, el circuito modulador de amplitud de pulso puede incluir el diodo Zener D1, acoplado entre el primer terminal del fototransistor Q1 y el bus neutro NEUTRAL. La amplitud de pulso de la señal modulada de amplitud de pulso varía proporcionalmente con una diferencia entre un voltaje Zener del diodo Zener D1 y el voltaje promedio a través de la bobina de relé K1. El fototransistor Q1 define una trayectoria de corriente para una señal de retroalimentación positiva, generada a través del diodo Zener D1 para proporcionar la retroalimentación positiva.

[0065] El circuito fotosensor de cualquiera de FIGS. 3-5 puede ser un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público, y la carga puede ser alumbrado público. La bobina de relé K1 puede configurarse para que se active para apagar el alumbrado público en respuesta a la detección de luz por el fototransistor Q1. Una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC LINE puede ser la mitad positiva, y el rectificador de onda media puede incluir el resistor R8, acoplado a la fuente de potencia AC LINE, que suministra una corriente negativa que activa el transistor excitador Q3 durante la mitad negativa del ciclo de línea.

[0066] El circuito de filtro de paso bajo, como se describe más arriba, incluye el resistor de retardo R3, que tiene un primer terminal acoplado al segundo terminal del fotosensor Q1 y el capacitor de retardo C3 acoplado entre un segundo terminal del resistor de retardo R3 y el bus neutro NEUTRAL. El circuito de filtro de paso bajo puede incluir además el transistor de descarga Q4, acoplado en paralelo con el capacitor de retardo C3, con una base del transistor Q4 acoplado al segundo

terminal del fotosensor Q1. El transistor de descarga Q4 descarga el capacitor de retardo C3 para proporcionar al circuito de filtro de paso bajo un retardo asimétrico que suministra diferentes tiempos de desactivación y activación para la carga LOAD. El transistor de descarga Q4 puede descargar el capacitor de retardo C3 en respuesta a un decrecimiento en el nivel de luz detectado por el fototransistor Q1, mientras que el resistor de retardo R3 descarga el capacitor de retardo C3 en respuesta a un aumento en el nivel de luz detectado por el fototransistor Q1. El circuito fotosensor puede ser un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público, y la carga puede ser alumbrado público. El circuito fotosensor puede configurarse para encender el alumbrado público más rápidamente de lo que apaga el alumbrado público.

[0067] Lo anterior es ilustrativo de la presente invención y no tiene que interpretarse como limitante de la misma. Aunque se han descrito unas pocas incorporaciones ejemplares de esta invención, aquellas personas expertas en el arte observarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones en las incorporaciones ejemplares, sin apartarse sustancialmente de las novedosas enseñanzas y ventajas de esta invención. En consecuencia, se pretende incluir todas esas modificaciones en el ámbito de esta invención, como se define en las reivindicaciones. En las reivindicaciones, las cláusulas de medios más función ("**means-plus-function clauses**") tienen como finalidad cubrir las estructuras descritas en esta especificación desempeñando la función mencionada y no sólo equivalentes estructurales, sino también estructuras equivalentes. Por consiguiente, hay que entender que lo anterior es ilustrativo de la presente invención y no tiene que interpretarse como limitado a las incorporaciones específicas divulgadas, y que se pretende que modificaciones a las incorporaciones divulgadas, así como otras incorporaciones, se incluyan en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas. La invención se define por las siguientes reivindicaciones, teniéndose que incluir en ellas los equivalentes de las reivindicaciones.

EXTRACTO DE LA DIVULGACIÓN

Circuitos fotosensores incluyen una bobina de relé configurada para controlar la aplicación de una fuente de potencia de corriente alterna (AC) a una carga. Un circuito modulador de amplitud de pulso se configura para generar una señal modulada de amplitud de pulso con una amplitud de pulso que varía en respuesta a un voltaje promedio a través de la bobina de relé. Un transistor excitador controla el voltaje promedio a través de la bobina de relé en respuesta a la señal modulada de amplitud de pulso. Un circuito de fotocontrol controla la aplicación de la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador en respuesta a un nivel de luz detectado. Un rectificador de media onda suministra una señal de potencia al circuito modulador de amplitud de pulso y al circuito de fotocontrol durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC. El circuito de fotocontrol incluye un fototransistor. Un circuito de filtro de paso bajo filtra la corriente de salida del fototransistor para proporcionar un voltaje de señal de nivel de luz. Un transistor de selección acopla la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC en respuesta al voltaje de señal de nivel de luz con un nivel seleccionado. Un capacitor acoplado entre el segundo terminal del fototransistor y el bus neutro modula una magnitud de retroalimentación positiva a través del primer terminal del fototransistor, proporcional a la corriente que fluye a través de la bobina de relé para proporcionar histéresis para el control de la bobina de relé por el circuito fotosensor.

LO QUE SE REIVINDICA ES:

1. Un circuito fotosensor, constituido por:

una bobina de relé configurada para controlar la aplicación de una fuente de potencia de corriente alterna (AC), que tiene una mitad negativa y una mitad positiva de un ciclo de línea, a una carga;

un circuito modulador de amplitud de pulso configurado para generar una señal modulada de amplitud de pulso con una amplitud de pulso que varía en respuesta a un voltaje promedio a través de la bobina de relé;

un transistor excitador acoplado entre la bobina de relé y un bus neutro que controla el voltaje promedio a través de la bobina de relé en respuesta a la señal modulada de amplitud de pulso;

un circuito de fotocontrol configurado para controlar la aplicación de la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador en respuesta a un nivel de luz detectado; y

un rectificador de media onda, acoplado a la fuente de potencia que se configura para proporcionar una señal de potencia al circuito modulador de amplitud de pulso y al circuito de fotocontrol durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC;

en donde el circuito de fotocontrol consta de:

un fototransistor, fototransistor que tiene un primer terminal, acoplado a la señal de potencia, y un segundo terminal que produce una corriente en respuesta a un nivel de luz detectado por el fototransistor;

un circuito de filtro de paso bajo acoplado al segundo terminal del fototransistor que filtra la corriente de salida del fototransistor para proporcionar un voltaje de señal de nivel de luz;

un transistor de selección que acopla la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC en respuesta al voltaje de señal del nivel de luz con un nivel seleccionado; y

un capacitor acoplado entre el segundo terminal del fototransistor y el bus neutro que modula una magnitud de retroalimentación positiva a través del primer terminal del fototransistor, proporcional a una corriente que fluye a través de la bobina de relé para proporcionar histéresis al control de la bobina de relé por el circuito fotosensor.

2. El circuito fotosensor de la reivindicación 1, en donde el circuito fotosensor no incluye un circuito de bomba de carga acoplado al segundo terminal del fototransistor.

3. El circuito fotosensor de la reivindicación 2, en donde el circuito modulador de amplitud de pulso incluye un diodo Zener acoplado entre el primer terminal del fototransistor y el bus neutro, y en donde la amplitud de pulso de la señal modulada de amplitud de pulso varía proporcionalmente con una diferencia entre un voltaje Zener del diodo Zener y el voltaje promedio a través de la bobina de relé, y en donde el fototransistor define una trayectoria de corriente para una señal de retroalimentación positiva, generada a través del diodo Zener para proporcionar la retroalimentación positiva.

4. El circuito fotosensor de la reivindicación 3, en donde el circuito fotosensor consta de un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público, y la carga consiste de alumbrado público, y la bobina de relé se configura para activarse para apagar el alumbrado público en respuesta a la detección de luz por el fototransistor.

5. El circuito fotosensor de la reivindicación 4, en donde una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC está constituida por la mitad positiva y en donde el rectificador de media onda incluye un resistor acoplado a la fuente de potencia AC que suministra una corriente negativa que activa el transistor excitador durante la mitad negativa del ciclo de línea.

6. El circuito fotosensor de la reivindicación 1, en donde el circuito de filtro de paso bajo consta de un resistor de retardo, que tiene un primer terminal acoplado al segundo terminal del fotosensor, y un capacitor de retardo acoplado entre un segundo terminal del resistor de retardo y el bus neutro.

7. El fotosensor de la reivindicación 6, en donde el circuito de filtro de paso bajo consta además de un transistor de descarga acoplado en paralelo con el capacitor de retardo y que tiene una base acoplada al segundo terminal del fotosensor, en donde el transistor de descarga descarga el capacitor de retardo para suministrar al circuito de filtro de paso bajo un retardo asimétrico que proporciona diferentes tiempos de activación y desactivación para la carga.

8. El fotosensor de la reivindicación 7, en donde el transistor de descarga descarga el capacitor de retardo en respuesta a un decrecimiento en el nivel de luz detectado por el fototransistor, mientras que el resistor de retardo carga el capacitor de retardo en respuesta a un incremento en el nivel de luz detectado por el fototransistor.

9. El fotosensor de la reivindicación 8, en donde el circuito fotosensor incluye un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público y la carga consiste en alumbrado público y en donde el circuito fotosensor se configura para encender el alumbrado público más rápidamente de lo que apaga el alumbrado público.

10. Un circuito fotosensor, constituido por:

una bobina de relé configurada para controlar la aplicación de una fuente de potencia de corriente alterna (AC), que tiene una mitad negativa y una mitad positiva de un ciclo de línea, a una carga;

un circuito modulador de amplitud de pulso configurado para generar una señal modulada de amplitud de pulso con una amplitud de pulso que varía en respuesta a un voltaje promedio a través de la bobina de relé;

un transistor excitador acoplado entre la bobina de relé y un bus neutro que controla el voltaje promedio a través de la bobina de relé en respuesta a la señal modulada de amplitud de pulso;

un circuito de fotocontrol configurado para controlar la aplicación de la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador en respuesta a un nivel de luz detectado; y

un rectificador de media onda, acoplado a la fuente de potencia que se configura para proporcionar una señal de potencia al circuito modulador de amplitud de pulso y al circuito de fotocontrol durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC;

en donde el circuito de fotocontrol consta de:

un fototransistor, fototransistor que tiene un primer terminal, acoplado a la señal de potencia, y un segundo terminal que produce una corriente en respuesta a un nivel de luz detectado por el fototransistor;

un circuito de filtro de paso bajo acoplado al segundo terminal del fototransistor que filtra la corriente de salida del fototransistor para proporcionar un voltaje de señal de nivel de luz, en donde el circuito de filtro de paso bajo consta de:

un resistor de retardo que tiene un primer terminal acoplado al segundo terminal del fotosensor;

un capacitor de retardo acoplado entre un segundo terminal del resistor de retardo y el bus neutro; y

un transistor de descarga acoplado en paralelo con el capacitor de retardo y que tiene una base acoplada al segundo terminal del fotosensor, en donde el transistor de descarga descarga el capacitor de retardo para

suministrar al circuito de filtro de paso bajo un retardo asimétrico que proporciona diferentes tiempos de activación y desactivación para la carga; y

un transistor de selección que acopla la señal modulada de amplitud de pulso al transistor excitador durante una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC en respuesta al voltaje de señal de nivel de luz con un nivel seleccionado.

11. El circuito fotosensor de la reivindicación 10, en donde el circuito modulador de amplitud de pulso incluye un diodo Zener acoplado entre el primer terminal del fototransistor y el bus neutro, y en donde la amplitud de pulso de la señal modulada de amplitud de pulso varía proporcionalmente con una diferencia entre un voltaje Zener del diodo Zener y el voltaje promedio a través de la bobina de relé y en donde el circuito fotosensor incluye una retroalimentación positiva, proporcional a una corriente que fluye a través de la bobina de relé para proporcionar histéresis al control de la bobina de relé por el circuito fotosensor.

12. El circuito fotosensor de la reivindicación 10, en donde el circuito fotosensor incluye un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público y la carga consiste en un alumbrado público, y la bobina del relé se configura para activarse para apagar el alumbrado público en respuesta a la detección de luz por el fototransistor.

13. El circuito fotosensor de la reivindicación 10, en donde una de las mitades del ciclo de línea de la fuente de potencia AC está constituida por la mitad positiva y en donde el rectificador de media onda incluye un resistor acoplado a la fuente de potencia AC, que proporciona una corriente negativa que activa el transistor excitador durante la mitad negativa del ciclo de línea.

14. El fotosensor de la reivindicación 10, en donde el transistor de descarga descarga el capacitor de retardo en respuesta a un decrecimiento en el nivel de luz detectado por el fototransistor, mientras que el resistor de retardo carga el capacitor de retardo en respuesta a un incremento en el nivel de luz detectado por el fototransistor.

15. El fotosensor de la reivindicación 14, en donde el circuito fotosensor está constituido por un dispositivo de fotocontrol de alumbrado público y la carga consiste en alumbrado público, y en donde el circuito fotosensor se configura para encender el alumbrado público más rápidamente de lo que apaga el alumbrado

público.

16. Un circuito fotosensor, conformado por:
- un primer transistor, que tiene una base, un emisor y un colector;
 - un primer capacitor acoplado a la citada base del citado primer transistor;
 - un primer resistor acoplado en serie al citado primer capacitor;
 - un segundo resistor acoplado en serie al citado primer resistor;
 - un primer diodo acoplado en paralelo con el citado segundo resistor;
 - un resistor variable acoplado en serie con el citado primer diodo y acoplado además con el citado emisor del citado primer transistor;
 - un tercer resistor acoplado a la citada base del citado primer transistor;
 - un diodo Zener, que consta de un ánodo acoplado con el citado tercer resistor y un cátodo acoplado con el citado primer capacitor;
 - un segundo diodo acoplado en serie con el citado diodo Zener;
 - un cuarto resistor acoplado en serie con un tercer diodo;
 - una bobina de relé acoplada en serie con el citado cuarto resistor, el citado tercer diodo acoplado en paralelo con la citada bobina de relé;
 - un segundo capacitor acoplado en serie al citado cuarto resistor;
 - un quinto resistor acoplado en serie con el citado segundo capacitor;
 - un conector, que está conformado por una carga, un neutro y una línea, en donde la citada carga está acoplada al citado relé, el citado neutro está acoplado al emisor del citado primer transistor, y la línea está acoplada al citado resistor variable; y
 - un circuito de fotocontrol, en donde el citado circuito de fotocontrol incluye:
 - un fototransistor que tiene una base, un colector y un emisor; el citado colector acoplado con el citado diodo Zener;
 - un segundo transistor, que tiene una fuente acoplada a la citada base del citado primer transistor;
 - un sexto resistor acoplado al citado emisor del citado fototransistor y al citado ánodo del citado diodo Zener;
 - un tercer capacitor acoplado a la citada compuerta del citado segundo transistor y al citado ánodo del citado diodo Zener;
 - un séptimo resistor acoplado al citado emisor del citado fototransistor y al citado tercer capacitor; y
 - un tercer transistor acoplado en paralelo con el citado tercer capacitor y/o un cuarto capacitor acoplado al citado emisor del citado fototransistor y al citado ánodo del citado diodo Zener.

17. El circuito fotosensor 16 en donde el circuito fotosensor incluye el

citado tercer transistor y el citado cuarto capacitor.

18. El circuito fotosensor 16 en donde el circuito fotosensor incluye el citado tercer transistor o el citado cuarto capacitor.

19. El circuito fotosensor 16 en donde el circuito fotosensor incluye el citado tercer transistor y el citado circuito fotosensor consta además de un octavo resistor acoplado al citado colector del citado fototransistor y al citado cátodo del citado diodo Zener.

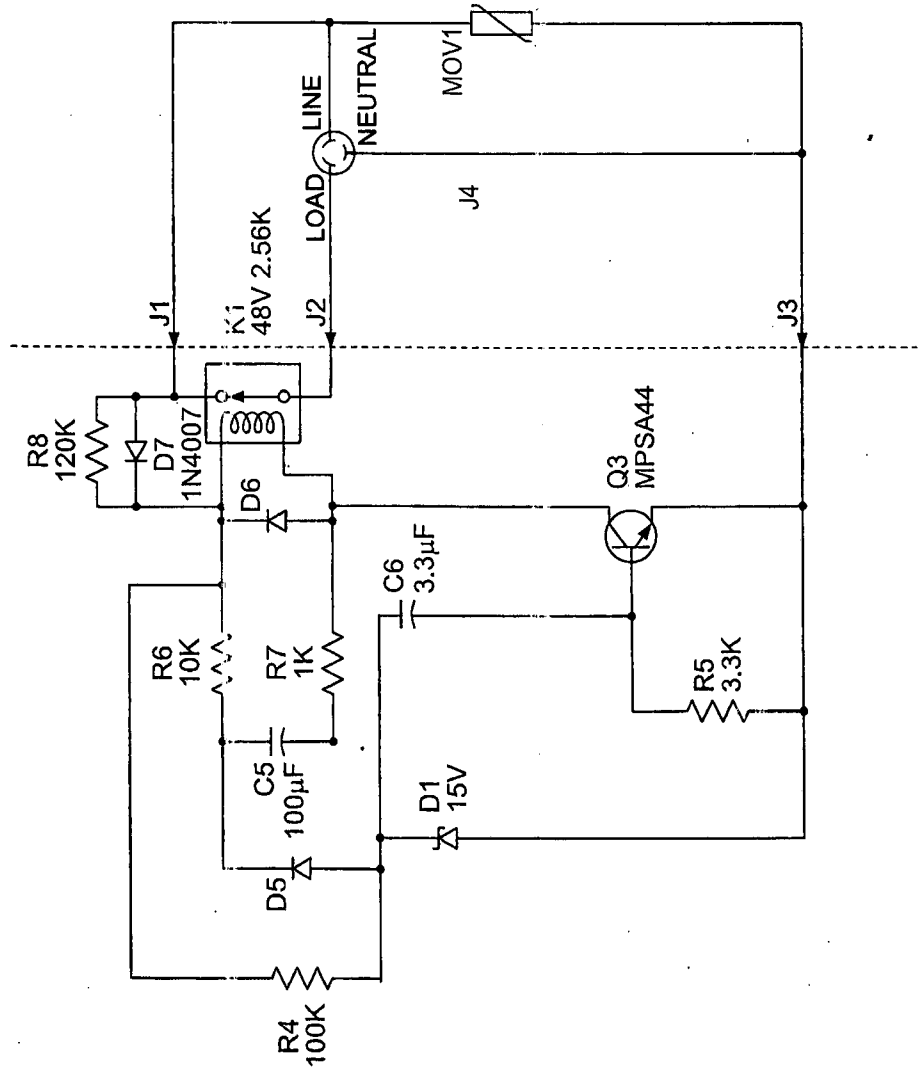


FIG. 1

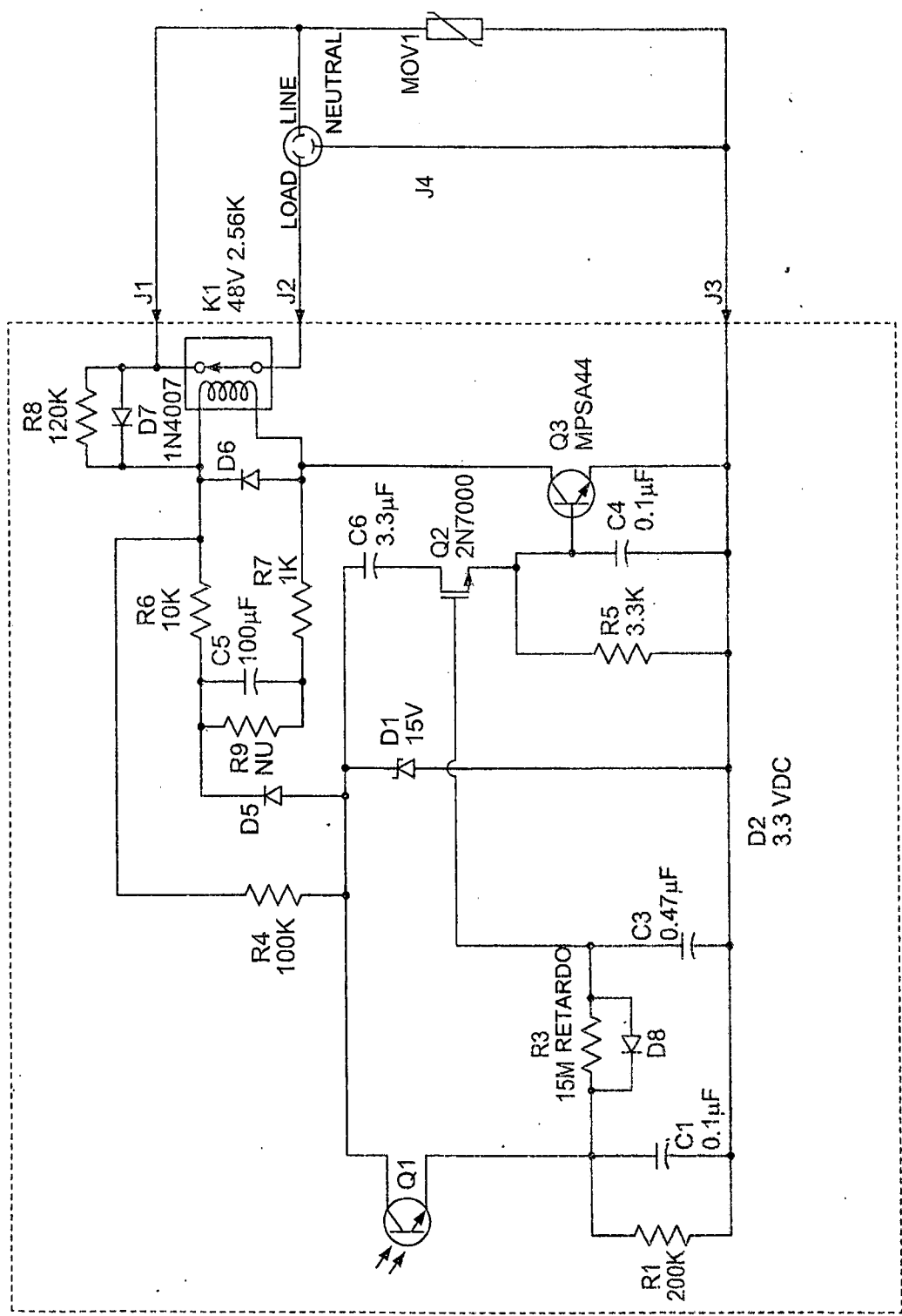
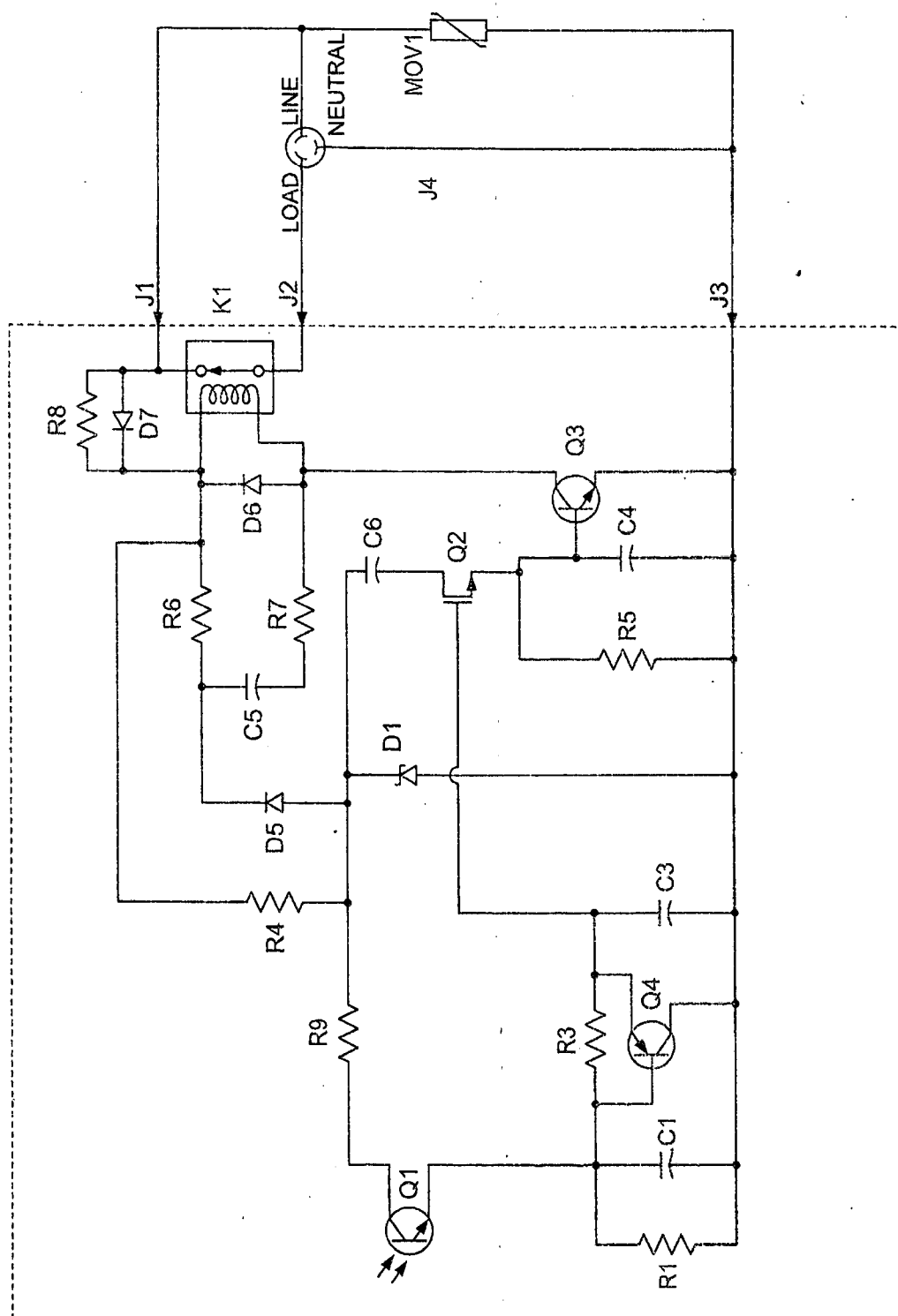


FIG. 3



5
G
RENTS
LL

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
29 October 2009 (29.10.2009)

(10) International Publication Number
WO 2009/131648 A1

(51) International Patent Classification:
H05B 37/02 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2009/002435

(22) International Filing Date:
20 April 2009 (20.04.2009)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
12/106,631 21 April 2008 (21.04.2008) US

(71) Applicant (for all designated States except US): **TYCO ELECTRONICS CORPORATION** [US/US]; 1050 Westlakes Drive, Berwyn, PA 19312 (US).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): **FLAHERTY, Richard, Charles** [US/US]; 416 Smithwood Street, Fuquay Varina, NC 27526 (US).

(74) Common Representative: **TYCO ELECTRONICS CORPORATION**; 309 Constitution Drive, M/S R34-2A, Menlo Park, CA 94025-1164 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: PHOTOSENSOR CIRCUITS INCLUDING A SWITCH MODE POWER CONVERTER

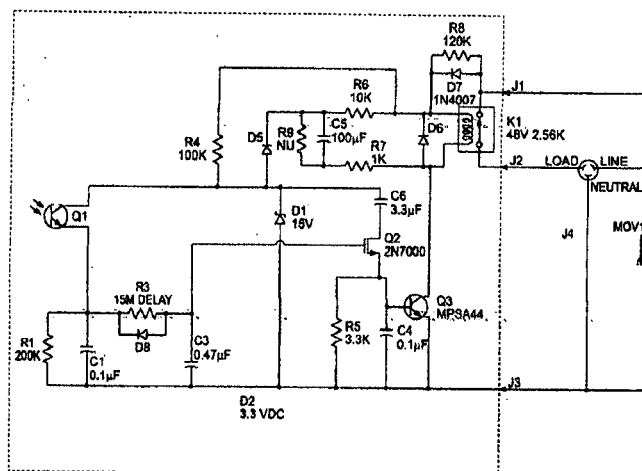


FIG. 3

(57) Abstract: Photosensor circuits include a relay coil configured to control application of an alternating current (AC) power source to a load. A pulse width modulator circuit is configured to generate a pulse width modulated signal having a pulse width that varies responsive to an average voltage across the relay coil. A drive transistor controls the average voltage across the relay coil responsive to the pulse width modulated signal. A photo control circuit controls application of the pulse width modulated signal to the drive transistor responsive to a detected light level. A half-wave rectifier provide a power signal to the pulse width modulator circuit and the photo control circuit during one of the halves of the line cycle of the AC power source. The photo control circuit includes a phototransistor. A low pass filter circuit filters the output current of the phototransistor to provide a light level signal voltage. A select transistor couples the pulse width modulated signal to the drive transistor during one of the halves of the line cycle of the AC power source responsive to the light level signal voltage having a selected level. A capacitor coupled between the second terminal of the phototransistor and the neutral bus modulates an amount of positive feedback through the first terminal of the phototransistor proportional to a current flowing through the relay coil to provide hysteresis to control of the relay coil by the photosensor circuit.

WO 2009/131648 A1

PHOTOSENSOR CIRCUITS INCLUDING A SWITCH MODE POWER CONVERTER

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] The present invention relates to photosensor circuits and, more particularly, photosensor circuits for light level switching control.

[0002] Photo controllers are devices that automatically turn electrical devices on and off in response to the ambient light level. They are used, for example, on street lights to automatically turn them off during the day and on at night. They are also used on billboard lighting systems to turn the billboard lights on early at night, off late at night during periods of low vehicular traffic, on again during early morning rush hour periods when high traffic levels resume, and then off during the daylight hours. Photo controllers may also be used in reverse, for example, to turn a golf course water fountain on during the day and off at night.

[0003] A variety of devices, including photo controllers may make use of power converters to convert relatively high voltage alternating current to relatively low voltage direct current as is used in many conventional electronic devices. Some conventional power converters make use of large, high-voltage resistors to drop the voltage. However, these resistors are typically inefficient and generate high heat. The heat generated from the resistors may require that the resistors be housed in a large package and include heat dissipating elements, such as heat sinks. Also, the high heat generated by the resistors can lead to problems with reliability and longevity in the resistors and in other electronic components situated near the resistors.

[0004] Another conventional approach to power conversion is the use of a switch mode power converter. The switch mode power converters typically require six transistors or a micro-controller to implement. The requirement for multiple transistors or a micro-controller may cause the implementation of switch mode power converters to be cost prohibitive in some applications, such as in photo controllers.

[0005] A small, low cost, efficient switch mode power converter is described in United States Patent No. 6,903,942 ("the '942 patent"), which is hereby incorporated herein by reference as if set forth in its entirety. The switch mode power converter of the '942 patent is illustrated in FIG. 1. The circuit shown in Figure 1 is a switch mode power regulator, which implements power line synchronized pulse width modulation (firing angle modulation). The circuit comprises a power circuit and a control circuit. The power circuit comprises an output stage, which comprises a transistor Q3. The transistor's collector circuit comprises a relay K1 and a diode D6, known as a snubber diode, in parallel with the relay K1.

[0006] The circuit further comprises a first capacitor C6 coupled to the base of the transistor Q3, a first resistor R4 coupled in series to the first capacitor C6, and a second resistor R8 coupled in series to the first resistor R4. The circuit shown further comprises a first diode D7 coupled in parallel with the second resistor R8. The circuit further comprises a third resistor R5 coupled to the base of the first transistor Q3 and a Zener diode D1, whose cathode is connected to the first capacitor C6 and a second diode D5, and whose anode is connected to the third resistor R5.

[0007] The circuit also comprises a fourth resistor R6 coupled in series with the third diode D5, a relay K1 coupled in series with the fourth resistor R6, a third diode D6 coupled in parallel with the relay K1, a second capacitor C5 coupled to the fourth resistor R6, a fifth resistor R7 coupled in series with the second capacitor C5; and a plug, comprising a load, a neutral, and a line, wherein the load is coupled to the relay K1, the neutral is coupled to the emitter of the transistor Q3, and the line is coupled to the variable resistor.

[0008] Transistor Q3 regulates the average voltage across the relay coil K1 by means of pulse width modulation. In the embodiment shown, transistor Q3 comprises a bipolar transistor, however, transistor Q3 may instead be a field-effect transistor (FET), or an insulated gate bipolar transistor (IGBT), provided a diode is placed cathode to drain and anode to source.

[0009] Transistor Q3 starts conducting at the start of the power line cycle (0 degrees) and continues conducting until enough current has flowed to maintain the relay voltage at the desired level. When transistor Q3 turns off, a voltage will be induced across the relay coil K1 by magnetic induction. This voltage is partially suppressed by diode D6 in order to prevent the failure of transistor Q3 due to over voltage.

[0010] The circuit shown in FIG. 1 utilizes half-wave rectification. Half-wave rectification is less expensive than full-wave rectification and requires less components. Since the relay K1 is highly inductive, it does not require a particularly clean DC signal. For example, the DC signal may include a large amount of ripple, which will not affect the operation of relay K1. Half wave rectification allows the circuit to operate in two modes, positive and negative. During the positive half, the transistor Q3 generates a current pulse, which is regulated by the average voltage across the relay K1. This process is pulse width modulation.

[0011] The control circuit shown in FIG. 1 comprises a pulse generator whose pulse width varies proportionately with the difference between the Zener voltage of diode D1 and the average voltage across the relay K1. At the start of the power line cycle (0 degrees), a current will begin to flow through diode D7, resistor R4, capacitor C6, and the base of transistor Q3. The current will cause transistor Q3 to turn on, starting a pulse.

[0012] Diode D7 and Resistor R8 provide half-wave power rectification. Resistor R8 is applied across the power rectifier D7, applying a negative current during the negative half of the line cycle. Resistor R8 allows a small negative current to be applied. Resistor R8 provides the negative current that switches on transistor Q3 during the negative half of the line cycle. That negative charge conducted through R8 must exceed the charge that conducts through capacitor C6 to assure transistor Q3 will turn on. Negative current switches on rectifier D6 and turns on transistor Q3, providing a current path between the low voltage side of capacitor C5 through resistor R7.

[0013] In the embodiment shown, without resistor R7, transistor Q3 would not saturate during the current pulse, causing excessive power to be dissipated in transistor Q3. The transistor Q3 collector voltage would drop until diode D5 would conduct, diverting base current from transistor Q3 and preventing transistor Q3 from saturating. During the transistor Q3 current pulse, a voltage is generated across resistor R7 that will keep diode D5 from conducting and preventing transistor Q3 saturation. To prevent diode D5 from conducting during the positive half of the line cycle, a voltage of at least the capacitor C6 ripple voltage must drop across resistor R7. Transistor Q3 does not start conducting until the instantaneous line voltage is approximately twice the Zener voltage of diode D1.

[0014] Capacitor C5 filters the voltage across the relay K1. If the value of C5 is too small the relay coil current will oscillate on and off during power up causing the relay contacts to chatter. Therefore, capacitor C5 shown is large enough a value to prevent this chattering of the relay contacts.

[0015] Capacitor C6 is pre-set to the output voltage and provides a timing functionality. During the positive half of the line cycle, a current flows through resistor R4 to capacitor C6, causing it to start charging, and through the base of transistor Q3, which will turn transistor Q3 on. Transistor Q3 remains on as long a current flows through capacitor C6. Increasing the value of capacitor C6 has the positive effect of increasing the gain of the feed back loop of the regulator circuit. However, increasing the value also slows the time it takes for the current pulse of transistor Q3 to be turned off, increasing commutation losses in transistor Q3, and increases the time for the regulator circuit to stabilize at startup.

[0016] As this current flows, the voltage across capacitor C6 increases. When the voltage across capacitor C6 plus the base to emitter voltage of transistor Q3 reaches the Zener voltage of diode D1, the current flowing through capacitor C6 ceases because the current is diverted to the Zener diode D1. Zener diode D1 provides the reference voltage to which the relay coil voltage will be regulated. When the current through capacitor C6 ceases, no current flows to the base of transistor Q3, turning it off and ending the pulse.

[0017] During the negative half of the line cycle, a current flows through resistor R8, diode D6, the collector and base of transistor Q3, and resistor R5. This current will turn transistor Q3 on. Also, during the negative half of the power line cycle, resistor R5 provides part of the current path through which capacitor C6 discharges into C5.

[0018] During the positive half of the line cycle at the end of the current pulse, resistor R5 causes transistor Q3 to more rapidly turn off, reducing energy losses during the commutation of transistor Q3. Resistor R5 will shunt some of the current that would otherwise go through the base of transistor Q3 during the pulse of transistor Q3 base current. If the current shunted is too much, the base current of transistor Q3 will not be enough to turn transistor Q3 completely on.

[0019] Capacitor C6 will now discharge into capacitor C5 until their voltages equalize. The voltage across capacitor C5 is equal to the average voltage across the relay coil K1. Diode D7 disconnects during the negative half of the power line cycle

assuring that the relay current is direct current. As such, the discharge of capacitor C6 into capacitor C5 determines the pulse width for operation of the transistor Q3, which in turn allows current flow to establish the average mean voltage of relay coil K1.

[0020] The circuit shown in FIG. 1 also comprises a voltage averaging circuit, further comprising resistor R6, capacitor C5, and resistor R7. The averaging circuit essentially measures the average voltage across the relay coil K1. The average voltage across capacitor C5 is the voltage to which the circuit is regulated. The purpose of resistor R7, apart from forming part of the averaging circuit is also to ensure that diode D5 will not conduct during the positive half of the power line cycle. The current to resistor R8 flows through diode D6, turning it on, and then the current flows through the collector of transistor Q3, causing it to turn on. When transistor Q3 turns on, it creates a base current between the emitter of transistor Q3 and the negative end of capacitor C5. When the current begins flowing, diode D5 starts conducting, which causes capacitor C6 to discharge until at the same voltage as capacitor C5. The capacitors reach equal voltage at the average output voltage.

[0021] This feedback of the output voltage into the pulse forming circuit determines how long each cycle transistor Q3 will be turned on. (The feed back loop is as follows. Average voltage of relay coil K1 voltage-->voltage of capacitor C5-->voltage of capacitor C6-->duty cycle of transistor Q3 commutation-->average voltage of relay coil K1 voltage.) If the average voltage across the relay coil K1 is too low, the voltage across capacitor C6 will be less than the Zener voltage of diode D1 resulting in a longer On time of transistor Q3, which will cause the average relay coil voltage to increase. If the average voltage across the relay coil K1 is too high the voltage across capacitor C6 will approximate the Zener voltage of diode D1, resulting in a shorter On time of transistor Q3, which will cause the average relay coil voltage to decrease.

[0022] The circuit shown in FIG. 1 also comprises a plug J4. Plug J4 is a twist lock Hubble type connector, used to connect a line voltage, neutral voltage, and load. The circuit also comprises a metal oxide variable resistor MOV. MOV is not necessary for the operation of the circuit. It provides a level of protection, eliminating high voltage transients like might come from a lightning strike.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0023] Embodiments of the present invention provide photosensor circuits

including a relay coil configured to control application of an alternating current (AC) power source having a negative half and a positive half of a line cycle to a load. A pulse width modulator circuit is configured to generate a pulse width modulated signal having a pulse width that varies responsive to an average voltage across the relay coil. A drive transistor is coupled between the relay coil and a neutral bus that controls the average voltage across the relay coil responsive to the pulse width modulated signal. A photo control circuit is configured to control application of the pulse width modulated signal to the drive transistor responsive to a detected light level. A half-wave rectifier coupled to the power source is configured to provide a power signal to the pulse width modulator circuit and the photo control circuit during one of the halves of the line cycle of the AC power source. The photo control circuit includes a phototransistor, the phototransistor having a first terminal coupled to the power signal and a second terminal that outputs a current responsive to a level of light detected by the phototransistor. A low pass filter circuit is coupled to the second terminal of the phototransistor that filters the output current of the phototransistor to provide a light level signal voltage. A select transistor couples the pulse width modulated signal to the drive transistor during the one of the halves of the line cycle of the AC power source responsive to the light level signal voltage having a selected level. A capacitor is coupled between the second terminal of the phototransistor and the neutral bus that modulates an amount of positive feedback through the first terminal of the phototransistor proportional to a current flowing through the relay coil to provide hysteresis to control of the relay coil by the photosensor circuit.

[0024] In other embodiments, the photosensor circuit does not include a charge pump circuit coupled to the second terminal of the phototransistor. The pulse width modulator circuit includes a Zener diode coupled between the first terminal of the phototransistor and the neutral bus. The pulse width of the pulse width modulated signal varies proportionally with a difference between a Zener voltage of the Zener diode and the average voltage across the relay coil. The phototransistor defines a current path for a positive feedback signal generated across the Zener diode to provide the positive feedback.

[0025] In further embodiments, the photosensor circuit is a street lighting photo control device and the load is street lighting. The relay coil is configured to activate to switch off the street lighting responsive to detection of light by the phototransistor. The one of the halves of the line cycle of the AC power source may be the positive

half and the half wave rectifier may include a resistor coupled to the AC power source that provides a negative current that activates the drive transistor during the negative half of the line cycle.

[0026] In other embodiments, the lowpass filter circuit includes a delay resistor having a first terminal coupled to the second terminal of the photosensor and a delay capacitor coupled between a second terminal of the delay resistor and the neutral bus. The lowpass filter circuit may further include a discharge transistor coupled in parallel with the delay capacitor that has a base coupled to the second terminal of the photosensor. The discharge transistor discharges the delay capacitor to provide the low pass filter circuit an asymmetric delay providing different turn off and turn on times for the load. The discharge transistor may discharge the delay capacitor responsive to a decrease in the level of light detected by the phototransistor while the delay resistor discharges the delay capacitor responsive to an increase in the level of light detected by the phototransistor. The photosensor circuit may be a street lighting photo control device and the load may be street lighting. The photosensor circuit may be configured to turn on the street lighting more rapidly than it turns off the street lighting.

[0027] In yet other embodiments, photosensor circuits include a first transistor, having a base, an emitter, and a collector. A first capacitor is coupled to said base of said first transistor. A first resistor is coupled in series to said first capacitor. A second resistor is coupled in series to said first resistor. A first diode is coupled in parallel with said second resistor. A variable resistor is coupled in series with said first diode and further coupled with said emitter of said first transistor. A third resistor is coupled to said base of said first transistor. A Zener diode includes an anode coupled with said third resistor and a cathode coupled with said first capacitor. A second diode is coupled in series with said Zener diode. A fourth resistor is coupled in series with a third diode. A relay coil is coupled in series with said fourth resistor. The third diode is coupled in parallel with said relay coil. A second capacitor is coupled in series to said fourth resistor. A fifth resistor is coupled in series with said second capacitor. A plug includes a load, a neutral, and a line. The load is coupled to said relay. The neutral is coupled to the emitter of said first transistor and the line is coupled to said variable resistor. A photo control circuit is also included.

[0028] The photo control circuit includes a photo transistor having a base, a collector, and an emitter. The collector is coupled with the Zener diode. A second transistor has a source coupled to said base of said first transistor. A sixth resistor is coupled to said emitter of said photo transistor and to said anode of said Zener diode. A third capacitor is coupled to said gate of said second transistor and to said anode of said Zener diode. A seventh resistor is coupled to said emitter of said photo transistor and to said third capacitor. A third transistor is coupled in parallel with said third capacitor and/or a fourth capacitor is coupled to said emitter of said photo transistor and to said anode of said Zener diode.

[0029] In some embodiments, the photosensor circuit includes said third transistor and said fourth capacitor. In other embodiments, the photosensor circuit includes said third transistor or said fourth capacitor. The photosensor circuit may include said third transistor and said photosensor circuit further includes an eighth resistor coupled to said collector of said photo transistor and to said cathode of said Zener diode.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0030] **Figure 1** is a circuit diagram of a power regulator according to the prior art.

[0031] **Figure 2** is a circuit diagram of a photo-controlled power regulator according to the prior art.

[0032] **Figure 3** is a circuit diagram of a photosensor circuit according to some embodiments of the present invention.

[0033] **Figure 4** is a circuit diagram of a photosensor circuit according to further embodiments of the present invention.

[0034]

[0035] **Figure 5** is a circuit diagram of a photosensor circuit according to further embodiments of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF EMBODIMENTS OF THE INVENTION

[0036] The present invention now will be described more fully hereinafter with reference to the accompanying drawings, in which illustrative embodiments of the invention are shown. In the drawings, the relative sizes of regions or features may be exaggerated for clarity. This invention may, however, be embodied in many different forms and should not be construed as limited to the embodiments set forth herein;

rather, these embodiments are provided so that this disclosure will be thorough and complete, and will fully convey the scope of the invention to those skilled in the art.

[0037] It will be understood that, although the terms first, second, etc. may be used herein to describe various elements, components, regions, layers and/or sections, these elements, components, regions, layers and/or sections should not be limited by these terms. These terms are only used to distinguish one element, component, region, layer or section from another region, layer or section. Thus, a first element, component, region, layer or section discussed below could be termed a second element, component, region, layer or section without departing from the teachings of the present invention.

[0038] Spatially relative terms, such as "beneath", "below", "lower", "above", "upper" and the like, may be used herein for ease of description to describe one element or feature's relationship to another element(s) or feature(s) as illustrated in the figures. It will be understood that the spatially relative terms are intended to encompass different orientations of the device in use or operation in addition to the orientation depicted in the figures. For example, if the device in the figures is turned over, elements described as "below" or "beneath" other elements or features would then be oriented "above" the other elements or features. Thus, the exemplary term "below" can encompass both an orientation of above and below. The device may be otherwise oriented (rotated 90° or at other orientations) and the spatially relative descriptors used herein interpreted accordingly.

[0039] As used herein, the singular forms "a", "an" and "the" are intended to include the plural forms as well, unless expressly stated otherwise. It will be further understood that the terms "includes," "comprises," "including" and/or "comprising," when used in this specification, specify the presence of stated features, integers, steps, operations, elements, and/or components, but do not preclude the presence or addition of one or more other features, integers, steps, operations, elements, components, and/or groups thereof. It will be understood that when an element is referred to as being "connected" or "coupled" to another element, it can be directly connected or coupled to the other element or intervening elements may be present. Furthermore, "connected" or "coupled" as used herein may include wirelessly connected or coupled. As used herein, the term "and/or" includes any and all combinations of one or more of the associated listed items.

[0040] Unless otherwise defined, all terms (including technical and scientific terms) used herein have the same meaning as commonly understood by one of ordinary skill in the art to which this invention belongs. It will be further understood that terms, such as those defined in commonly used dictionaries, should be interpreted as having a meaning that is consistent with their meaning in the context of this specification and the relevant art and will not be interpreted in an idealized or overly formal sense unless expressly so defined herein.

[0041] As described in the '942 patent, the power regulator illustrated in FIG. 1 may be used in a lighting control system as shown in the circuit diagram of FIG. 2. The circuit shown in FIG. 2 causes a switch to close at dusk and open at dawn, such as for the control of streetlights. The power line voltage of the circuit shown can range from approximately 87 VAC to 305 VAC and have a power line frequency of 50 Hz or 60 Hz. This flexibility may allow the photo control to be usable in almost any alternating current application. To aid in stable operation, the control circuit operates as a Schmitt trigger, switching the output negative at a threshold voltage and not switching back until voltage drops to a lower threshold voltage.

[0042] The voltage at the relay coil K1 is converted from alternating current to direct current and regulated to provide for the correct operation of the relay K1. As noted above, because of the inductive nature of the relay coil K1, its voltage can have a large ripple component and it will still operate correctly. The regulated power supply circuit shown in FIG. 1 supplies this regulated direct current to the relay coil K1. Transistor Q2 provides a switch to turn the regulated power supply circuit on or off in order to turn on or off the voltage to the relay coil K1 and hence turn a lamp or the like off or on. The maximum V drain to source will be equal to the Zener voltage of diode D1, 15 V. The maximum drain current is equal to the maximum current that flows through resistor R4.

[0043] The current of phototransistor Q1 increases with an increase of ambient light intensity and decreases with a decrease of ambient light intensity. The current from phototransistor Q1 passes through and causes a voltage across resistors R1 and R2. This voltage is proportional to the ambient light level and is referred to as the light signal. As phototransistor Q1's output is a current, the resistor R2, is used to transform current to voltage. R1 serves to convert the feedback current generated by the charge pump made up of D2, D3, and C2 into a voltage. By adjusting the resistance value of R1 the amount of feedback can be adjusted. This resistor could be

called a hysteresis control. In most photo control circuits used in street lighting, it is desired that the turn off light level be twice the turn on light level. The value of R1 can be changed until this ratio of on to off light levels is achieved.

[0044] As the phototransistors may vary, R2 is usually adjusted to normalize the sensibility to the desired level. R2 may be called the "gain resistor".

[0045] Capacitor C1 filters the light signal, removing high frequency noise components that might be induced by lighting, radio interference, or other causes. If this circuit is shielded from external electromagnetic influences, such as radio interference or electromagnetic pulses as caused by lightning, C1 may not be necessary. The low pass filter or time delay circuit, comprising resistor R3 and capacitor C3, causes the light signal to be delayed approximately 1.5 seconds. The delay generally prevents short duration, transient light sources, such as a passing car headlights or a lighting flash causing the lamp to blink on and off. The output of the low pass filter is applied to the gate of phototransistor Q2, which is commuted on or off by the light signal, turning the regulated power supply circuit on or off in order to turn on or off the voltage to the relay coil K1 and hence turn the lamp off or on. A diode may be provided in parallel with resistor R3 to provide an asymmetric delay, allowing turn off and turn on times for street lighting or the like to differ.

[0046] The Zener diode D4 ensures that the phototransistor Q1 has a positive voltage across it. Although diode D4 is illustrated in FIG. 2, as is clear to one skilled in the art, it is not necessary. For example, diode D4 can be replaced with a short circuit, and the circuit should continue to function properly.

[0047] Capacitor C4 helps make the circuit resistant to radio interference, lightning discharges, and other interference. Like capacitor C1, if this circuit is shielded from external electromagnetic influences such as radio interference or electromagnetic pulses as caused by lightning, C4 may not be necessary.

[0048] Diodes D2 and D3 and capacitor C2 form a charge pump circuit. The charge pump circuit converts peak-to-peak alternating current voltage found across resistor R5 into a direct current of the needed polarity to produce positive feedback. The charge pump circuit provides positive feedback proportional to the relay current (output) to create a Schmitt trigger. The Schmitt trigger input to the phototransistor Q1 helps provide stability.

[0049] The transistor Q3 commutes the power to the relay, allowing the addition of only one transistor to the circuit to provide photo control. Positive voltage is derived from the low voltage end of resistor R4.

[0050] Embodiments of the present invention that may provide advantages over the circuit of Figure 2 will now be described with reference to the circuit diagrams of Figures 3 through 5. Figure 3 illustrates embodiments of a photosensor circuit in which the charge pump circuit of the circuit of Figure 2 is not used for the positive feedback, allowing a reduction in the components of the circuit and a resultant cost savings. Figure 4 illustrates embodiments of a photosensor circuit in which a transistor, instead of a diode, is used to discharge the low pass filter capacitor of the circuit of Figure 2 to provide different turn on and turn off times for the load. FIG. 5 illustrates embodiments of a photosensor circuit combining the teachings of Figures 3 and 4 to provide both the reduced component count of Figure 3 and the different turn on and turn off times for the load of Figure 4. Common components of the circuit of Figure 2 and the circuits of Figures 3 through 5 operate as described above with reference to Figure 2 except as specifically described with reference to Figures 3 through 5.

[0051] As seen in the embodiments of FIG. 3, the charge pump circuit of the circuit of FIG. 2, including diodes D2 and D3 and capacitor C2, is not used. In addition, the gain resistor R2 of the circuit of FIG. 2 is not included in the embodiments of FIG. 3. IN the circuit of FIG. 2, the purpose of the charge pump circuit was to create the positive feed back necessary to create a Schmitt trigger response. In contrast, the embodiments of FIG. 3 obtain the desired positive feed back from the alternating current ripple across diode D1 which is conducted through phototransistor Q1, adjusted in magnitude by capacitor C1 and rectified by diode D8. As a result, three or more components may be eliminated to reduce the cost of the photosensor circuit.

[0052] As seen in the embodiments of FIG. 3, the photosensor circuit, includes a relay coil K1. The relay coil K1 controls application of an alternating current (AC) power source LINE from input J1, which carries both negative half and a positive half of a line cycle, to a load LOAD, such as a street light, coupled to input J2. A second reference polarity NEUTRAL is also provided through input J3. The illustrated relay coil K1 operates a normally closed switch so that the default state for the street lighting is turned on and application of a sufficient average voltage to the relay coil

K1 turns off the street lighting in the illustrated embodiments. However, the present invention is not limited to such configurations.

[0053] As discussed with reference to FIG. 1 above, a pulse width modulator circuit, including components C6, D1, R4 and R5, that generates a pulse width modulated signal having a pulse width that varies responsive to an average voltage across the relay coil K1. A drive transistor Q3 coupled between the relay coil K1 and the neutral bus NEUTRAL controls the average voltage across the relay coil K1 responsive to the pulse width modulated signal input to the gate of the transistor Q3.

[0054] For the embodiments illustrated in FIG. 3, a photo control circuit is included that controls application of the pulse width modulated signal to the drive transistor Q3 responsive to a detected light level. The half-wave rectifier, including components D7 and R8, is coupled to the power source and provides a power signal to the pulse width modulator circuit and the photo control circuit during one of the halves of the line cycle of the AC power source LINE.

[0055] As seen in the embodiments of FIG. 3, the photo control circuit includes the phototransistor Q1. The phototransistor Q1 has a first terminal coupled to the power signal, through resistor R4, and a second terminal that outputs a current responsive to a level of light detected by the phototransistor Q1. A low pass filter circuit, including components R3 and C3, is coupled to the second terminal of the phototransistor Q1. The low pass filter circuit filters the output current of the phototransistor Q1 to provide a light level signal voltage. The select transistor Q2 couples the pulse width modulated signal to the base of the drive transistor Q3 during the rectified half of the line cycle of the AC power source LINE passed by the diode D7 responsive to the light level signal voltage having a selected level input to the gate of the transistor Q2.

[0056] For the embodiments of FIG. 3, a capacitor C1 is used to adjust the amount of positive feedback that is added to the light signal. The capacitor C1 is coupled between the second terminal of the phototransistor and the neutral bus NEUTRAL. The feedback signal, as it is conducted through the phototransistor Q1, is an alternating current signal proportional to the current flowing through the relay coil K1. The capacitor C1 modulates how much of this feedback signal is added to the light signal by shunting the excess feedback signal to the neutral bus NEUTRAL. This alternating current feedback signal is converted to the required direct current signal by the diode D8.

[0057] As seen in the embodiments of FIGS. 4 and 5, the low pass filter circuit includes the delay resistor R3, which has a first terminal coupled to the second terminal of the photosensor Q1. The delay capacitor C3 is coupled between a second terminal of the delay resistor R3 and the neutral bus NEUTRAL. A discharge transistor Q4 is coupled in parallel with the delay capacitor C3 and has a gate coupled to the second terminal of the photosensor Q1. The discharge transistor Q4 discharges the delay capacitor C3 to provide the low pass filter circuit an asymmetric delay providing different turn off and turn on times for the load.

[0058] Thus, for the embodiments of FIG. 4, the transistor Q4 is illustrated as a PNP transistor is used to provide different turn-off and turn-on times, rather than a diode. In some photosensor applications, an infra red blocking filter is provided over the phototransistor Q1, which generally requires the feedback gain resistor R1 to be increased in value to compensate for the reduction in light sensitivity generally caused by the infra red blocking filter. The increased value of R1 may cause the turn-on delay to lengthen beyond acceptable limits in some embodiments. By replacing a diode with the transistor Q4, the turn-on delay may be decreased to a greater degree. Also shown in the embodiments of FIG. 4 is an additional resistor R9. Resistor R9 may operate to limit or even prevent the V_{EBO} of the phototransistor Q1 from exceeding its maximum rating.

[0059] More generally, with respect to the embodiments of Figs 3-5, phototransistor Q1 may provide both a current signal proportional to an ambient light level detected by the phototransistor Q1 and a path for positive feedback of a signal generated across zener diode D1. The gain resistor R1 may convert the current signal of the phototransistor Q1 to a voltage signal having an amplitude selected to cause the photocontrol to operate at a desired ambient light level as detected by the phototransistor Q1. The capacitor C1 may have a value selected so as to modulate the amount of positive feedback, which feedback in turn determines the amount of hysteresis provided by the Schmitt Trigger aspect of the photosensor circuit.

[0060] The inventor of the present application has determined that the removal of the charge pump components as shown for the embodiments of Figures 3 and 5 may not prevent desirable Schmitt trigger operations and further may not substantially affect the instant-on operation of the photosensor circuit in some embodiments of the present invention.

[0061] The resistor R3, in combination with the capacitor C3, forms a timed delay circuit that may be used to limit or prevent the photo control from turning off/on during lightening flashes or other momentary light sources detected by the phototransistor Q1.

[0062] The transistor Q4 in the illustrated configurations, in response to decreasing light levels, may be used to rapidly discharge capacitor C3 to cause the photosensor circuit to substantially instantly (very quickly) turn-on in response to darkness. Such an approach, for example, may provide for, among other things, rapid testing of photocontrol operations. The transistor Q4 may also detect negative peaks of a positive feedback ripple signal creating a direct current positive feedback signal. The transistor Q2, in response to a detected light level generated voltage signal applied to its gate, may be used to turn the photocontrol relay K1 on and off. Zener diode D1 may provide a reference voltage for the regulation of the relay K1 coil current, provide an operating voltage to the phototransistor Q1 and a ripple voltage generated across the Zener diode D1, which may generally be proportional to relay coil current and may therefore be useful as a positive feedback source for the Schmitt trigger operation as described previously. The resistor R9 may be used to limit the maximum voltage applied across the terminals of the transistor Q4, which may limit or prevent damage to the transistor Q4.

[0063] In some embodiments, for the circuit including the transistor Q4, a turn on delay of 20 milliseconds may be provided for substantially instant turn on while a turn off delay of 7.5 seconds may be provided. If the ratio of turn off to turn on light levels becomes too high, the capacitance of capacitor C1 may be increased. If the turn off delay becomes too short, the capacitance of capacitor C3 may have its value increased. In particular embodiments, resistor R9 has a 4.3 M Ω resistance, capacitor C1 has a 2200 picofarads capacitance and transistor Q4 comprises a part number 2N3906 transistor available from Fairchild Semiconductors, Inc. In addition, the phototransistor Q1 in some embodiments may be Model LTR309-R available from LiteOn Corporation of Fremont California.

[0064] As described above, the pulse width modulator circuit may include the Zener diode D1 coupled between the first terminal of the phototransistor Q1 and the neutral bus NEUTRAL. The pulse width of the pulse width modulated signal varies proportionally with a difference between a Zener voltage of the Zener diode D1 and the average voltage across the relay coil K1. The phototransistor Q1 defines a current

path for a positive feedback signal generated across the Zener diode D1 to provide the positive feedback.

[0065] The photosensor circuit of any of FIGS. 3-5 may be a street lighting photo control device and the load may be street lighting. The relay coil K1 may be configured to activate to switch off the street lighting responsive to detection of light by the phototransistor Q1. The one of the halves of the line cycle of the AC power source LINE may be the positive half and the half wave rectifier may include the resistor R8 coupled to the AC power source LINE that provides a negative current that activates the drive transistor Q3 during the negative half of the line cycle.

[0066] The lowpass filter circuit as described above includes the delay resistor R3 having a first terminal coupled to the second terminal of the photosensor Q1 and the delay capacitor C3 coupled between a second terminal of the delay resistor R3 and the neutral bus NEUTRAL. The lowpass filter circuit may further include the discharge transistor Q4 coupled in parallel with the delay capacitor C3 with a base of the transistor Q4 coupled to the second terminal of the photosensor Q1. The discharge transistor Q4 discharges the delay capacitor C3 to provide the low pass filter circuit an asymmetric delay providing different turn off and turn on times for the load LOAD. The discharge transistor Q4 may discharge the delay capacitor C3 responsive to a decrease in the level of light detected by the phototransistor Q1 while the delay resistor R3 discharges the delay capacitor C3 responsive to an increase in the level of light detected by the phototransistor Q1. The photosensor circuit may be a street lighting photo control device and the load may be street lighting. The photosensor circuit may be configured to turn on the street lighting more rapidly than it turns off the street lighting.

[0067] The foregoing is illustrative of the present invention and is not to be construed as limiting thereof. Although a few exemplary embodiments of this invention have been described, those skilled in the art will readily appreciate that many modifications are possible in the exemplary embodiments without materially departing from the novel teachings and advantages of this invention. Accordingly, all such modifications are intended to be included within the scope of this invention as defined in the claims. In the claims, means-plus-function clauses are intended to cover the structures described herein as performing the recited function and not only structural equivalents but also equivalent structures. Therefore, it is to be understood that the foregoing is illustrative of the present invention and is not to be construed as

Attorney Docket No. I N-00103US1/5487-277

limited to the specific embodiments disclosed, and that modifications to the disclosed embodiments, as well as other embodiments, are intended to be included within the scope of the appended claims. The invention is defined by the following claims, with equivalents of the claims to be included therein.

THAT WHICH IS CLAIMED:

1. A photosensor circuit, comprising:
 - a relay coil configured to control application of an alternating current (AC) power source having a negative half and a positive half of a line cycle to a load;
 - a pulse width modulator circuit configured to generate a pulse width modulated signal having a pulse width that varies responsive to an average voltage across the relay coil;
 - a drive transistor coupled between the relay coil and a neutral bus that controls the average voltage across the relay coil responsive to the pulse width modulated signal;
 - a photo control circuit configured to control application of the pulse width modulated signal to the drive transistor responsive to a detected light level; and
 - a half-wave rectifier coupled to the power source that is configured to provide a power signal to the pulse width modulator circuit and the photo control circuit during one of the halves of the line cycle of the AC power source;wherein the photo control circuit comprises:
 - a phototransistor, the phototransistor having a first terminal coupled to the power signal and a second terminal that outputs a current responsive to a level of light detected by the phototransistor;
 - a low pass filter circuit coupled to the second terminal of the phototransistor that filters the output current of the phototransistor to provide a light level signal voltage;
 - a select transistor that couples the pulse width modulated signal to the drive transistor during the one of the halves of the line cycle of the AC power source responsive to the light level signal voltage having a selected level; and
 - a capacitor coupled between the second terminal of the phototransistor and the neutral bus that modulates an amount of positive feedback through the first terminal of the phototransistor proportional to a current flowing through the relay coil to provide hysteresis to control of the relay coil by the photosensor circuit.
2. The photosensor circuit of Claim 1, wherein the photosensor circuit does not include a charge pump circuit coupled to the second terminal of the phototransistor.

3. The photosensor circuit of Claim 2, wherein the pulse width modulator circuit includes a Zener diode coupled between the first terminal of the phototransistor and the neutral bus and wherein the pulse width of the pulse width modulated signal varies proportionally with a difference between a Zener voltage of the Zener diode and the average voltage across the relay coil and wherein the phototransistor defines a current path for a positive feedback signal generated across the Zener diode to provide the positive feedback.

4. The photosensor circuit of Claim 3, wherein the photosensor circuit comprises a street lighting photo control device and the load comprises street lighting and the relay coil is configured to activate to switch off the street lighting responsive to detection of light by the phototransistor.

5. The photosensor circuit of Claim 4, wherein the one of the halves of the line cycle of the AC power source comprises the positive half and wherein the half wave rectifier includes a resistor coupled to the AC power source that provides a negative current that activates the drive transistor during the negative half of the line cycle.

6. The photosensor circuit of Claim 1, wherein the lowpass filter circuit comprises a delay resistor having a first terminal coupled to the second terminal of the photosensor and a delay capacitor coupled between a second terminal of the delay resistor and the neutral bus.

7. The photosensor of Claim 6, wherein the lowpass filter circuit further comprises a discharge transistor coupled in parallel with the delay capacitor and having a base coupled to the second terminal of the photosensor, wherein the discharge transistor discharges the delay capacitor to provide the low pass filter circuit an asymmetric delay providing different turn off and turn on times for the load.

8. The photosensor of Claim 7, wherein the discharge transistor discharges the delay capacitor responsive to a decrease in the level of light detected by the phototransistor while the delay resistor charges the delay capacitor responsive

to an increase in the level of light detected by the phototransistor.

9. The photosensor of Claim 8, wherein the photosensor circuit comprises a street lighting photo control device and the load comprises street lighting and wherein the photosensor circuit is configured to turn on the street lighting more rapidly than it turns off the street lighting.

10. A photosensor circuit, comprising:

a relay coil configured to control application of an alternating current (AC) power source having a negative half and a positive half of a line cycle to a load;

a pulse width modulator circuit configured to generate a pulse width modulated signal having a pulse width that varies responsive to an average voltage across the relay coil;

a drive transistor coupled between the relay coil and a neutral bus that controls the average voltage across the relay coil responsive to the pulse width modulated signal;

a photo control circuit configured to control application of the pulse width modulated signal to the drive transistor responsive to a detected light level; and

a half-wave rectifier coupled to the power source that is configured to provide a power signal to the pulse width modulator circuit and the photo control circuit during one of the halves of the line cycle of the AC power source;

wherein the photo control circuit comprises:

a phototransistor, the phototransistor having a first terminal coupled to the power signal and a second terminal that outputs a current responsive to a level of light detected by the phototransistor;

a low pass filter circuit coupled to the second terminal of the phototransistor that filters the output current of the phototransistor to provide a light level signal voltage, wherein the low pass filter circuit comprises:

a delay resistor having a first terminal coupled to the second terminal of the photosensor;

a delay capacitor coupled between a second terminal of the delay resistor and the neutral bus; and

a discharge transistor coupled in parallel with the delay capacitor and having a base coupled to the second terminal of the photosensor, wherein the

discharge transistor discharges the delay capacitor to provide the low pass filter circuit an asymmetric delay providing different turn off and turn on times for the load; and

a select transistor that couples the pulse width modulated signal to the drive transistor during the one of the halves of the line cycle of the AC power source responsive to the light level signal voltage having a selected level.

11. The photosensor circuit of Claim 10, wherein the pulse width modulator circuit includes a Zener diode coupled between the first terminal of the phototransistor and the neutral bus and wherein the pulse width of the pulse width modulated varies proportionally with a difference between a Zener voltage of the Zener diode and the average voltage across the relay coil and wherein the photosensor circuit includes a positive feedback proportional to a current flowing through the relay coil to provide hysteresis to control of the relay coil by the photosensor circuit.

12. The photosensor circuit of Claim 10, wherein the photosensor circuit comprises a street lighting photo control device and the load comprises street lighting and the relay coil is configured to activate to switch off the street lighting responsive to detection of light by the phototransistor.

13. The photosensor circuit of Claim 10, wherein the one of the halves of the line cycle of the AC power source comprises the positive half and wherein the half wave rectifier includes a resistor coupled to the AC power source that provides a negative current that activates the drive transistor during the negative half of the line cycle.

14. The photosensor of Claim 10, wherein the discharge transistor discharges the delay capacitor responsive to a decrease in the level of light detected by the phototransistor while the delay resistor charges the delay capacitor responsive to an increase in the level of light detected by the phototransistor.

15. The photosensor of Claim 14, wherein the photosensor circuit comprises a street lighting photo control device and the load comprises street lighting and wherein the photosensor circuit is configured to turn on the street lighting more

rapidly than it turns off the street lighting.

16. A photosensor circuit, comprising:
 - a first transistor, having a base, an emitter, and a collector;
 - a first capacitor coupled to said base of said first transistor;
 - a first resistor coupled in series to said first capacitor;
 - a second resistor coupled in series to said first resistor;
 - a first diode coupled in parallel with said second resistor;
 - a variable resistor coupled in series with said first diode and further coupled with said emitter of said first transistor;
 - a third resistor coupled to said base of said first transistor;
 - a Zener diode, comprising an anode coupled with said third resistor and a cathode coupled with said first capacitor;
 - a second diode coupled in series with said Zener diode;
 - a fourth resistor coupled in series with a third diode;
 - a relay coil coupled in series with said fourth resistor, said third diode coupled in parallel with said relay coil;
 - a second capacitor coupled in series to said fourth resistor;
 - a fifth resistor coupled in series with said second capacitor;
 - a plug, comprising a load, a neutral, and a line, wherein said load is coupled to said relay, said neutral is coupled to the emitter of said first transistor, and the line is coupled to said variable resistor; and
 - a photo control circuit, wherein said photo control circuit comprises:
 - a photo transistor having a base, a collector, and an emitter; said collector coupled with said Zener diode;
 - a second transistor, having a source coupled to said base of said first transistor;
 - a sixth resistor coupled to said emitter of said photo transistor and to said anode of said Zener diode;
 - a third capacitor coupled to said gate of said second transistor and to said anode of said Zener diode;
 - a seventh resistor coupled to said emitter of said photo transistor and to said third capacitor; and

a third transistor coupled in parallel with said third capacitor and/or a fourth capacitor coupled to said emitter of said photo transistor and to said anode of said Zener diode.

17. The photosensor circuit of Claim 16 wherein the photosensor circuit includes said third transistor and said fourth capacitor.

18. The photosensor circuit of Claim 16 wherein the photosensor circuit includes said third transistor or said fourth capacitor.

19. The photosensor circuit of Claim 16 wherein the photosensor circuit includes said third transistor and said photosensor circuit further comprises an eighth resistor coupled to said collector of said photo transistor and to said cathode of said Zener diode.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Photosensor circuits include a relay coil configured to control application of an alternating current (AC) power source to a load. A pulse width modulator circuit is configured to generate a pulse width modulated signal having a pulse width that varies responsive to an average voltage across the relay coil. A drive transistor controls the average voltage across the relay coil responsive to the pulse width modulated signal. A photo control circuit controls application of the pulse width modulated signal to the drive transistor responsive to a detected light level. A half-wave rectifier provide a power signal to the pulse width modulator circuit and the photo control circuit during one of the halves of the line cycle of the AC power source. The photo control circuit includes a phototransistor. A low pass filter circuit filters the output current of the phototransistor to provide a light level signal voltage. A select transistor couples the pulse width modulated signal to the drive transistor during one of the halves of the line cycle of the AC power source responsive to the light level signal voltage having a selected level. A capacitor coupled between the second terminal of the phototransistor and the neutral bus modulates an amount of positive feedback through the first terminal of the phototransistor proportional to a current flowing through the relay coil to provide hysteresis to control of the relay coil by the photosensor circuit.

662941

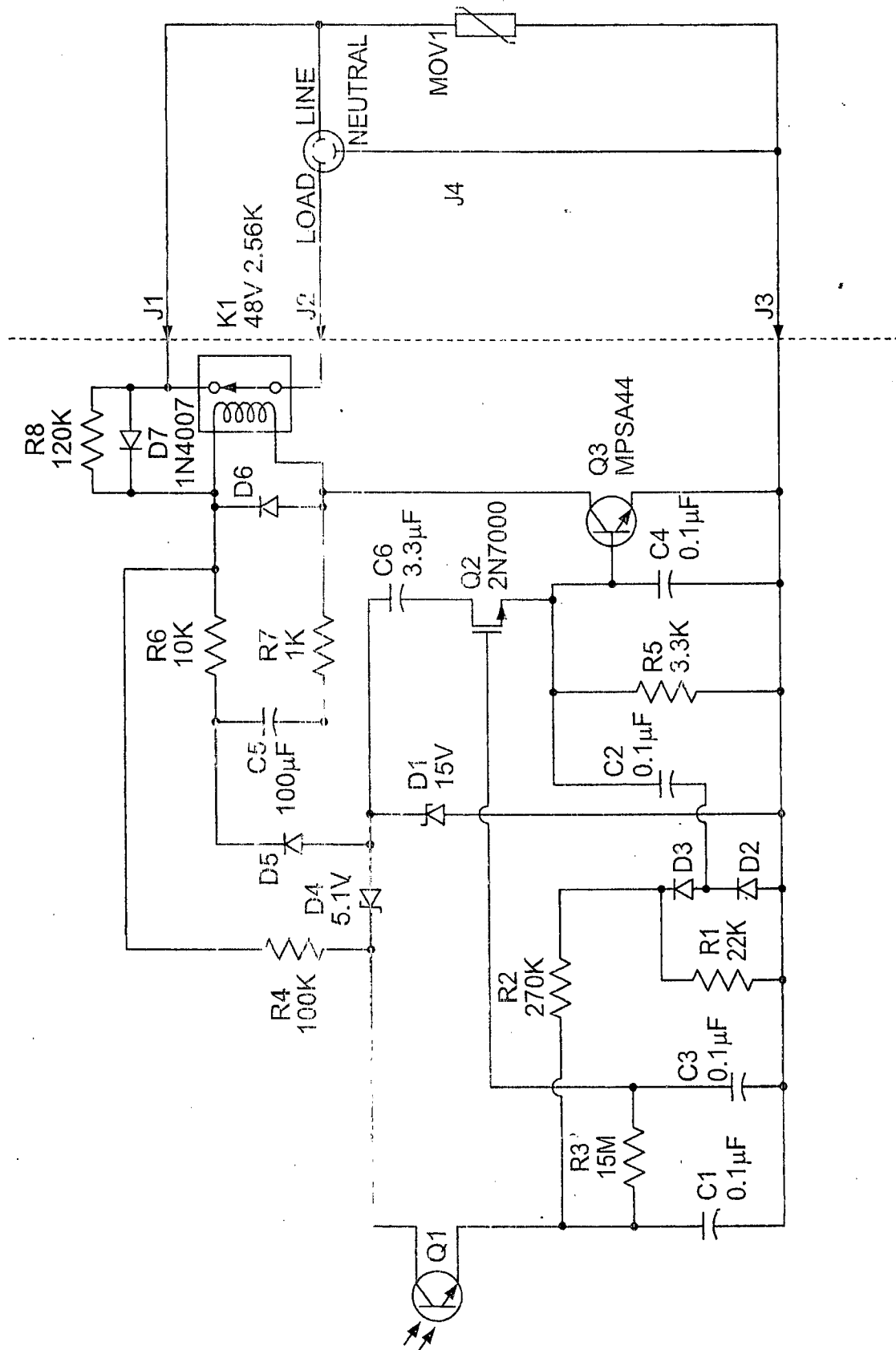


FIG. 2

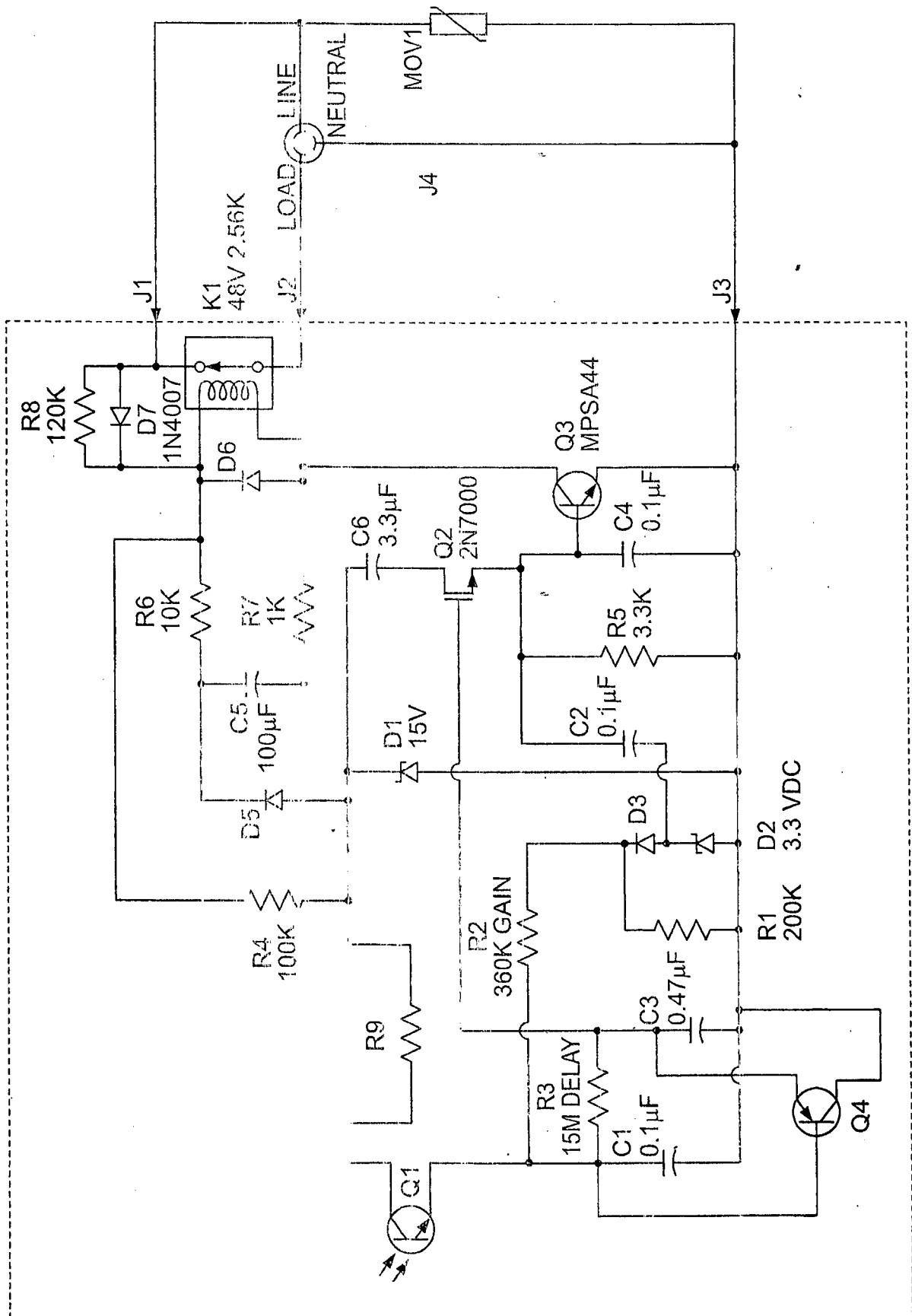


FIG. 4

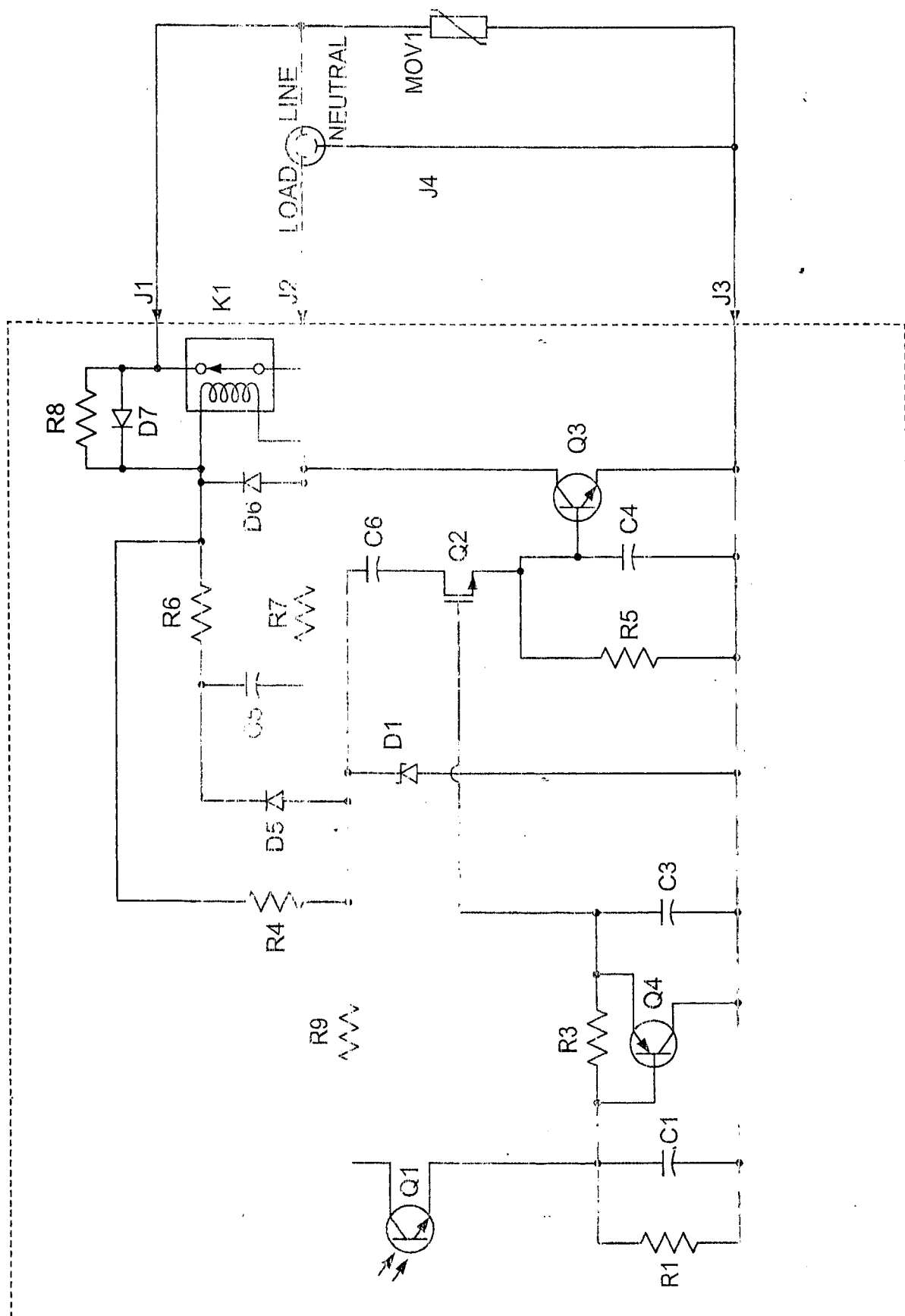


FIG. 5

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-131461- -00000-0000

Fecha: 2010-10-22 16:42:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASC
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 89,416
FECHA : OCTUBRE 22 DE 2010

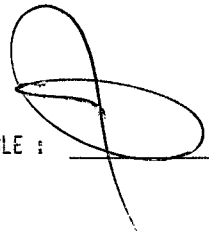
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754397	383672391	22/10/2010	2,212,000.00

***** CONCEPTO *****

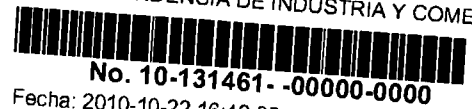
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	554,000.00
		TOTAL :	\$ 554,000.00

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-131461-00000-0000

Fecha: 2010-10-22 16:42:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 89,419
FECHA : OCTUBRE 22 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	383672391	22/10/2010	2,212,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
9	50005-01-01	SOLICITUDES	
		*** REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL	234,000.00
		TOTAL :	\$ 234,000.00

SON: DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____



Bogotá D.C.,
2020

Doctor(a)
CASTILLO BONILLA JERONIMO
Apoderado(a) y/o Representante de
TYCO ELECTRONICS CORPORATION

REFERENCIA	Radicación No.	10 131461
	Solicitud internacional	PCT/US2009/002435
	Fecha inicio fase nacional	21/11/2010
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	E 1 5 7 7 4

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única No. 10 de 2001.

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Directora de Nuevas Creaciones (c)

03 DIC. 2010

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha _____.
adpa11