



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 296 459**

⑫ Número de solicitud: 200501724

⑤① Int. Cl.:
H05B 41/288 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **06.07.2005**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2008**

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.04.2008

⑦① Solicitante/s: **Universidad de Oviedo**
Plaza de Riego, 4 – Edificio Histórico
33003 Oviedo, Asturias, ES

⑦② Inventor/es: **Dalla Costa, Marco Antonio;**
Alonso Álvarez, José Marcos;
Cardesin Miranda, Jesús;
García García, Jorge y
Rico Secades, Manuel

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Balasto electrónico integrado de alto factor de potencia para alimentación de lámparas de descarga de alta presión.**

⑤⑦ Resumen:

Balasto electrónico integrado de alto factor de potencia para alimentación de lámparas de descarga de alta presión. El circuito integra un convertidor reductor y otro de retroceso; permitiendo el primero realizar la corrección del factor de potencia, mientras que el segundo es empleado para controlar la potencia de la lámpara. La bobina de salida del convertidor de retroceso tiene dos devanados que conmutan en baja frecuencia para alimentar la lámpara con una onda cuadrada, evitando así el fenómeno de resonancia acústica. En este circuito, el interruptor compartido manejará sólo la corriente de una de las etapas integradas y nunca la suma de las dos, como ocurre en la mayoría de los circuitos de etapas integradas. De aplicación en el sector de iluminación artificial.

ES 2 296 459 A1

DESCRIPCIÓN

Balasto electrónico integrado de alto factor de potencia para alimentación de lámparas de descarga de alta presión.

5 El objeto de la presente invención es un circuito electrónico para alimentación de lámparas de descarga de alta presión, conocido habitualmente como balasto electrónico. De aplicación en el sector de iluminación artificial.

Estado de la técnica anterior

10 El circuito de la presente invención está relacionado con los convertidores electrónicos que realizan una triple conversión: (a) alterna-continua, generalmente un rectificador de alto factor de potencia del que se obtiene una tensión continua constante; (b) continua-continua, para controlar la potencia entregada a la lámpara, y (c) continua-alterna, generalmente un inversor tipo puente completo, para alimentar la lámpara con una onda cuadrada de corriente en baja frecuencia.

15 Para conseguir esta triple conversión es habitual el empleo de tres etapas en cascada, cada una de las cuales realiza una de las conversiones anteriores. Un convertidor con esta estructura resulta adecuado para la alimentación de lámparas de descarga de alta presión, ya que permite alimentar la lámpara con potencia constante, evitando la aparición de resonancias acústicas y cumpliendo la norma vigente relativa a inyección de armónicos en la red. Un ejemplo de un balasto de tres etapas se encuentra en Lin *et al* (patente US 6.856.102). Sin embargo, es un circuito que puede ser muy caro y tiene un bajo rendimiento. Esto es debido a las numerosas etapas de operación, que necesitan interruptores activos y circuitos de comando específicos para cada etapa.

20 Para conseguir un balasto que realice estas tres conversiones y que tenga bajo coste es habitual combinar dos o más etapas en una sola, dando lugar a lo que se denominan convertidores integrados. Las tres etapas de conversión se pueden combinar de varias maneras. No obstante, el principal problema al que se enfrenta la integración de etapas es que surgen esfuerzos adicionales de tensión y/o corriente en el interruptor compartido. Esto hace necesario el uso de semiconductores más caros, aumentando también las pérdidas en estos elementos. Todo ello perjudica finalmente el rendimiento del balasto.

30 En Shen *et al* (Shen *et al*, "Design of a Two-Stage Low-Frequency Square-Wave Electronic Ballast for HID Lamps", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 39, N°. 2, 2003), se presenta un balasto de dos etapas para alimentar lámparas de halogenuros metálicos. En el inversor en puente completo, dos de los interruptores conmutan en alta frecuencia, haciendo un convertidor reductor integrado en dos de los interruptores del puente completo. Por tanto, se trata de un balasto de dos etapas que realiza las mismas funciones que el de tres etapas. Sin embargo, el número de interruptores y componentes de control sigue siendo elevado, ya que precisa de cuatro interruptores en el puente completo más una etapa previa para la corrección del factor de potencia. Por ello, el coste, volumen y peso siguen siendo elevados y el rendimiento del balasto completo limitado.

40 Otras soluciones en la misma línea consiguen integrar en una etapa y con cuatro interruptores activos, las tres etapas que constituyen el balasto (Có *et al*, "Single Stage Electronic Ballast for HID Lamps", IEEE Industry Applications Meeting (IASM) proceedings, Vol.: 1, Octubre, 2003). Sin embargo, es un circuito que precisa un circuito de control complicado y que incorpora un total de cuatro interruptores, lo que da lugar a elevadas pérdidas, perjudicando el rendimiento del balasto.

45 Un balasto con características parecidas al propuesto, pero que integra un convertidor reductor con un inversor en medio puente, se presenta en Calleja *et al* (patente ES 2156741). Este circuito tiene un comportamiento similar al propuesto desde el punto de vista de la corriente consumida de la red eléctrica, pero la parte de salida está pensada para la alimentación de la lámpara a alta frecuencia y en especial para lámparas fluorescentes.

Descripción de la invención

55 El objeto de la invención es un circuito electrónico de alimentación para lámparas de descarga de alta presión. La lámpara es alimentada con una onda cuadrada de corriente con valor medio nulo en baja frecuencia. El circuito se alimenta desde la red eléctrica de energía alterna y tiene la característica de demandar corriente cuyas componentes armónicas satisfacen las especificaciones de la norma EN61000-3-2. La onda de corriente demandada de la red eléctrica en cada semiperíodo de red, es proporcional a la tensión de red dentro de un intervalo de tiempo simétrico con respecto al máximo de la onda de tensión de red, siendo nula fuera de este intervalo, de la forma en que se muestra en la Figura 3, de modo que el ángulo de conducción de los diodos, indicado en la figura mediante f , tenga un valor mínimo adecuado para cumplir la normativa.

60 El circuito propuesto integra en una sola etapa las tres etapas básicas de un balasto para lámparas de descarga de alta presión: (a) corrección del factor de potencia; (b) control de la potencia de la lámpara; y (c) inversor. Este balasto permite encender la lámpara con el auxilio de un circuito arrancador que aplica un pico de tensión de cerca de 3 kV; calentarla hasta la temperatura nominal de operación del gas y alimentarla en régimen permanente.

La invención consiste en un convertidor alimentado desde la red alterna, conectado a fase y neutro por medio de un filtro (1), (2) y (3) que actúa como supresor de interferencias y que cumple las especificaciones de la norma

EN55015 referida a la perturbación radioeléctrica de equipos de iluminación y similares. A continuación se coloca un rectificador, formado por (4), (5), (6) y (7), de forma que se obtiene una tensión continua equivalente a la tensión alterna rectificada en doble onda sin suavizar. Los cátodos de los diodos (4) y (5) están conectados al cátodo del diodo (10) y a uno de los terminales de la bobina (9). El ánodo del diodo (10) está conectado al cátodo del diodo (17), al ánodo del diodo (16) y al terminal negativo del condensador (11). El terminal positivo del condensador (11) está conectado al otro terminal de la bobina (9) y a uno de los terminales de la bobina primaria del convertidor de retroceso (12). El otro terminal de la bobina (12) está conectado al cátodo del diodo (16) y al drenador del interruptor (15). El terminal fuente del interruptor (15) está conectado al ánodo de los diodos (17), (6) y (7). El interruptor (15) es compartido por los convertidores reductor y de retroceso. Los diodos auxiliares (16) y (17) están colocados en el circuito para permitir el correcto funcionamiento del interruptor (15), pues ellos proveen camino para la corriente durante la etapa de funcionamiento compartida de los convertidores. De hecho, los componentes (16), (17) y (18) pueden considerarse como el interruptor principal integrador de ambas etapas.

El convertidor reductor está formado por la bobina (9), el diodo (10), el condensador (11), el interruptor (15) y los diodos auxiliares (16) y (17). Así, a partir de la tensión alterna rectificada de la red, este convertidor corrige el factor de potencia y obtiene un nivel de tensión continua de bajo rizado en el condensador (11). Para el convertidor trabajando en modo de conducción discontinuo, el valor seleccionado para esta tensión definirá el ángulo de conducción de la corriente de entrada, indicado en la Figura 3 como f , y que debe tener un valor mínimo para cumplir la norma EN61000-3-2.

La parte de salida del transformador del convertidor de retroceso está formada por las dos bobinas (13) y (14) conectadas entre sí, este punto también está conectado al terminal negativo del condensador (20), al terminal positivo del condensador (21) y al bloque formado por la lámpara y el arrancador. El otro terminal de la bobina (13) está conectado al ánodo del diodo (18), cuyo cátodo está conectado al terminal positivo del condensador (20) y al drenador del interruptor (22). El terminal fuente del interruptor (22) está conectado al drenador del interruptor (23) y al bloque formado por la lámpara y el arrancador (24). El terminal fuente del interruptor (23) está conectado al terminal negativo del condensador (21) y al ánodo del diodo (19). Para finalizar, el cátodo del diodo (19) se conecta al terminal restante de la bobina (14).

Para entender mejor el funcionamiento del circuito, se presentan las formas de onda básicas en la Figura 1B. En la figura 1b1 está mostrada la señal aplicada al comando del interruptor principal de alta frecuencia (15), o sea, la señal en el punto A de la Figura 1A.

La corriente que circula por la entrada del circuito durante el periodo de conducción de los diodos del rectificador, es de forma triangular (figura 1b2) y su valor medio es aproximadamente proporcional a la tensión instantánea de la red. La inductancia (9) del convertidor trabaja en modo de conducción discontinuo, es decir, la corriente parte de cero y crece linealmente durante todo el intervalo de conducción del interruptor principal de alta frecuencia (15). Cuando el interruptor principal de alta frecuencia (15) está cerrado, la inductancia se magnetiza almacenando energía (figura 1b2), y además de la magnetización de la inductancia, se está aportando también carga al condensador (11) si la corriente del convertidor reductor mostrada en la figura 1b2 es mayor que la corriente del convertidor de retroceso mostrada en la figura 1b4. Cuando el interruptor se abre, la energía almacenada en forma de campo magnético en la inductancia se transfiere hacia el condensador (11), a través del diodo (10), la corriente en este intervalo se muestra en la figura 1b3. Este condensador (11) es el encargado de mantener la tensión continua constante en el tiempo. Para ello, debe estar diseñado con un valor suficientemente alto.

Con la tensión continua obtenida de salida del convertidor reductor, que está almacenada en el condensador (11), se alimenta el convertidor de retroceso, que también trabaja en modo de conducción discontinuo. Este está formado por el transformador representado por las bobinas acopladas (12), (13) y (14), el interruptor principal de alta frecuencia (15), los diodos auxiliares (16) y (17), los diodos rectificadores (18) y (19), los condensadores (20) y (21), los interruptores principales de baja frecuencia (22) y (23), y el conjunto de lámpara en serie con arrancador (24). La corriente que circula en la bobina del primario del convertidor de retroceso (12) cuando el interruptor (15) está cerrado se muestra en la figura 1b4, y su valor medio es proporcional a la tensión acumulada en el condensador (11) aplicada a esta bobina (12). Cuando el interruptor (15) se abre, la energía acumulada en el núcleo del convertidor de retroceso se descarga por uno de los devanados secundarios del transformador (13) ó (14), dependiendo de cual de los interruptores principales de baja frecuencia (22) ó (23) esté cerrado. Esta corriente se muestra en la figura 1b5. Esta energía es transferida a la carga. El valor medio de esta corriente es proporcional a la tensión acumulada en el condensador correspondiente (20) ó (21) aplicada a la bobina correspondiente (13) ó (14). La parte alterna de la corriente presentada en la figura 1b5 es filtrada por el condensador correspondiente (20) ó (21), y su componente continua circula por la lámpara. Como los interruptores (22) y (23) conmutan en baja frecuencia, con ciclo de trabajo cercano a 0,5. Así, la forma de onda de corriente aplicada a la lámpara es una forma de onda cuadrada con valor medio nulo de baja frecuencia. La Figura 4 muestra las formas de onda teóricas de tensión y corriente en la lámpara.

En el dispositivo objeto de esta invención, cualquiera de los interruptores principales es un transistor.

Como todos los balastos para lámparas de descarga de alta presión, el balasto propuesto precisa de un circuito arrancador para iniciar la descarga en la lámpara. El empleo de una u otra solución de arrancador no afecta al funcionamiento del circuito, ya que el arrancador sólo opera en los primeros instantes de funcionamiento, quedando posteriormente desactivado. Una posible alternativa para el arranque de la lámpara se muestra en la Figura 2. La resis-

tencia (25) tiene uno de sus terminales conectados a uno de los puntos (F ó G), de la Figura 1A; su otro terminal está conectado a uno de los terminales del condensador (26) y a un terminal del centellador (27). El otro terminal del centellador (27) está conectado a uno de los terminales de la bobina (28), que está acoplada magnéticamente a la bobina (29). El otro terminal de la bobina (28) está conectado a uno de los terminales de la bobina (29) y al otro terminal del condensador (26), este punto también va conectado al punto D de la Figura 1A. El otro terminal de la bobina (29) está conectado a uno de los terminales de la lámpara (30). El otro terminal de la lámpara (30) está conectado al punto E de la Figura 1A.

En el circuito de la Figura 2, la lámpara está inicialmente apagada y el condensador (26) se carga a través de la resistencia (25). Cuando la tensión en el condensador (26) llega al valor de ruptura del centellador (27), éste entra en cortocircuito, aplicando la tensión del condensador (26) a la bobina (28). Como la bobina (29) está acoplada magnéticamente a la bobina (28), surge en los terminales de la bobina (29) una tensión del valor de la tensión del condensador (26) multiplicada por la relación de espiras (nign). La tensión de la bobina (29) es aplicada a los terminales de la lámpara (30), y deberá ser lo suficientemente elevada para cebar la lámpara (30), comenzando a circular corriente por la misma. De esta forma, el condensador (26) ya no será cargado nuevamente hasta la tensión de ruptura del centellador (27), y el arrancador queda deshabilitado.

La invención presenta importantes ventajas con respecto a los convertidores mencionados en el estado del arte. En primer lugar, la integración de etapas propuesta permite conseguir un balasto con un reducido número de componentes, en particular, de interruptores activos, ya que incluye solamente tres.

Otra ventaja importante es que la configuración del circuito permite integrar etapas sin esfuerzos excesivos en el interruptor compartido (15). Esto es debido a que el interruptor (15) manejará como corriente máxima la corriente del convertidor reductor o la del convertidor de retroceso, dependiendo de la que sea mayor, pero nunca la suma de ambas.

El circuito propuesto integra tres etapas de conversión de energía en sólo una, sin pérdidas excesivas en el interruptor integrado. Esto hace que el balasto propuesto tenga un rendimiento mayor. Además, al reducir el número de interruptores se simplifica la circuitería de control. El balasto propuesto sólo incorpora un interruptor que trabaja a alta frecuencia, mientras que los otros dos lo hacen a frecuencia muy baja. Esto permite simplificar aún más el circuito de control y optimizar las pérdidas de los interruptores. Por todas estas razones, el balasto presenta también un coste reducido.

Con la variación del ciclo de trabajo del interruptor (15), que trabaja a alta frecuencia, se regula la potencia de la lámpara ante variaciones de tensión de la red y también frente a variaciones de la resistencia de la lámpara con su envejecimiento, lo cual resulta de gran importancia en este tipo de circuitos.

Por medio de los interruptores (22) y (23) que conmutan a baja frecuencia, la lámpara es alimentada con una forma de onda cuadrada de corriente con valor medio nulo en baja frecuencia, lo que está comprobado que es el mejor método para evitar la aparición de resonancias acústicas.

El balasto realiza corrección del factor de potencia, cumpliendo la normativa actual de inyección de armónicos en la red (IEC61000-3-2 clase C).

El campo de aplicación de la presente invención es el correspondiente a todo tipo de sistemas de iluminación artificial basada en lámparas de descarga de alta presión, y especialmente de lámparas de halogenuros metálicos. El balasto propuesto puede emplearse para la alimentación desde cualquier red eléctrica de lámparas para iluminación general, tanto de interior como de exterior, así como iluminación industrial, de comercios, estudios fotográficos, estudios de televisión, aplicaciones domésticas, etc. Por su pequeño volumen y peso resulta muy indicado para ser incorporado en luminarias de reducido tamaño, en aplicaciones donde se persiga una determinada estética.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1A representa el esquema del balasto objeto de la invención. Los componentes desde el (1) al (23) muestran el conexionado de la parte principal del circuito de la invención. A nivel de bloques se representan el conjunto lámpara y arrancador (24), y el circuito de control (8), para los que pueden existir diferentes configuraciones. La Figura 1B muestra las formas de onda más significativas del circuito de la Figura 1A.

La Figura 2 muestra un circuito capaz de sustituir el bloque (24) de la Figura 1A. O sea, es una posible configuración para un arrancador en serie con la lámpara.

La Figura 3 muestra la forma de onda de tensión de la red y la corriente que el balasto consume a partir de la red eléctrica.

La Figura 4 enseña las formas de ondas teóricas de tensión y corriente en la lámpara.

REIVINDICACIONES

1. Un balasto electrónico integrado de alto factor de potencia para alimentación de lámparas de descarga de alta presión, basado en un convertidor reductor y un convertidor de retroceso integrados, **caracterizado** por estar conectado a fase y neutro por medio de un filtro (1), (2) y (3), seguido por un rectificador, formado por (4), (5), (6) y (7); **caracterizado** porque los cátodos de los diodos (4) y (5) están conectados al cátodo del diodo (10) y a uno de los terminales de la bobina (9), y porque el ánodo del diodo (10) está conectado al cátodo del diodo (17), al ánodo del diodo (16) y al terminal negativo del condensador (11); **caracterizado** porque el terminal positivo del condensador (11) está conectado al otro terminal de la bobina (9) y a uno de los terminales de la bobina primaria del convertidor de retroceso (12); **caracterizado** porque el otro terminal de la bobina (12) está conectado al cátodo del diodo (16) y al drenador del interruptor (15); **caracterizado** porque el terminal fuente del interruptor (15) está conectado al ánodo de los diodos (17), (6) y (7); **caracterizado** porque la parte de salida del transformador del convertidor de retroceso está formada por dos bobinas (13) y (14) conectadas entre sí, al terminal negativo del condensador (20), al terminal positivo del condensador (21) y al bloque formado por la lámpara y el arrancador; **caracterizado** porque el otro terminal de la bobina (13) está conectado al ánodo del diodo (18); **caracterizado** porque el cátodo del diodo (18) está conectado al terminal positivo del condensador (20) y al drenador del interruptor (22); **caracterizado** porque el terminal fuente del interruptor (22) está conectado al drenador del interruptor (23) y al bloque formado por la lámpara y el arrancador (24); **caracterizado** porque el terminal fuente del interruptor (23) está conectado al terminal negativo del condensador (21) y al ánodo del diodo (19); y **caracterizado** porque el cátodo del diodo (19) se conecta al terminal restante de la bobina (14).

2. Un balasto electrónico integrado de alto factor de potencia para alimentación de lámparas de descarga de alta presión según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la forma de onda de corriente consumida desde la red eléctrica en cada semiperíodo de red es proporcional a la tensión de red dentro de un intervalo de tiempo simétrico con respecto al máximo de la onda de tensión de red, siendo nula fuera de este intervalo.

3. Un balasto electrónico integrado de alto factor de potencia para alimentación de lámparas de descarga de alta presión según la reivindicación 1 **caracterizado** porque la onda de corriente aplicada a la lámpara es cuadrada y con valor medio nulo.

4. Un circuito según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cualquiera de sus interruptores principales es un transistor.

FIGURA 1A

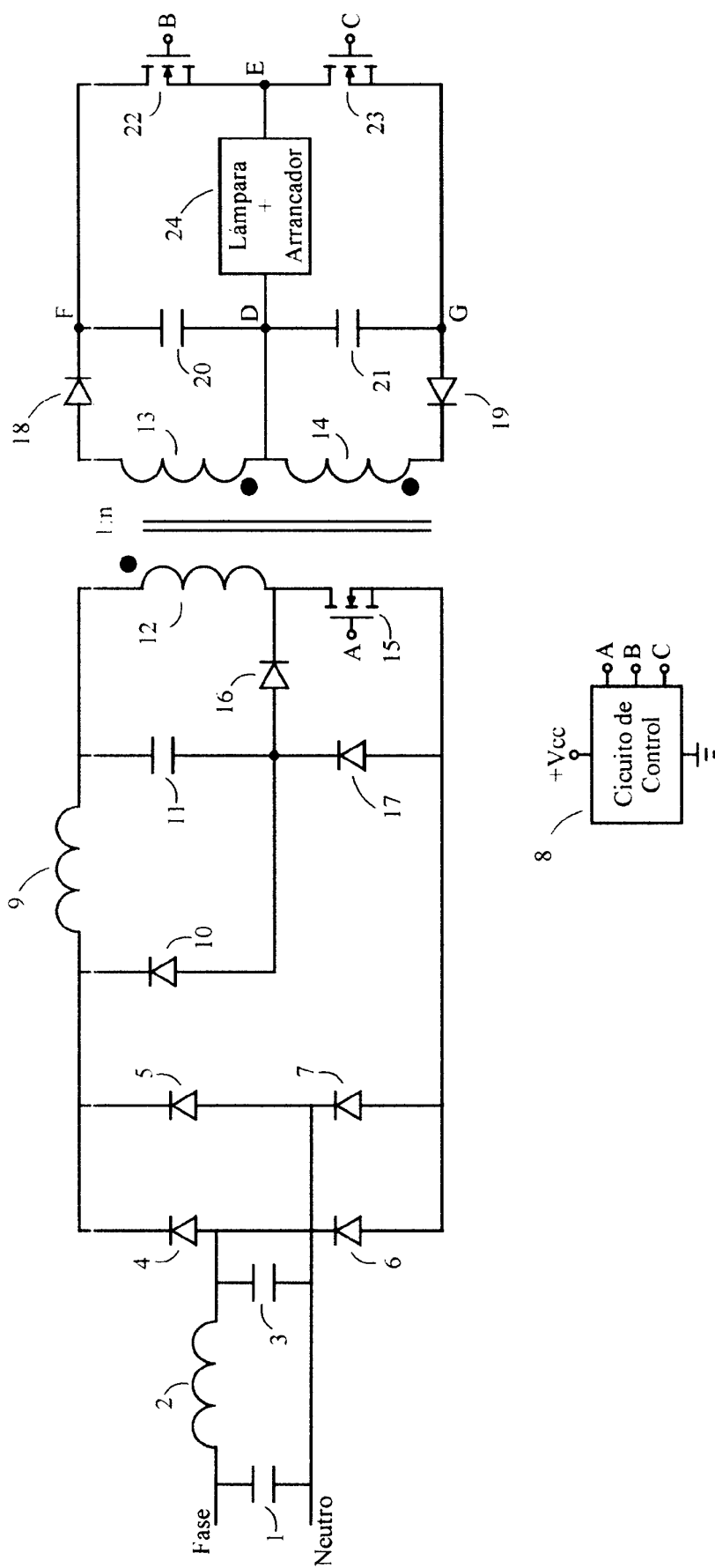


FIGURA 1B

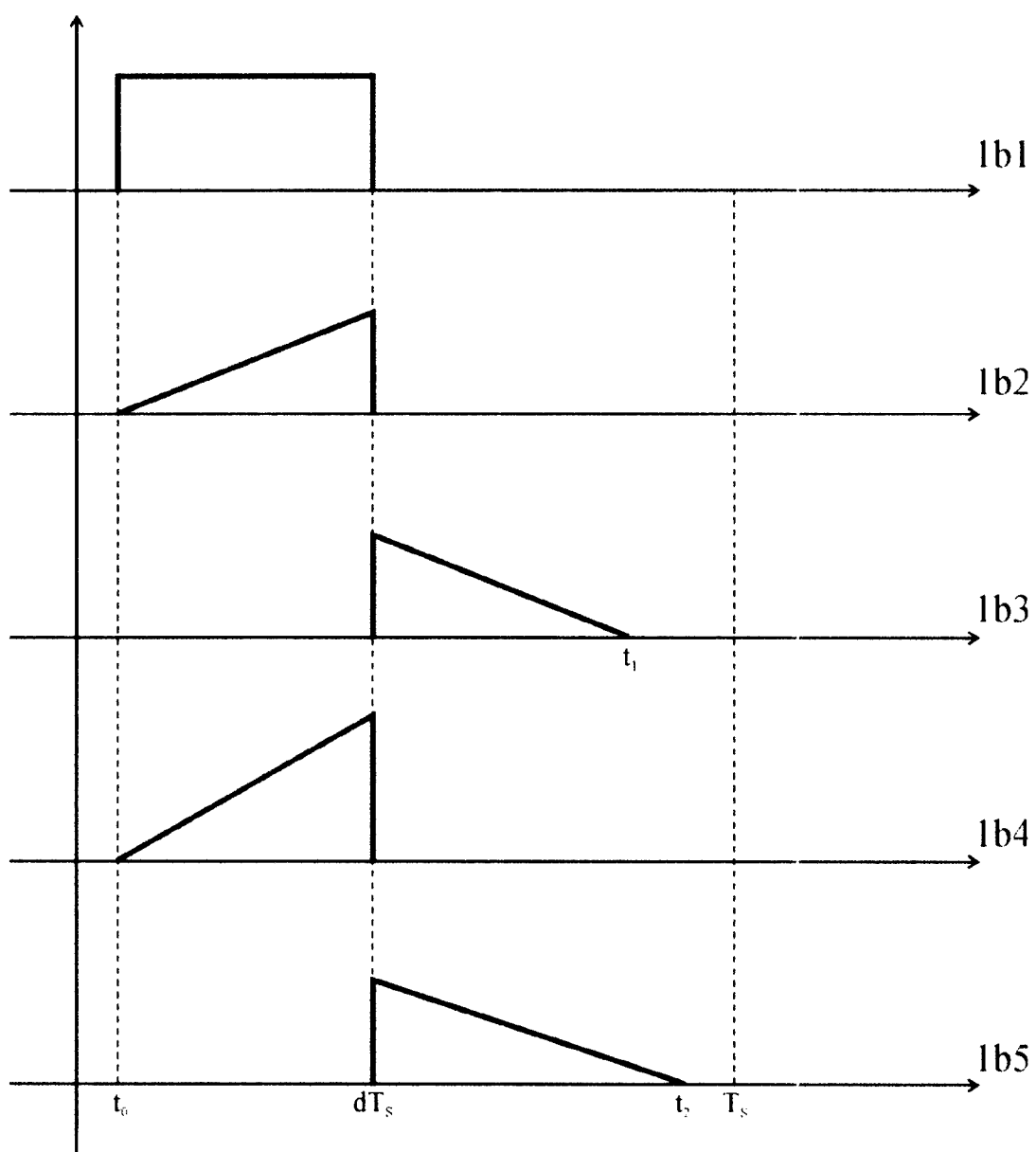


FIGURA 2

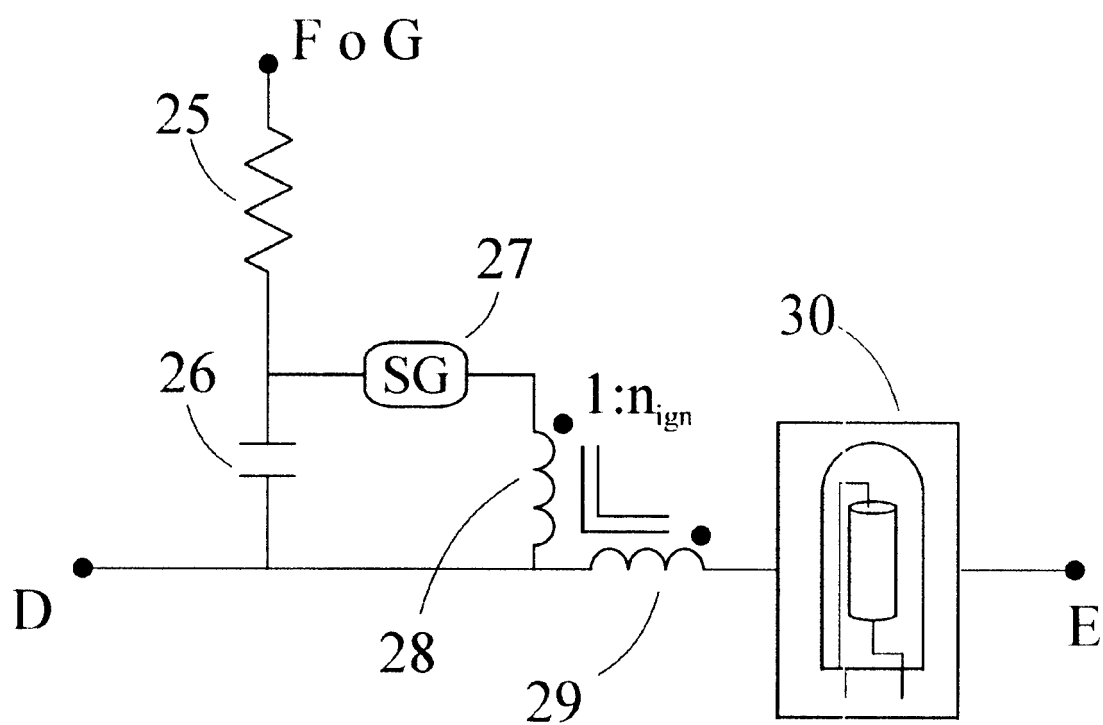


FIGURA 3

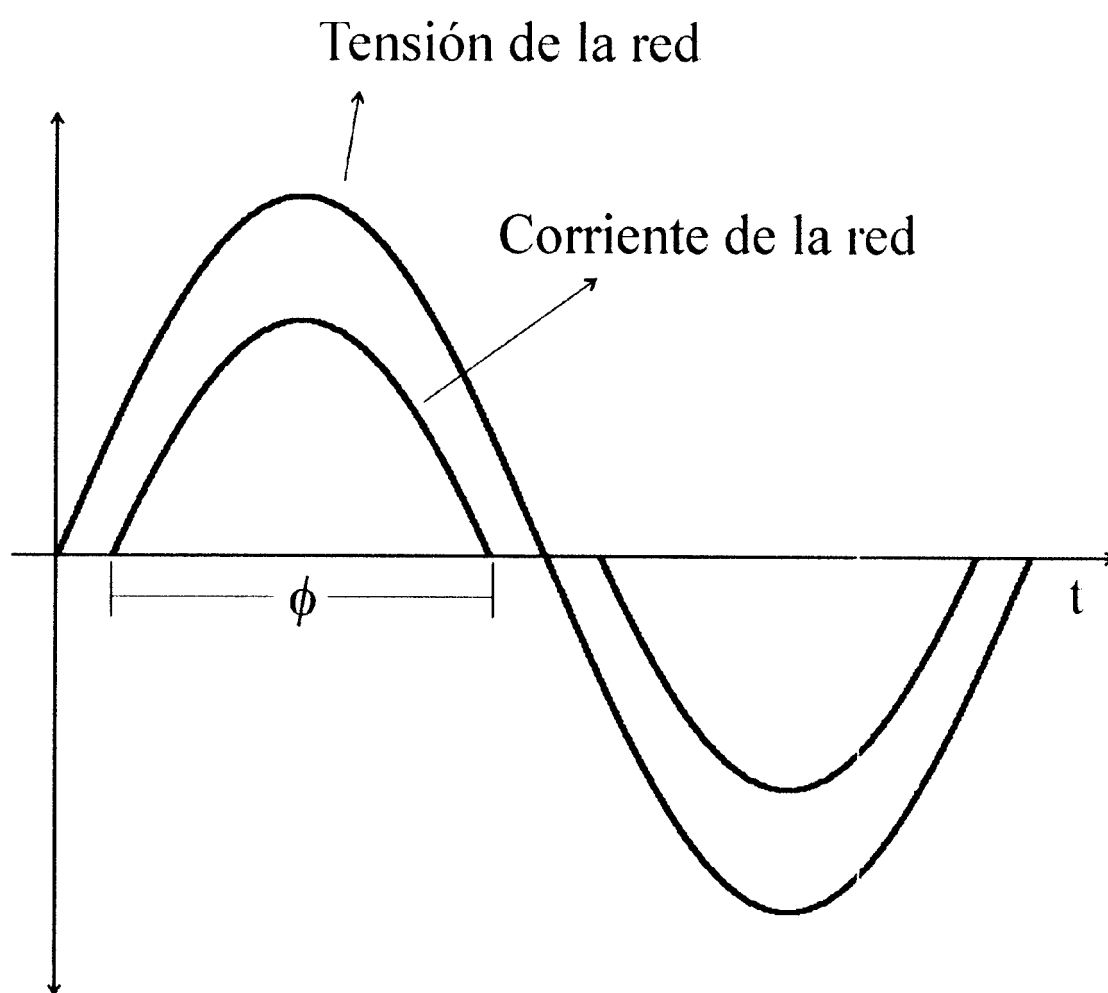
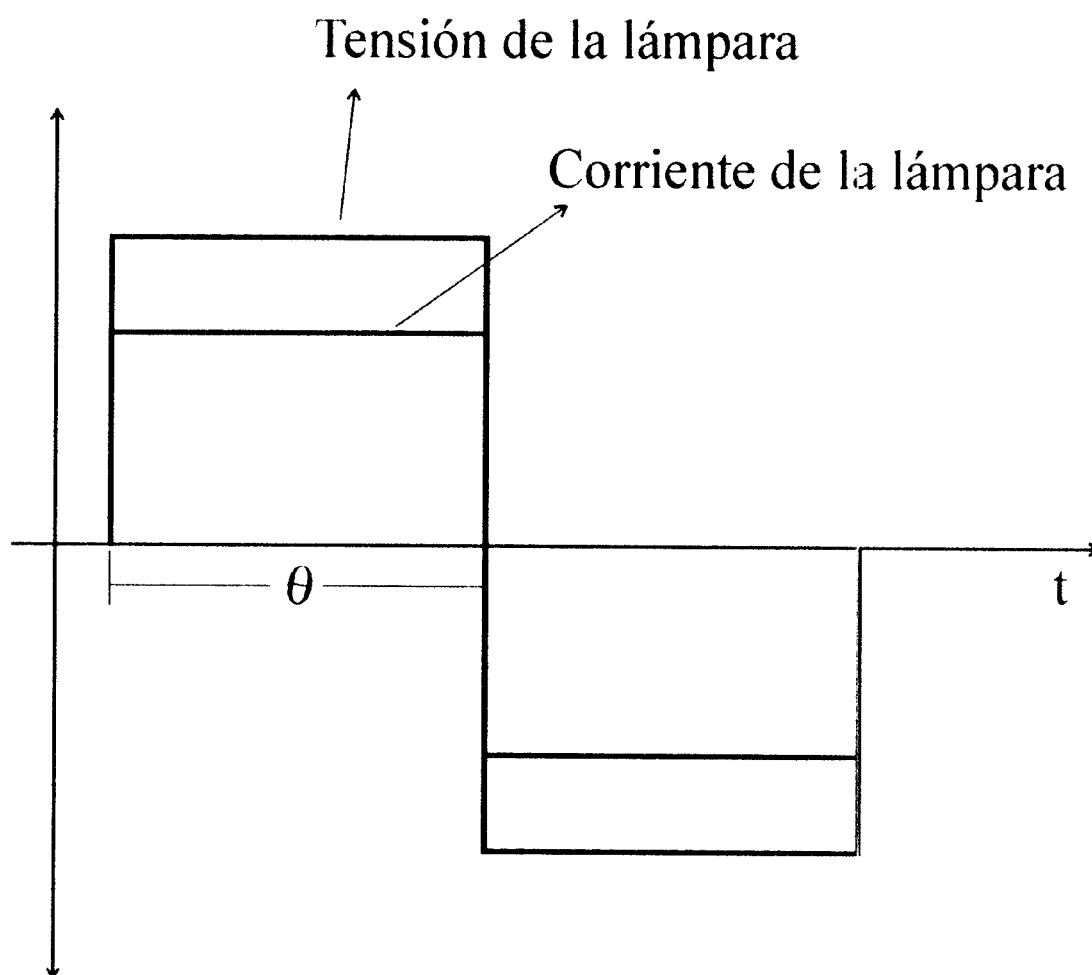


FIGURA 4





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 296 459

⑫ Nº de solicitud: 200501724

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **06.07.2005**

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **H05B 41/288** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	FR 2698515 A1 (VALEO VISION) 27.05.1994, todo el documento.	1-4
A	WO 2004014111 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 12.02.2004, todo el documento.	1-4
A	US 5907223 A (GU et al.) 25.05.1999, todo el documento.	1-4
A	US 5623187 A (CALDEIRA et al.) 22.04.1997, todo el documento.	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

25.03.2008

Examinador

J. Botella Maldonado

Página

1/1