(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 426 033**

(51) Int. CI.:

H05B 37/00 (2006.01)
H05B 33/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2010 E 10187788 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2445318**

(54) Título: **Lámparas de señalización LED con funcionamiento de corriente constante**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2013

(73) Titular/es:

THALES RAIL SIGNALLING SOLUTIONS GMBH (100.0%)
Lorenzstrasse 10
70435 Stuttgart, DE

(72) Inventor/es:

OLDEWURTEL, KASSEN

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

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

DESCRIPCIÓN

Lámparas de señalización LED con funcionamiento de corriente constante.

La invención se refiere a un circuito eléctrico para una lámpara de señalización LED, que comprende medios para conmutar entre una luminosidad de nivel bajo, en particular una luminosidad de nivel de funcionamiento durante el tiempo nocturno, y una luminosidad de nivel alto, en particular una luminosidad de nivel de funcionamiento durante el día, de la lámpara de señalización LED en función de una tensión de AC en una entrada de tensión del circuito eléctrico.

Un circuito eléctrico de ese tipo es conocido a partir del documento EP 1 787 886 B1.

Las lámparas de señalización se utilizan en una diversidad de campos, en particular en aplicaciones de control de tráfico. De importancia particular son las lámparas de señalización de ferrocarril. Las lámparas de señalización se utilizan para indicar al operador de un tren si se puede entrar con seguridad en una parte próxima de una vía de ferrocarril (tal como un conmutador de vía).

Durante el día, la luz de una lámpara de señalización de ferrocarril debe ser suficientemente brillante como para que el conductor del tren reconozca el estado de la lámpara de señalización mucho antes de llegar a la lámpara de señalización. Durante la noche, sin embargo, la intensidad luminosa de la lámpara de señalización debe ser suficientemente baja como para que el conductor del tren no sea deslumbrado. Esto significa que la intensidad luminosa de una lámpara de señalización de ferrocarril debe ser adaptada en el transcurso del día.

Las lámparas de señalización de ferrocarril del estado de la técnica utilizan típicamente bombillas convencionales como iluminadores. Con el fin de adaptar la intensidad luminosa de estas bombillas, el centro de control de ferrocarril modifica una tensión de entrada de AC de las lámparas de señalización de ferrocarril. Durante la noche, las bombillas son operadas a tensión reducida de alrededor del 66%, en comparación con la tensión utilizada durante el día. Durante la tarde y por la mañana, la tensión de entrada es conmutada consiguientemente con el fin de obtener esta adaptación día/noche.

Recientemente, las lámparas de señalización de ferrocarril han sido equipadas con diodos emisores de luz (LEDs) de potencia como medio iluminador. Los LEDs de potencia han demostrado ser más fiables y de menor coste que las bombillas convencionales.

Sin embargo, las características de un LED son muy diferentes de las características de una bombilla, en particular en lo que se refiere a la correlación entre tensión de entrada e intensidad luminosa. Cuando se sustituyen simplemente bombillas convencionales por LEDs en una lámpara de señalización de ferrocarril, el equipamiento existente en los centros de control de ferrocarril para adaptar la intensidad luminosa por cambio de la tensión de entrada ya no resulta aprovechable.

El documento EP 1 787 886 B1 divulga un circuito eléctrico para una lámpara de señalización LED por medio del cual puede ser conmutada la intensidad luminosa de la lámpara de señalización LED entre un nivel diurno y un nivel nocturno en función de la tensión de funcionamiento. En el circuito eléctrico conocido, los LEDs son alimentados con potencia a través de un recorrido de resistencia alta durante el funcionamiento nocturno, y a través de un recorrido de resistencia baja durante el funcionamiento diurno. El circuito eléctrico se comporta de una manera similar a una bombilla, y el equipamiento existente en un centro de control de ferrocarril puede ser utilizado para conmutar entre el modo de función diurno y el nocturno simplemente modificando la tensión de entrada de AC.

El circuito eléctrico conocido es significativamente susceptible a las tolerancias de los componentes que incluye, en particular los LEDs, tal como las tolerancias relativas a diferentes lotes y a fabricaciones diferentes. Por lo tanto, la producción en serie resulta difícil. Además, el circuito eléctrico es similarmente susceptible a fluctuaciones de la temperatura ambiental, la cual puede alterar los parámetros LED principales. Tales fluctuaciones de temperatura pueden estar motivadas por cambios atmosféricos en muchas regiones geográficas. La luminosidad de la lámpara de señalización LED es muy difícil de controlar. En particular cuando la tensión de entrada varía, y la tensión directa de pico en los LEDs limita la luminosidad del LED.

Objeto de la invención

Un objeto de la invención consiste por lo tanto en proporcionar un circuito eléctrico para una lámpara de señalización LED, adecuado para su control con un centro de control de ferrocarril convencional, que sea menos susceptible a tolerancias y fluctuaciones de temperatura y que permita un mejor control sobre la luminosidad del LED.

Breve descripción de la invención

Este objeto ha sido alcanzado, de acuerdo con la invención, por medio de un circuito eléctrico según se ha mencionado al principio,

caracterizado porque el circuito eléctrico comprende:

- un rectificador de onda completa para rectificar tensión de AC alimentada a la entrada de tensión del circuito eléctrico, proporcionando con ello una tensión de AC rectificada en dos terminales, y
- al menos un circuito de bloque de LEDs conectado a los terminales, y porque el circuito de bloque de LEDs comprende:
- una disposición de LED que comprende al menos un diodo emisor de luz,
- un circuito comparador que conmuta una tensión de señalización en una salida de señalización del circuito comparador si la tensión de AC rectificada cruza un nivel crítico,
- una fuente de corriente constante, con su entrada de conmutación conectada a la salida de señalización del comparador, en donde la fuente de corriente constante conmutable está conectada en serie con la disposición de LED,
- y una resistencia conmutable, con su entrada de conmutación conectada a la salida de señalización del circuito comparador,

en donde el circuito comparador, la resistencia conmutable y la fuente de corriente constante conmutable, junto con la disposición de LED, están conectados en paralelo a los terminales.

De acuerdo con la invención, la disposición de LED del al menos un bloque de LEDs es operada a través de su fuente de corriente constante conmutable. Con este medio, la corriente directa en la disposición de LED es fija y no depende ya más de la tensión directa de la disposición de LED, la cual varía con la temperatura ambiente y/o con el fabricante y/o con el lote y/o con el color del (de los) LED(s). La luminosidad es proporcional a la corriente directa de la fuente de corriente constante conmutable y por tanto constante en su mayor parte, incluso con temperatura, fabricante o lote variables.

El cambio entre el modo de operación diurno y el modo de operación nocturno se realiza estableciendo la fuente de corriente constante conmutable en valores de corriente apropiados, respectivamente. Así, dentro de cada modo, se puede mantener un nivel respectivo de luminosidad en su mayor parte constante.

Como resultado, el control sobre la luminosidad de los LEDs se incrementa considerablemente, sin que las tolerancias y las fluctuaciones de temperatura afecten de manera negativa al funcionamiento. La producción en serie y el uso masivo en numerosas regiones geográficas (con condiciones atmosféricas extremas, en particular con variaciones de temperatura extremas) resulta así factible.

En comparación con una fuente de tensión de LED basada en resistor de la técnica anterior, el "tiempo de conducción" de la disposición de LED dentro de un ciclo de la tensión de alimentación (que es de aproximadamente 20 ms suponiendo una tensión de AC de 50 Hz), es aproximadamente un 20% más largo. Con ello, se incrementa la luminosidad aproximadamente un 20%. Además, la rectificación de onda completa incrementa el "tiempo de conducción" de la disposición de LED en otro 100% en comparación con el estado de la técnica que utiliza un rectificador de media onda. Así, la invención permite también un incremento de la luminosidad de la disposición de LED y una eficacia mejorada.

Por medio de la resistencia conmutable, el comportamiento de la bombilla convencional es simulado con una alta precisión en cada modo operativo. Un centro de control de ferrocarril (u otro centro de control) típicamente comprueba si una señalización conectada se comporta adecuadamente suministrándole una tensión particular. La comprobación incluye típicamente medir el consumo de corriente. Un consumo de corriente demasiado bajo indica un filamento de la bombilla con bajo resplandor, y una corriente demasiado alta indica un cortocircuito. En ambos casos, la señalización no brillará según se desea, y el centro de control del ferrocarril genera un mensaje de alarma. El consumo de corriente de la fuente de corriente constante y de la disposición de LED es, teniendo en cuenta ambos modos operativos, diferente de lo que se espera de una bombilla. Proporcionando y conmutando una resistencia en paralelo (mencionada también con "resistencia de pre-carga"), la tensión de AC en la entrada de tensión da como resultado el comportamiento de consumo de corriente esperado correspondiente a la bombilla simulada; así, no se genera ningún mensaje de alarma innecesario debido solamente a que se está usando una lámpara de señalización LED en vez de una bombilla. Obsérvese que la resistencia conmutable gasta algo de energía, pero esto está superado de lejos por los gastos reducidos del equipamiento en el centro de control de ferrocarril. La fiabilidad y la vida útil incrementadas de los LEDs en comparación con las bombillas, son también utilizadas plenamente con la invención.

Realizaciones preferidas de la invención

Una realización preferida del circuito eléctrico prevé que el circuito eléctrico comprenda varios circuitos de bloque de LEDs conectados en paralelo a los dos terminales. De este modo, la luminosidad global puede ser incrementada de una manera simple. Los bloques de LEDs pueden ser intercambiados como un conjunto en caso de que se presente

algún defecto.

En un desarrollo más ventajoso de esta realización, solamente parte de los circuitos de bloque de LEDs, en particular solamente uno de los circuitos de bloque de LEDs comprende una resistencia conmutable. De esta manera, alguno de los bloques de LEDs (con preferencia uno) puede ser simplificado. Básicamente, sólo se necesita una resistencia conmutable para simular el comportamiento de una bombilla. Los valores de resistencia de la resistencia conmutable en los dos modos operativos deberán ser adaptados al consumo de corriente de los LEDs que simulan la bombilla (en particular al número de LEDs o de bloques de LEDs).

En una realización preferida del circuito eléctrico de la invención, el circuito comparador comprende un elemento de referencia, con su entrada de referencia conectada a los terminales a través de un divisor de tensión, con uno de sus contactos de control conectado a la salida de señalización del circuito comparador, y con uno de sus contactos de control conectados a uno de los terminales. Por medio del divisor de tensión, se puede adaptar el umbral de conmutación en el elemento de referencia (y con ello el nivel crítico de la tensión de AC rectificada). Dependiendo de la tensión en los terminales, los contactos de control son cortocircuitados o no, estableciendo de ese modo una salida de señalización del circuito comparador respecto al potencial del terminal conectado o no. El elemento de referencia puede ser de tipo LM431, por ejemplo. Un elemento de referencia adecuado para la invención es conocido también a partir del documento EP 1 787 886 B1, en particular a partir de la Figura 2 del mismo.

También es ventajosa una realización en la que la salida de señalización del circuito comparador está conectada a uno de los terminales a través de una capacidad y una resistencia, con dicha capacidad y dicha resistencia conectadas en paralelo. Por medio de la capacidad, las variaciones sobre un ciclo de la tensión de AC rectificada se igualan, de tal modo que se evita una conmutación innecesaria. Por medio del resistor, la salida de señalización del circuito comparador es descargada de tal modo que los cambios a largo plazo de la tensión de AC rectificada tienen impacto sobre la señal presente en la salida de señalización del circuito comparador.

En una realización preferida, la fuente de corriente constante conmutable comprende una fuente de corriente constante conectada a uno de los terminales a través de una resistencia y un conmutador, con dicha resistencia y dicho conmutador conectados en paralelo. Dependiendo de las condiciones del conmutador, la fuente de corriente constante se alimenta con potencia de los terminales a través de la resistencia o directamente a través del conmutador. De este modo, la corriente directa de la fuente de corriente constante puede ser conmutada fácilmente.

En un desarrollo adicional preferido de esta realización, el conmutador comprende un transistor, con su base o puerta actuando como entrada de conmutación de la fuente de corriente constante conmutable. Ésta es una realización simple de conmutador con medios electrónicos.

Otro desarrollo adicional preferido de la realización anterior prevé que la fuente de corriente constante comprenda un transistor con su base o puerta conectada a uno de los terminales a través de un componente limitador de tensión, en particular un diodo tal como un diodo Zener. Ésta es una manera simple de realizar la fuente de corriente constante. La tensión limitada del elemento limitador de tensión, tal como un diodo, es bastante constante (incluso teniendo en cuenta las tolerancias debidas a los diferentes fabricantes o lotes y a las diferencias de temperatura), garantizando una corriente constante en la disposición de LED conectada.

Una realización ventajosa del circuito eléctrico de la invención se caracteriza porque la resistencia conmutable comprende:

- una conexión serie de una primera resistencia de pre-carga y un conmutador de pre-carga,
- y una segunda resistencia de pre-carga,

en donde dicha segunda resistencia de pre-carga está conectada en paralelo con la citada conexión serie de la primera resistencia de pre-carga y el conmutador de pre-carga. Cuando el conmutador de pre-carga se abre, solamente es efectiva la segunda resistencia de pre-carga; esto simula típicamente la operación diurna con corriente de LED alta (y corriente de resistor baja). Cuando el conmutador de pre-carga está cerrado, ambas primera y segunda resistencias de pre-carga son efectivas en paralelo; esto simula típicamente la operación nocturna con la corriente de LED baja (y corriente de resistor más alta). Este diseño es simple de realizar; obsérvese que se pueden usar otros diseños que dan como resultado una variación de resistencia (totalmente efectiva) cerrando o abriendo un conmutador, tal como una conexión serie de una primera y una segunda resistencias de pre-carga, con un conmutador de pre-carga en paralelo con uno de los conmutadores de pre-carga.

En un desarrollo más ventajoso de la realización anteriormente mencionada, el conmutador de pre-carga comprende un transistor, en particular con su base o puerta actuando como entrada de conmutación de la resistencia de conmutación. Con un transistor, la función de conmutación puede realizarse electrónicamente con medios simples.

Más preferida es una realización en la que el circuito electrónico comprende un diodo conectado en serie con un terminal. El diodo asegura la polaridad de la tensión más allá del rectificador de onda completa, en particular bloqueando las fluctuaciones/interferencias imprevistas de la tensión.

En otra realización preferida, la tensión de AC tiene una tensión de pico de aproximadamente 12 voltios, y el nivel crítico está entre 9,5 V y 11,5 V, en particular alrededor de 11 V. Dicho nivel de tensión de AC de 12 V es válido para el modo de operación diurno; durante el modo de operación nocturno, la tensión de AC tiene una tensión de pico de aproximadamente 8 V. Estos valores son adecuados para la mayor parte de las señalizaciones de ferrocarril y luces de tráfico.

Una realización altamente preferida prevé que la disposición de LED comprenda varios diodos emisores de luz, en particular dos diodos emisores de luz conectados en serie. Una pluralidad de diodos emisores de luz de una disposición de LED, típicamente conectados en serie, pueden generar una luminosidad más alta, en comparación con un solo LED, y beneficiosamente todos los LEDs de la disposición de LED pueden ser controlados de forma común.

Finalmente, en otra realización preferida, el circuito eléctrico está diseñado de tal modo que la corriente a través de la disposición de LED cambia en un factor de entre 10 y 100, con preferencia entre 20 y 60, más preferiblemente alrededor de 50, cuando se realiza una conmutación entre luminosidad de nivel bajo y luminosidad de nivel alto. Estos cambios de corriente conducen a adaptaciones de luminosidad que se han encontrado útiles en la práctica. Típicamente, en modo nocturno, debido a la baja corriente requerida por la disposición de LED, se dirige una corriente considerable a través de la resistencia conmutable para simular el comportamiento de una bombilla de filamento. Por el contrario, durante el modo diurno, básicamente toda la corriente es típicamente consumida por la disposición de LED, y nada o solamente un poco de corriente fluye a través de la resistencia conmutable.

También está dentro del alcance de la presente invención el uso de un circuito eléctrico según la invención en una señalización de ferrocarril o en una señalización de tráfico. El circuito eléctrico de la invención puede actuar como lámpara de señalización LED, sustituyendo a una bombilla convencional para la generación de señales luminosas de un modo de operación diurno y nocturno, en donde el modo de operación se determina mediante el nivel de tensión de AC alimentado a la señalización, tal como un nivel de tensión del 66% en el modo de operación nocturno en comparación con el modo de operación diurno.

Se pueden deducir otras ventajas a partir de la descripción y de los dibujos que se incluyen. Las características mencionadas en lo que antecede y en lo que sigue pueden ser usadas de acuerdo con la invención ya sea individualmente o ya sea en conjunto en cualquier combinación. Las realizaciones mencionadas no deben ser entendidas como una enumeración exhaustiva sino que por el contrario tienen carácter ejemplar respecto a la descripción de la invención.

Dibujos

La invención ha sido mostrada en el dibujo.

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de bloques del circuito eléctrico de la invención;

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de bloques de un circuito de bloque de LEDs de un circuito eléctrico de la invención; y,

La Figura 3 muestra un esquema de circuito de una realización de circuito de bloque de LEDs de un circuito eléctrico de la invención.

La **Figura 1** muestra un diagrama esquemático de bloques de un circuito eléctrico 1 de la invención para una lámpara de señalización LED.

El circuito eléctrico 1 comprende una entrada 2 de tensión, con dos contactos de entrada, para la introducción de tensión de AC. Esta tensión de AC es proporcionada por un centro de control de ferrocarril (u otro centro de control de señalización) que conmuta típicamente la tensión de AC entre:

- Alrededor de 12 V (tensión de pico) para un modo de operación diurno:
- Alrededor de 8 V (tensión de pico) para un modo de operación nocturno, y
- Cero (para el apagado de la señalización).

Típicamente, la tensión de AC tiene una frecuencia de 50-60 Hz y se origina en un transformador que rebaja la tensión de 230-240 V de la red de suministro.

La tensión de AC proporcionada a la entrada 2 de tensión, es alimentada a un rectificador 3 de onda completa, el cual rectifica la tensión de AC inmediatamente en semiondas consiguientes de forma serio de idéntica polaridad (positivas). La tensión rectificada es suministrada a dos terminales 4a, 4b. Obsérvese que el terminal 4b inferior está típicamente al potencial de masa.

A los terminales 4a, 4b se ha conectado, en el ejemplo representado, un circuito 5 de bloque de LEDs. Obsérvese que, alternativamente, se puede conectar a los terminales 4a, 4b una pluralidad de circuitos 5 de bloque de LEDs en

paralelo.

El circuito 5 de bloque de LEDs comprende una disposición 6 de LED alimentada mediante una fuente 7 de corriente constante conmutable; para los detalles del circuito 5 de bloque de LEDs, compárense las Figuras 2 y 3.

En la **Figura 2**, se ha ilustrado el principio básico de un circuito 5 de bloque de LEDs. La tensión de AC rectificada suministrada por el terminal 4a (con el terminal 4b al potencial de masa), tras haber pasado por el diodo 8, se alimenta a un circuito 9 comparador (o comparador de tensión). El circuito 9 comparador analiza si la tención de AC rectificada está por debajo o por encima de un nivel crítico V_{crit} de tensión, que en este caso es V_{crit} = 10,5 V. Si la tensión de AC rectificada cae por debajo, o se eleva por encima, de V_{crit}, son conmutados un conmutador S2 de pre-carga conectada y la fuente 7 de corriente constante conmutable.

La fuente 7 de corriente constante conmutable, energizada a través de los terminales 4a, 4b, está conectada en serie con una disposición 6 de LED, que comprende dos LEDs conectados en serie en este caso. Dependiendo del estado de conmutación de la fuente 7 de corriente constante conmutable, la disposición 6 de LED recibe una corriente constante alta (en modo de operación diurno, cuando la tensión de AC rectificada está por encima de V_{crit}) o una corriente constante baja (en modo de operación nocturno) cuando la tensión de AC rectificada está por debajo de V_{crit}).

El circuito 9 comparador hace también que conmute el conmutador S2 de pre-carga. En el modo de operación nocturno, el conmutador 10 de pre-carga está cerrado, de tal modo que los resistores 11, 12 de pre-carga son ambos efectivos, y una corriente relativamente alta pasa a través de los dos resistores 11, 12 de pre-carga. Obsérvese que en el modo de operación nocturno, el consumo de corriente de la disposición 6 de LED es relativamente bajo. En el modo de operación diurno, el conmutador S2 de pre-carga está abierto, de tal modo que el primer resistor 11 de pre-carga está desconectado y solamente es efectivo el segundo resistor 12 de pre-carga; y que solamente pasa una corriente relativamente baja a través del resistor 12 de pre-carga. Obsérvese que en el modo de operación diurno, el consumo de corriente de la disposición 6 de LED (junto con la fuente 7 de corriente constante) es relativamente alto. Por medio de la corriente que pasa a través de los resistores 11, 12 de pre-carga, se simula el consumo de corriente de una bombilla convencional. El conjunto de conmutador S2 de pre-carga y de resistores 11, 12 de pre-carga, se conoce también como resistencia conmutable.

La fuente 7 de corriente constante conmutable proporciona condiciones de corriente precisas sobre una amplia gama de temperaturas y de tolerancias de componentes, en particular tolerancias de LEDs. La integridad luminosa es altamente pronosticable en ambos modos de operación, y la producción en serie del circuito eléctrico, y más específicamente de un circuito de bloque de LEDs de tal circuito electrónico, resulta así factible.

Se debe apreciar que el circuito 5 de bloque de LEDs puede comprender otras fuentes de corriente constante conmutables y disposiciones de LED conectadas, en particular conectadas en paralelo a la fuente 7 de corriente constante conmutable y a la disposición 6 de LED mostrada en la Figura 2, con el fin de incrementar el número de LEDs energizados o la luminosidad de la lámpara de señalización LED como conjunto, respectivamente.

La **Figura 3** ilustra con mayor detalle una realización de un circuito 5 de bloque de LEDs a título de ejemplo en un esquema de circuito detallado.

El circuito 5 de bloque de LEDs está conectado entre dos terminales 4a, 4b que proporcionan una tensión de AC rectificada. El circuito 5 de bloque de LEDs comprende básicamente:

- Un circuito 9 comparador,
- Una fuente 7 de corriente constante conmutable (conectada en serie con una disposición 6 de LED), y
- Una resistencia 13 conmutable.

Estos tres subcircuitos 9, 7, 13 están conectados en paralelo a los terminales 4a, 4b, pero en serie con un diodo 8. El terminal 4b está al potencial de masas en el ejemplo representado.

El circuito 9 comparador comprende un elemento 14 de referencia con un punto de referencia de 2,5 V, con su RI de entrada de referencia conectada a los terminales 4a, 4b por medio de un divisor de tensión. Dicho divisor de tensión comprende dos resistores R1, R2, cuya relación entre ambos se elige de tal modo que un nivel crítico de tensión deseado V_{crit} entre los terminales da como resultado una tensión de 2,5 V en la entrada RI de referencia. Por ejemplo, si V_{crit} es de 10,5 V, entonces R2 es de aproximadamente 0,31*R1 (tal como R1 = 100 kOhmios y R2 = 31 kOhmios; es decir, que se prefieren resistencias relativamente altas, tal como por encima de 10 kOhmios, en el divisor de tensión con el fin de no desperdiciar potencia en el mismo). Conectado en paralelo con el resistor R2 se encuentra un condensador C1 para eliminar por filtrado interferencias.

El elemento 14 de referencia comprende dos contactos CC1, CC2 de control. CC2 está conectado al terminal 4a superior a través de un resistor R3. Si la tensión en la entrada RI de referencia está por encima de 2,5 V (es decir, si la tensión rectificada está por encima de V_{crit}), entonces CC2 está cortocircuitado con CC1 (es decir, con potencial

de masa); en otro caso, CC1 y CC2 están eléctricamente aislados cada uno con respecto al otro.

En consecuencia, en una salida de señalización SO del circuito 9 comparador, en donde la salida de señalización SO está conectada a CC2 a través de un resistor R4 y de un diodo 15, la señalización está "alta" siempre que la tensión en la entrada RI de referencia esté por debajo de 2,5 V (modo de operación noctumo), y la señalización está "baja" siempre que la tensión en RI esté por encima de 2,5 V (modo de operación diumo). Obsérvese que la señal en la salida de señalización SO está alisada sobre semiondas seno por medio de un condensador C2, con un resistor R5 en paralelo a efectos de descarga.

La salida de señalización SO es leída por una entrada SI1 de señal de la fuente 7 de corriente constante conmutable. La fuente 7 de corriente constante conmutable comprende una fuente 7a de corriente constante y un subcircuito 7b de conmutación. La fuente 7a de corriente constante comprende un transistor T1 (en este caso un transistor bipolar) con su emisor conectado al subcircuito 7b de conmutación a través de una resistencia R6, su colector conectado a una disposición 6 de LED, y su base conectada al terminal 4a superior a través de un componente limitador de tensión, en este caso un diodo Zener 16, de modo que una tensión máxima fija (en particular, la tensión limitada del componente limitador de tensión) está presente en la base (o a través del resistor R7, respectivamente). La corriente a través a través de la fuente 7a de corriente constante, y de ese modo a través de la disposición 6 de LED, está determinada por dicha tensión máxima fija y por lo tanto es altamente constante, dando como resultado un control alto sobre la iluminación de LED en la disposición de LED.

Por medio del subcircuito 7b de conmutación, la tensión alimentada al resistor R6 de la fuente 7a de corriente constante puede ser alterada, lo que altera a su vez la corriente a través de la disposición 6 de LED. Cuando la señal en la salida SO de señalización está "baja", entonces el conmutador S1 (materializado en la presente memoria como un transistor T2 de efecto de campo) está cerrado (es decir, el transistor T2 es conductor), de tal modo que en R6 existe el potencial del terminal 4a. Cuando la señal en la salida SO de señalización es "alta", entonces el conmutador S1 está abierto (es decir, el transistor T2 no es conductor), de tal modo que en la resistencia R6 existe un potencial reducido por efecto del resistor R8 en comparación con el terminal 4a.

La salida SO de señalización del circuito 9 comparador es también leída por la entrada SI2 de señal de la resistencia 13 conmutable. La resistencia 13 conmutable comprende un conmutador S2 de pre-carga que en este caso consiste en dos transistores T3 y T4. El transistor T3 (en este caso un transistor de efecto de campo) actúa idénticamente al transistor T2, de tal modo que una señal "baja" en la salida SO de señalización da como resultado que el potencial del terminal 4a (es decir, el potencial positivo) esté presente en el resistor R9, y una señal "alta" en la salida SO de señalización da como resultado que el potencial del terminal 4b inferior (es decir, de masa) esté presente en el resistor R9. A su vez, el potencial de masa en la base del transistor T4 (en este caso, un transistor bipolar) hace que el transistor T4 pase a conducción, y que a través del primer resistor 11 de pre-carga sea conducida algo de corriente desde el terminal 4a hasta el terminal 4b, adicionalmente a algo de corriente que fluye desde el segundo resistor 12 de pre-carga. El potencial positivo en la base del transistor T4, por el contrario, hace que el transistor T4 no sea conductor, y que no circule nada de corriente a través del primer resistor 11 de pre-carga. Entonces solamente puede fluir algo de corriente a través del segundo resistor 12 de pre-carga desde el terminal 4a hasta el terminal 4b.

Por lo tanto, si la tensión rectificada está por encima de V_{crit} (lo que indica el modo de operación diumo), entonces la señal en SO es "baja" y el resistor 12 de pre-carga es efectivo, dando como resultado una resistencia total alta y un flujo de corriente relativamente alto desde el terminal 4a hasta el terminal 4b, debido a la alta corriente en los LEDs. Por el contrario, si la tensión rectificada está por debajo de V_{crit} (lo que indica el modo de operación noctumo), entonces la señal en SO es "alta", y ambos resistores 11 y 12 de pre-carga son efectivos, dando como resultado una resistencia total baja y un flujo de corriente relativamente bajo, debido a una corriente baja en los LEDs.

De ese modo, se simula el comportamiento de una bombilla cuando se cambia su tensión de entrada. Obsérvese que eligiendo adecuadamente la relación de los resistores 11 y 12 de pre-carga, la contribución de corriente de la fuente 7 de corriente constante conmutable y, si es necesario, del circuito 9 comparador pueden ser tomadas en consideración, también.

REIVINDICACIONES

1.- Un circuito eléctrico (1) para una lámpara de señalización LED,

que comprende medios para conmutar entre una luminosidad de nivel bajo, en particular una luminosidad de nivel de operación nocturno, y una luminosidad de nivel alto, en particular una luminosidad de nivel de operación diurno, de la lámpara de señalización LED en función de una tensión de AC en una entrada (2) de tensión del circuito eléctrico (1),

- un rectificador (3) de onda completa para rectificar la tensión de AC alimentada a la entrada (2) de tensión del circuito eléctrico (1), proporcionando con ello una tensión de AC rectificada en dos terminales (4a, 4b), y
- al menos un circuito (5) de bloque de LEDs conectado a los terminales (4a, 4b),

y que el circuito (5) de bloque de LEDs comprende,

- una disposición (6) de LED que comprende al menos un diodo emisor de luz,
- un circuito (9) comparador que conmuta una tensión de señalización en una salida de señalización (SO) del circuito (9) comparador si la tensión de AC rectificada cruza un nivel crítico (V_{cnt}),

caracterizado porque el circuito eléctrico (1) comprende:

- una fuente (7) de corriente constante conmutable, con su entrada (SI1) de conmutación conectada a la salida de señalización (SO) del circuito (9) comparador, en donde la fuente (7) de corriente constante conmutable está conectada en serie con la disposición (6) de LED,
- y una resistencia (13) conmutable, con su entrada (SI2) de conmutación conectada a la salida (SO) de señalización del circuito (9) comparador, en donde el circuito (9) comparador, la resistencia (13) conmutable y la fuente (7) de corriente constante conmutable junto con la disposición (6) de LED, están conectadas en paralelo a los terminales (4a, 4b).

2.- Un circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el circuito eléctrico (1) comprende varios circuitos (5) de bloque de LEDs conectados en paralelo a los dos terminales (4a, 4b).

3.- Un circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que solamente parte de los circuitos (5) de bloque de LEDs, en particular solamente uno de los circuitos (5) de bloque de LEDs, comprende una resistencia (13) conmutable.

4.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el circuito (9) comparador comprende un elemento (14) de referencia, con su entrada (RI) de referencia conectada a los terminales (4a, 4b) a través de un divisor de potencial, con uno de sus contactos (CC2) de control conectado a la salida de señalización (SO) del circuito (9) comparador, y con uno de sus contactos (CC1) de control conectado a uno de los terminales (4b).

5.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la salida de señalización (SO) del circuito (9) comparador está conectada a uno de los terminales (4b) a través de una capacidad (C2) y de una resistencia (R5), con dicha capacidad (C2) y dicha resistencia (R5) conectadas en paralelo.

6.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fuente (7) de corriente constante conmutable comprende una fuente (7a) de corriente constante conectada a uno de los terminales (4a) a través de una resistencia (R8) y un conmutador (S1), con la citada resistencia (R8) y el citado conmutador (S1) conectados en paralelo.

7.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el conmutador (S1) comprende un transistor (T2), con su base o puerta actuando como entrada de conmutación (SI1) de la fuente (7) de corriente constante conmutable.

8.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** la fuente (7) de corriente constante comprende un transistor (T1), con su base o puerta conectada a uno de los terminales (4a) a través de un componente limitador de tensión, en particular un diodo tal como un diodo Zener (16).

9.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la resistencia (13) conmutable comprende:

- una conexión serie de una primera resistencia (11) de pre-carga y un conmutador (S2) de pre-carga,
- y una segunda resistencia (12) de pre-carga.

en donde dicha segunda resistencia (12) de pre-carga está conectada en paralelo a dicha conexión serie de la primera resistencia (11) de pre-carga y el conmutador (S2) de pre-carga.

10.- Circuito eléctrico de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** el conmutador (S2) de pre-carga comprende un transistor (T3, T4), en particular con su base o puerta actuando como entrada de conmutación (SI2) de la resistencia (13) de conmutación.

11.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el circuito electrónico (1) comprende un diodo (8) conectado en serie con el terminal (4a).

12.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la tensión de AC tiene una tensión de pico de aproximadamente 12 V, y porque el nivel crítico (V_{crit}) está comprendido entre 9,5 V y 11,5 V, en particular es de aproximadamente 11 V.

13.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la disposición de LED comprende varios diodos emisores de luz, en particular dos diodos emisores de luz conectados en serie.

14.- Circuito eléctrico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el circuito eléctrico (1) está diseñado de tal modo que la corriente a través de la disposición (6) LED cambia en un factor de entre 10 y 100, con preferencia entre 20 y 60, y más preferiblemente en alrededor de 50, cuando se conmuta entre luminosidad de nivel bajo y luminosidad de nivel alto.

15.- Uso de un circuito eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1 en una señalización de ferrocarril o en una señalización luminosa de tráfico.

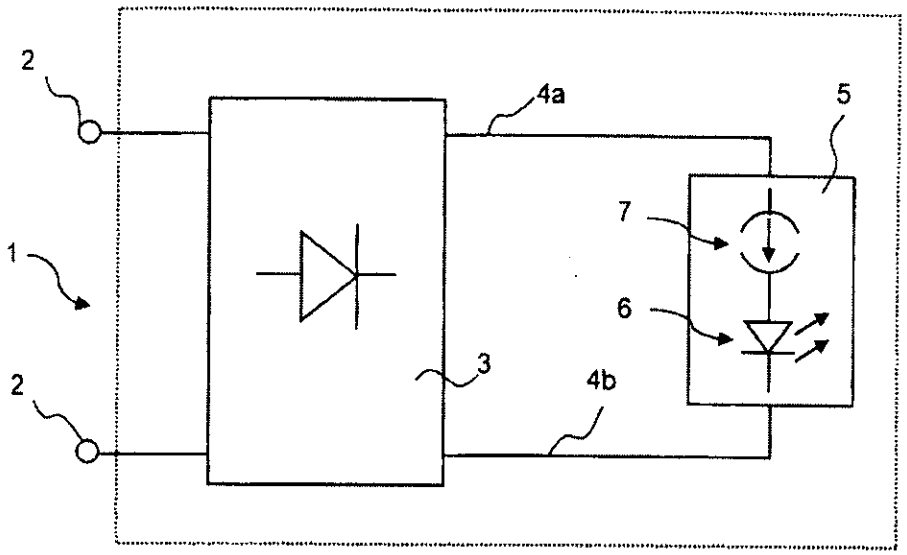

Fig. 1

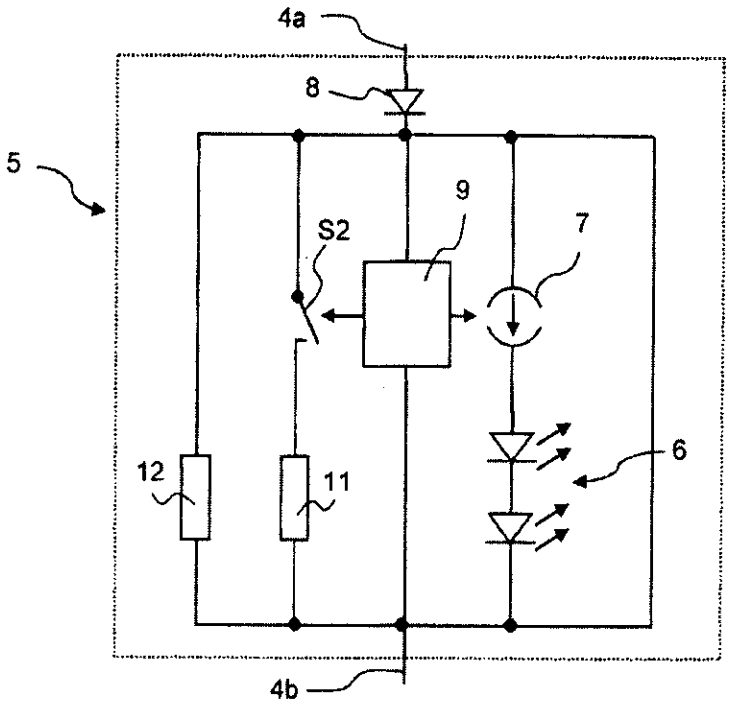

Fig. 2

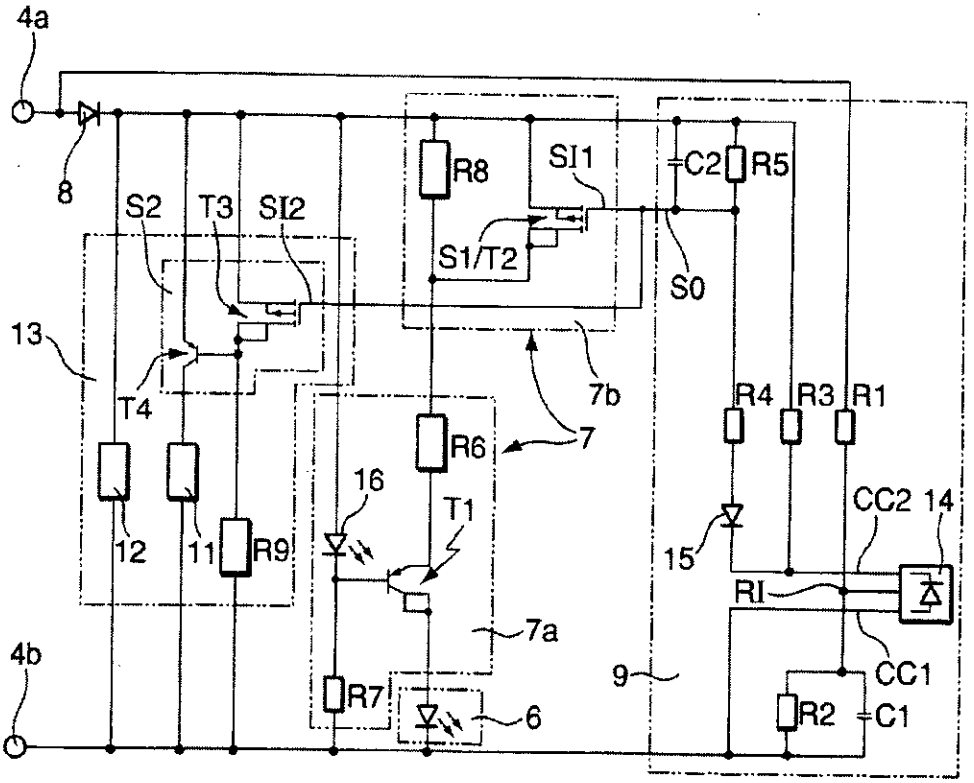
4a
8
S2
T3
SI2
R8
SI1
C2
R5
S1/T2
S0
13
T4
7b
R4
R3
R1
R6
7
16
T1
CC2
14
12
11
R9
15
RI
7a
4b
9
CC1
R7
6
R2
C1

Fig. 3