

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 501**

21 Número de solicitud: 201930117

51 Int. Cl.:

F21S 8/08 (2006.01)

E01F 9/20 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

15.02.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.08.2020

Fecha de concesión:

21.12.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

30.12.2020

73 Titular/es:

SACYR CONCESIONES S.L. (100.0%)
Paseo de la Castellana, 83-85
28046 MADRID (Madrid) ES

72 Inventor/es:

CASTILLO RECATALÁ, Daniel

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

54 Título: **Sistema de iluminación continua para túneles de carretera**

57 Resumen:

Sistema de iluminación continua para túneles, con una pluralidad de luminarias o dispositivos de iluminación (1), que comprenden una base (2) longitudinal con medios de fijación al túnel; un elemento de cierre (3) transparente o traslúcido; al menos una PCB (4) y una pluralidad de fuentes luminosas led (5) consecutivas conectadas a dicha PCB (4) formando al menos una fila con separación entre ellas tal que el ángulo de emisión (AE) en la dirección longitudinal del túnel permite una continuidad de haces de luz consecutivos, donde la separación entre leds (5) depende de la altura del dispositivo de iluminación (1) y; donde los medios de fijación de una base (2) al túnel comprenden medios de regulación de un ángulo de inclinación (AI) según dirección transversal del túnel, tal que su combinación con el ángulo de emisión permite una iluminación con uniformidad próxima al 100%.

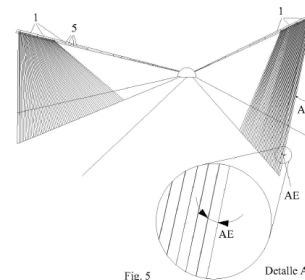


Fig. 5 Detalle A

ES 2 779 501 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Sistema de iluminación continua para túneles de carretera

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención corresponde al campo técnico de los sistemas de iluminación de túneles de carreteras, en concreto a un sistema de iluminación continua de los mismos.

10 **Antecedentes de la Invención**

En la actualidad existe una amplia experiencia en el diseño de la iluminación para carreteras y en concreto para los tramos de túneles, que requieren de unos condicionantes especiales debido a que suponen puntos o zonas oscuras dentro del trazado a recorrer por el conductor.

El problema principal que se genera se debe al elevado contraste entre la baja iluminación existente en el interior de los túneles y las altas luminancias exteriores durante el día, que produce problemas de visibilidad por las dificultades de adaptación del ojo humano.

Este problema se ocasiona a la entrada del túnel, debido a que los ojos de los conductores están adaptados a la elevada iluminación natural existente en el exterior y una determinada distribución de luminancias puede ocasionar el conocido efecto agujero negro, que impide a los conductores ver en el interior del túnel cuando están a una determinada distancia de la boca del mismo.

Por otra parte, a la salida del túnel se genera el efecto contrario, debido al contraste entre la baja iluminación interior y la elevada iluminación exterior, ocasionando deslumbramientos que reducen la capacidad de respuesta del conductor, hasta que sus ojos se habitúen al nuevo nivel de luminosidad exterior.

Dado que la adaptación visual del ojo humano es progresiva y requiere de cierto tiempo, la iluminación en el interior de los túneles se divide en unas zonas denominadas umbral, transición, interior y salida, cuya longitud depende de la velocidad de la vía y la longitud del túnel.

Cada una de estas zonas requiere de unos niveles de iluminación que varían en función de las condiciones de iluminación exterior del túnel. La longitud de la zona umbral y la de salida, al igual que ocurre con la zona de transición, suele ser mucho menor que la de la zona interior, sin embargo debido a sus necesidades lumínicas diurnas, estas zonas
5 presentan consumos energéticos que suponen la mayoría del consumo energético del túnel, a pesar de su menor longitud.

Además del condicionante del nivel de luminancia, debe tenerse en cuenta otros factores, como son una uniformidad en la iluminación, evitando cebreados y zonas oscuras, una
10 distribución de los puntos de luz que no genere un efecto flicker, consistente en un parpadeo debido a las variaciones cíclicas de la luminancia en el campo de visión, ni un efecto Purkinje, debido al cambio en el modo de visión del ojo.

Los sistemas de iluminación de túneles suelen constar de un alumbrado permanente, que está
15 encendido en todo momento a lo largo de todo el túnel y un alumbrado de refuerzo, que se enciende de día únicamente en las zonas de umbral y de salida.

Estos modos de iluminación generan un elevado consumo eléctrico, tanto del alumbrado permanente, que está encendido durante todo el día, como del de refuerzo, que representa una
20 elevada potencia adicional.

Normalmente, en la iluminación de túneles se ha venido utilizando lámparas de vapor de sodio por su elevada eficacia luminosa, mayor cuanto mayor es la potencia consumida por las mismas. La utilización de luminarias de mayor potencia permite una mayor separación entre las
25 mismas, pero debe controlarse esta separación, pues si se separan en exceso se genera el mencionado efecto de cebreado o falta de uniformidad longitudinal.

La aparición de la tecnología led, ofrece la posibilidad de utilización de luminarias de elevada eficacia a precios más bajos, lo que resulta una gran ventaja dados los elevados consumos de
30 iluminación en túneles.

Además, la iluminación a base de leds presenta otras ventajas como una mayor duración y por tanto un ahorro en mantenimiento, una menor reducción del rendimiento con el tiempo de uso, así como la posible elección de la temperatura de color y la regulación del consumo según las
35 necesidades lumínicas.

No obstante, a pesar de todas estas posibles ventajas, en la actualidad no se ha impuesto la utilización de la tecnología led en iluminación de túneles como era de esperar, y simplemente se han limitado a la fabricación de proyectores para túneles, similares a los existentes de vapor de sodio pero con leds.

5

Esto no ha supuesto gran ventaja frente a lo ya existente, pues los leds más avanzados tienen una eficacia luminosa similar a las lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400W. Por lo que la mayoría de los estudios de cambio a leds se han limitado al alumbrado permanente, donde sí puede llegarse a conseguir una pequeña ventaja en eficacia luminosa frente a los proyectores de VSAP (Vapor de Sodio de Alta Presión) de 150W o 250W, que suelen distribuirse a distancias entre 20 y 30 metros.

10

Sin embargo, carece de sentido realizar el estudio para el alumbrado de refuerzo, y los ahorros producidos en el alumbrado permanente son tan pequeños que es cuestionable el retorno de la inversión necesaria para cambiar los proyectores de VSAP existentes por otros de leds.

15

Como ejemplo del estado de la técnica puede mencionarse el documento de referencia CN102374452 que divulga el empleo de proyectores de leds de entre 80 y 200W, incluyendo diversas tablas con los resultados de luminancias obtenidos con estas fuentes de luz en los distintos tramos a considerar en la iluminación de un túnel. En dicho documento se ponen de manifiesto las ventajas de la duración de las lámparas de leds frente a otras tecnologías (fluorescente, halogenuros metálicos, VSAP, etc.), las ventajas adicionales de cara a un mejor control del nivel de iluminación en función de las características exteriores y la ventaja de que se trate de fuentes direccionales y no dispersas (lámparas voluminosas que distribuyen la luz en todas direcciones).

20

25

Se expone igualmente el elevado índice de reproducción cromática (CRI) frente a otras fuentes como las lámparas de vapor de sodio. Todas estas circunstancias hacen que un sistema de iluminación de túneles con leds sea más rentable económicamente y suponga una mejora de la seguridad.

30

Sin embargo, en este documento no plantea ninguna mejora mediante la utilización de leds que permita obtener una gran uniformidad en la iluminación del túnel, próxima al 100%, mediante el empleo de puntos de luz de poca potencia distribuidos a pequeñas distancias. Tampoco se plantea el aprovechamiento de la posible direccionalidad de los leds.

35

Como mejora de este planteamiento, el solicitante es titular de un documento de referencia WO2018065651 en el que se plantea un sistema de iluminación que se basa en el empleo de luces pequeñas de leds en vez de grandes focos para lograr una uniformidad cercana al 100% y aprovechar la posibilidad que aportan los leds de realizar esta distribución con puntos de poca potencia, y a la vez de dirigir con exactitud la luz a la calzada y el entorno que es necesario iluminar (como arcenes y aceras) en la medida exacta y sin desperdiciar nada.

A diferencia de lo que ocurre en el documento CN102374452 en el que solo se tiene en cuenta el ángulo de inclinación en sentido transversal al túnel de los proyectores, en el documento WO2018065651, para lograr una uniformidad cercana al 100%, los dispositivos de emisión de luz están provistos de lentes de cierre que posibilitan un ángulo de emisión predeterminado en sentido longitudinal de los haces luminosos.

Por tanto, con el nuevo sistema planteado en el documento WO2018065651, no se busca un empleo de proyectores led de mayor potencia con el único objetivo de poder sustituir a los de otras tecnologías (principalmente vapor de sodio de alta presión) a unas interdistancias similares a las que actualmente se emplean con esta tecnología, es decir, no se busca sustituir un sistema de iluminación existente por otro con luminarias de leds situados en los mismos puntos, sino que lo que se busca es lograr un sistema totalmente nuevo con una distribución continua de pequeños puntos de luz.

No obstante, las últimas investigaciones del solicitante han llevado a la conclusión de que este nuevo sistema planteado puede mejorarse en ciertos aspectos, ya que al estar formado por múltiples luminarias constituidas cada una de ellas por un led fijado al túnel con su lente de cierre individual, precisa de una instalación más complicada y lenta que si se considerara la instalación de un conjunto de dispositivos de iluminación o luminarias que incorporen una pluralidad de fuentes de luz led de forma conjunta.

Además, cuanto mayor es la separación entre luminarias, se precisa de una mayor potencia de las mismas para poder abarcar con sus haces de luz el área objeto de iluminación entre ambas, evitando zonas de sombra, por lo que a mayor potencia se obtiene una menor durabilidad.

Por otro lado, dado que cada luminaria está fijada de forma independiente al túnel, se precisa de medios de anclaje para cada una de dichas luminarias, lo que resulta costoso tanto económicamente como en términos de tiempo de instalación y mano de obra empleada.

Sería necesario por tanto encontrar un nuevo sistema que permita resolver estos inconvenientes manteniendo una uniformidad longitudinal en la iluminación del túnel próxima al 100%.

5

Descripción de la invención

El sistema de iluminación continua para túneles de carretera, que aquí se presenta comprende una pluralidad de dispositivos de iluminación o luminarias fijados en el interior del túnel. Estos dispositivos de iluminación están dispuestos de forma consecutiva y separados entre sí una distancia inferior a la correspondiente a la frecuencia de parpadeo para la velocidad de circulación correspondiente al túnel.

Cada uno de los dispositivos de luz comprende una base longitudinal que presenta medios de fijación al interior del túnel, un elemento de cierre transparente o traslúcido que presenta unos primeros medios de sujeción a dicha base y cuya longitud es igual a la misma, al menos una placa de circuito impreso (PCB) dispuesta en el interior del dispositivo de luz, fijada a la base y conectada a una red de suministro eléctrico mediante unos medios de conexión, y una pluralidad de fuentes luminosas led, conectadas a dicha PCB, de manera que cada PCB constituye la fijación y los circuitos de alimentación de una pluralidad de fuentes luminosas led. Estas fuentes luminosas led están dispuestas formando al menos una fila según la dirección longitudinal de la PCB.

Dichas fuentes luminosas led presentan una distancia de separación entre ellas tal que el ángulo de emisión de haces luminosos sobre un área objetivo en la dirección longitudinal del túnel permite una continuidad de los mismos para cada par de fuentes luminosas consecutivas según una misma fila, donde el valor de la distancia de separación entre fuentes luminosas depende de la altura de ubicación del dispositivo de iluminación.

En lo referente a los medios de fijación de la base al interior del túnel, éstos comprenden medios de regulación de un ángulo de inclinación del haz luminoso según la dirección transversal del túnel, de manera que el ajuste de los ángulos de emisión y de inclinación permite una iluminación del área objetivo con una uniformidad longitudinal próxima al 100%.

Con el sistema de iluminación continua para túneles de carretera que aquí se propone se obtiene una mejora significativa del estado de la técnica.

Esto es así pues se consigue un sistema de iluminación continuo, en el que cada dispositivo de iluminación comprende una pluralidad de fuentes luminosas led conectados a una PCB de las posibles que puede contener dicha luminaria. A diferencia de otros sistemas en los que cada fuente luminosa led constituye un dispositivo de iluminación independiente con su propia lente de cierre, en este sistema que se propone, cada dispositivo de iluminación contiene múltiples fuentes luminosas, en este caso de naturaleza led, así como unos medios de fijación al túnel del dispositivo en conjunto y no de cada fuente luminosa led por separado. Todo esto permite una mayor simplicidad en el montaje e instalación del sistema de iluminación, lo que repercute en una significativa reducción en tiempos y costes de dichas partidas así como en la mano de obra que debe emplearse.

Igualmente, en cuanto a la conexión eléctrica, cada uno de las fuentes luminosas led está conectado a una PCB, y es dicha PCB la que se conecta a la red de suministro, evitando la existencia de múltiples conexiones, lo que consigue facilitar la instalación y los costes en material y mano de obra.

Además, este sistema presenta la ventaja de que se ofrece una sensación de iluminación continua, debido a dicha proximidad entre las fuentes luminosas led.

Por otra parte, en este sistema se considera igualmente la posibilidad, en caso de entenderse necesario, de poder utilizar una pluralidad de elementos de orientación y elementos ópticos tales como lentes o reflectores, cada uno asociado a una o varias fuentes luminosas led, de manera que se obtiene una iluminación con la fotometría deseada, tanto simétrica como asimétrica en los planos transversal y longitudinal.

Este sistema de iluminación, mediante el ajuste del ángulo de inclinación en combinación con el ángulo de emisión permite una iluminación del área objetivo con una uniformidad longitudinal próxima al 100%, resultando un sistema muy eficaz, sencillo de instalar, con menores tiempos y costes y con unos resultados muy favorables en cuanto a la durabilidad y rendimiento de las fuentes de luz led, lo que se traduce en menos trabajos de reparación y conservación.

Breve descripción de los dibujos

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se aporta como parte

integrante de dicha descripción, una serie de dibujos donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

5 La Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de iluminación de un sistema de iluminación continua para túneles de carretera, para un primer modo de realización preferente de la invención.

10 Las Figuras 2.1 y 2.2.- Muestran unas vistas en sección longitudinal y transversal de un dispositivo de iluminación de un sistema de iluminación continua para túneles de carretera, para un primer modo de realización preferente de la invención.

La Figura 3.- Muestra una vista en alzado de los medios de fijación de la base al interior del túnel, para un primer modo de realización preferente de la invención.

15 La Figura 4.- Muestra una vista en perspectiva de los medios de fijación de la base al interior del túnel, con un determinado ángulo de inclinación, para un primer modo de realización preferente de la invención.

20 La Figura 5.- Muestra una vista en perspectiva de un túnel con un sistema de iluminación continua para túneles de carretera para un primer modo de realización preferente de la invención.

25 La Figura 6.- Muestra una vista en perspectiva de los dispositivos de iluminación de un sistema de iluminación continua para túneles de carretera, para un segundo modo de realización preferente de la invención.

La Figura 7.- Muestra una vista en sección del dispositivo de iluminación continua para túneles de carretera para un segundo modo de realización preferente de la invención.

30 La Figura 8.- Muestra una vista en perspectiva del dispositivo de iluminación continua para túneles de carretera, con el cierre lateral, para un segundo modo de realización preferente de la invención.

35 La Figura 9.- Muestra una vista en perspectiva del dispositivo de iluminación continua para túneles de carretera, con el cierre lateral y la conexión a los medios de suministro de corriente, para un segundo modo de realización preferente de la invención.

Descripción detallada de un modo de realización preferente de la invención

5

A la vista de las figuras aportadas, puede observarse cómo en un primer modo de realización preferente de la invención, el sistema de iluminación continua para túneles de carretera, que aquí se propone comprende una pluralidad de luminarias o dispositivos de iluminación (1) fijados en el interior del túnel.

10

Como se muestra en la Figura 5, en este primer modo de realización preferente de la invención, las luminarias o dispositivos de iluminación (1) se fijan en este caso en la pared del túnel, a una altura que puede estar comprendida entre 20cm y 5m y, presentan una apariencia de iluminación continua. No obstante, en otros modos de realización pueden fijarse en el techo del mismo.

15

En dicha Figura 5, puede observarse igualmente que las luminarias o dispositivos de iluminación (1) están dispuestos de forma consecutiva, y separados una distancia inferior a la de la frecuencia de parpadeo para la velocidad de circulación correspondiente al túnel. En este modo de realización preferente de la invención, están dispuestos según la dirección longitudinal del túnel y siendo la velocidad del túnel en este caso de 100km/h y la frecuencia de parpadeo o flicker de 15Hz, dicha distancia debe ser inferior a 1'85m.

20

Así mismo, como se muestra en las Figuras 1, 2.1 y 2.2, cada uno de las luminarias o dispositivos de iluminación (1) comprende una base (2) longitudinal, que en este primer modo de realización está formada por un perfil longitudinal de aluminio, pero en otros modos de realización puede estar formada por una pieza de aluminio o de otro material de fundición, estampación o chapa grecada. Esta base (2), presenta además medios de fijación al interior del túnel.

30

El dispositivo de iluminación (1) o luminaria comprende a su vez un elemento de cierre (3) transparente o traslúcido que presenta unos primeros medios de sujeción a dicha base (2) y cuya longitud es igual a la longitud de la misma, al menos una placa de circuito impreso (PCB) (4) dispuesta en el interior del dispositivo de iluminación (1), fijada a la base (2) y conectada a una red de suministro eléctrico mediante unos medios de conexión y, una pluralidad de fuentes luminosas led (5), conectadas a dicha PCB (4) y dispuestas formando

35

al menos una fila según la dirección longitudinal de la PCB. Como se muestra en la Figura 1, en este primer modo de realización preferente de la invención, la pluralidad de fuentes luminosas led (5) están dispuestas formando una única fila.

- 5 No obstante, en otros modos de realización pueden formar 2, 3 o el número de filas que interese, tal y como se muestra en la Figura 6, en la que se representa un segundo modo de realización en el que las fuentes luminosas led (5) están dispuestas formando dos filas según la dirección longitudinal de la PCB (4).
- 10 Estas fuentes luminosas led (5) presentan una distancia de separación entre ellas tal que el ángulo de emisión (AE) de haces luminosos sobre un área objetivo en la dirección longitudinal del túnel permite una continuidad de los mismos para cada par de fuentes luminosas led (5) consecutivas, como se muestra en el detalle A de la Figura 5. El valor de dicha distancia de separación entre leds (5) depende de la altura de ubicación del dispositivo
- 15 de iluminación (1), que puede estar comprendida entre 20cm y 5m, según las condiciones particulares del túnel a iluminar.

En la Figura 5 se representa únicamente los haces de luz de las fuentes luminosas led (5) de dos luminarias o dispositivos de iluminación (1) en ambos lados de la calzada (para no

20 sobrecargar la figura con las líneas correspondientes a los haces de todos los leds), siendo suficiente para poder observarse la sensación de continuidad de dichos haces de luz sobre la calzada. Dicha continuidad puede apreciarse en el detalle A de la Figura 5, en la que se muestra la proximidad de los haces de luz, y esta continuidad es prácticamente completa desde la posición de los leds (5) desde donde emergen los haces de luz hasta la calzada,

25 como se muestra en la Figura 5, siendo la pequeña separación existente en la zona más elevada, donde se encuentran las fuentes luminosas led (5), inapreciable para el ojo humano. Por ello la sensación de continuidad lograda con esta solución.

Por otra parte, los medios de fijación del base (2) al interior del túnel comprenden medios de

30 regulación de un ángulo de inclinación (AI) del haz luminoso según la dirección transversal del túnel, de manera que el ajuste de los ángulos de emisión y de inclinación (AE, AI) permite una iluminación del área objetivo con una uniformidad longitudinal próxima al 100%.

El área objetivo en este modo de realización es una calzada, pero en otros modos de

35 realización puede ser una parte de la misma.

En este modo de realización preferente de la invención el base (2) del dispositivo de iluminación (1) que está formada por un perfil de aluminio presenta una longitud de 2m. No obstante, en otros modos de realización, en función de la longitud del túnel, pueden utilizarse perfiles de longitudes diferentes, cuya longitud está comprendida en rango de entre
5 20cm y 3 m.

En este primer modo de realización preferente de la invención, el propio elemento de cierre (3) transparente o traslúcido está formado por una lente con funcionalidad óptica dispuesta sobre una pluralidad de fuentes luminosas led (5). Por tanto, en este caso, la lente es
10 longitudinal y presenta la misma longitud que la base (2) a la que está sujeta.

No obstante, en otros modos de realización, el dispositivo luminoso (1) puede comprender en su interior al menos una lente (9) con funcionalidad óptica dispuesta sobre al menos una fuente luminosa led (5), que presenta unos segundos medios de sujeción a la base (2).
15

Este es el caso del segundo modo de realización preferente de la invención, representado en la Figura 6, en el que como puede observarse, la luminaria o dispositivo de iluminación (1) comprende tres PCBs (4) que presentan conectados a las mismas una pluralidad de fuentes luminosas led (5). Así mismo, sobre dichas fuentes luminosas led (5) existen unas
20 lentes (9) con funcionalidad óptica tal que cada lente (9) está dispuesta, en este ejemplo, sobre cuatro fuentes luminosas led (5) y sobre todas estas lentes (9) existe el elemento de cierre (3) transparente o traslúcido.

Además, en este segundo modo de realización preferente de la invención, al menos una de
25 las lentes (9) presenta una funcionalidad óptica distinta de la del resto de lentes (9), de manera que con la distinta funcionalidad óptica de estas lentes (9) puede obtenerse la fotometría deseada en cada caso concreto.

En el primer modo de realización, en el que la lente es longitudinal y coincidente con el
30 elemento de cierre (3), ésta está formada por policarbonato, pero cualquier experto en la materia entenderá que pueden utilizarse otros materiales con similares características. Por su parte, los primeros medios de sujeción del elemento de cierre (3), coincidente con la lente en este caso, a la base (2) están formados por unas grapas (6) laterales aptas para encajarse en sendas hendiduras (7) existentes en los laterales del base (2), tal y como se
35 muestra en la Figura 2.1.

En el primer modo de realización preferente de la invención, cada luminaria o dispositivo de iluminación (1) comprende en su interior cuatro PCBs (4) consecutivas de 8mm de espesor y 497mm de longitud. En cada una de las PCB (4) se conectan 16 fuentes luminosas led (5) conectadas en serie.

5

En otros modos de realización, en función de la longitud del dispositivo de iluminación (1), puede existir un distinto número de PCBs (4) en el mismo, que pueden estar conectadas en paralelo o en serie. Así mismo, según el número de PCBs (4) y la longitud de la base (2), se determina la longitud de cada una de estas PCB (4), por lo que la longitud de las mismas es variable y definida para cada caso concreto.

10

Del mismo modo, cada una de las PCB (4) puede llevar un número variable de fuentes luminosas led (5). En este primer modo de realización se consideran 16 fuentes luminosas led (5) distribuidos en una única fila, pero como ya se ha indicado, en otros modos de realización, como por ejemplo el segundo modo propuesto, pueden estar distribuidos en dos o más filas y variar el número de leds (5) conectados a una misma PCB (4).

15

Así pues, dado que la longitud máxima de la base (2) de una luminaria o dispositivo de iluminación (1) es de 3m, en un caso extremo y para una interdistancia mínima entre fuentes luminosas led (5) de 0,5cm, un dispositivo de iluminación (1) puede llegar a contener 600 leds (5) conectados a las PCBs (4) interiores al mismo. Por otra parte, el número total de fuentes luminosas led (5) del dispositivo de iluminación (1), se reparten entre las PCBs (4) que presente éste en su interior, por lo que en función del número de PCBs (4), éstas comprenden más o menos fuentes luminosas led (5) conectados a cada una de ellas.

20

25

En este primer modo de realización preferente de la invención, las cuatro PCBs (4) están conectadas en paralelo y, los extremos de la base (2) longitudinal presentan un cierre lateral (8) del dispositivo de iluminación (1), de manera que el extremo de las dos PCBs (4) dispuestas en los extremos de la base (2), coincidente con el correspondiente extremo de la base (2), comprenden una conexión a la fuente de alimentación respectivamente y, el cierre lateral (8) en ambos extremos de la base (2) presenta un elemento de paso (no representado en las Figuras) del cable de conexión a través del mismo. Este cierre lateral (8) está sellado con silicona para lograr la estanqueidad del dispositivo de iluminación (1).

30

35

En la Figura 7 se muestra una sección del dispositivo de iluminación (1) para un segundo modo de realización preferente de la invención y dada esta sección, en la Figura 8 puede

observarse el cierre lateral (8) para este segundo modo de realización propuesto, que comprende juntas de estanqueidad (10) de silicona, entre el cierre lateral (8) y la base (2).

5 Por otra parte, para facilitar el paso del cable de conexión (11) a los medios de suministro, este cierre lateral (8) presenta en el orificio de paso (12) una pieza de paso (13), como puede observarse en la Figura 9.

10 En el primer modo de realización preferente de la invención, los medios de conexión de la al menos una PCB (4) a la red eléctrica de suministro de corriente alterna incluyen medios de suministro de corriente continua a la misma y medios de regulación de la intensidad y/o la tensión de la corriente continua suministrada a las fuentes luminosas led (5) que en este caso comprenden un driver. En otros modos de realización el sistema puede comprender dos o más drivers, en función de las características de dicho sistema y del número de dispositivos del mismo.

15 Así pues, el segundo modo de realización propuesto es un ejemplo de sistema de iluminación que comprende más de un driver y en este caso, las fuentes luminosas led (5) de un dispositivo de iluminación (1) están conectadas a al menos dos drivers dispuestos en paralelo.

20 Así mismo, en este segundo modo de realización que se muestra en la Figura 6, las fuentes luminosas led (5) de un dispositivo de iluminación (1) están configuradas según al menos dos grupos, donde cada uno de estos grupos está alimentado por un circuito eléctrico diferente. Así pues, este diseño es particularmente útil para su utilización en zonas de refuerzo de los túneles, de manera que parte de las fuentes luminosas led (5) están alimentados por un circuito eléctrico destinado al alumbrado permanente, y otra parte de ellos está alimentado por un circuito eléctrico destinado al alumbrado de refuerzo o diurno. En este caso por ejemplo, la luminaria o dispositivo de iluminación (1) presenta una potencia de 150W y está compuesto por múltiples fuentes luminosas led (5), de manera que una parte de estos leds, hasta completar los 5W se destinan al alumbrado permanente y se alimentan a través de un driver individual o compartido con otros dispositivos de iluminación (1) próximos, mientras los leds correspondientes a los 145W restantes se destinan al alumbrado de refuerzo y son igualmente alimentados a través de un driver individual o compartido con otros dispositivos de iluminación (1) próximos.

35

Con esto consigue evitar el tener que instalar unos dispositivos de iluminación (1) para el alumbrado permanente y otros para el de refuerzo, pudiendo lograr un diseño lineal continuo con los mismos dispositivos de iluminación (1), válidos tanto para el día como para la noche en aquellas zonas en que es necesaria una iluminación de refuerzo.

5

En el primer modo de realización preferente de la invención, las fuentes luminosas led (5) presentan una potencia nominal comprendida entre 0 y 100W, y preferentemente entre 0 y 50W. Así mismo, esta potencia nominal de forma particularmente preferente está comprendida entre 0 y 5W, siendo tal que en este modo de realización se considera de forma concreta un valor de 0,5W. No obstante, la potencia de un led no es un valor fijo, sino un rango variable muy grande que depende de la intensidad de alimentación en un instante, por ello la presente invención no contempla trabajar con potencia máxima, sino con potencia nominal muy por debajo de la anterior.

10

15 Por otra parte, con el objetivo de aumentar tanto la vida útil como la eficacia de dichas fuentes luminosas led (5), se utiliza el mencionado driver, cuya potencia debe ser al menos la que requieren nominalmente los leds, que en este caso es de 270W para un conjunto de 25 dispositivos luminosos (1) de 2m de longitud cada uno. Se considera una tensión de entrada entre 90 y 295Vac, una corriente de salida de 8 A y un voltaje de salida entre 40 Vcc

20 y 54Vcc. Estos valores son variables según las características tanto del driver como del número de dispositivos de iluminación (1) a alimentar y del número y potencia de las fuentes luminosas led (5) conectadas a los mismos.

20

La potencia del driver por su parte no es un valor fijo, sino que presenta un rango variable muy grande, dependiendo esta potencia en cada instante de tiempo de la intensidad de alimentación en cada instante.

25

En este modo de realización preferente de la invención, cada driver y sus 25 luminarias o dispositivos de iluminación (1) asociados constituyen un sistema luminoso lineal de 50m con 1600 leds (5), por cada uno de los cuales circula una intensidad de 60mA. Esta intensidad es variable igualmente, en función de del driver y las fuentes luminosas led (5) a utilizar.

30

A modo de ejemplo, puede considerarse en otros modos de realización, que en función de la longitud del túnel el driver puede alimentar a un número diferente de luminarias o dispositivos de iluminación (1). El número de dispositivos alimentados desde un mismo driver puede variar entre 1 a 100 unidades.

35

Así por ejemplo, en el caso de alimentar a 24 dispositivos de iluminación (1), correspondientes a una longitud de túnel de 48m, la intensidad en cada led (5) sería de 62,5mA, resultando un 4,16% más de iluminación en esos 48m que en los 50m considerados inicialmente, mientras que si el driver alimenta a 26 dispositivos luminosos (1), correspondientes a una longitud de túnel de 52m, la intensidad en cada led (5) sería de 57,69mA, obteniéndose un 3,85% menos de iluminación en el tramo de túnel de 52m que en el de 50m.

10 Por otra parte y volviendo al modo de realización aquí propuesto, en el que se considera una longitud de 50m de túnel iluminada mediante 25 luminarias o dispositivos de iluminación (1) alimentados por un mismo driver, cada uno de los dispositivos de iluminación (1) comprende 64 leds (5) y por tanto dicho driver está alimentando un total de 1600 leds (5), con lo que la potencia de cada uno de los leds (5) es de 0,1688W, muy inferior a la potencia nominal correspondiente a dichos leds (5), por lo que se va a conseguir una mayor eficacia.

Por otra parte, en este ejemplo, la eficacia de cada luminaria o dispositivo de iluminación (1) es de 129,94 lum/W, resultado de la relación entre el flujo luminoso emitido por dicho dispositivo de iluminación (1) (1403 lum) y la potencia del mismo (10,8W).

20 En otros modos de realización preferente de la invención, esta eficacia luminosa presenta un valor que varía respecto al obtenido para este modo de realización propuesto. Esta variación va a depender del flujo luminoso del dispositivo de iluminación (1) y de la potencia de las fuentes luminosas led (5) y como consecuencia, del propio dispositivo de iluminación (1), cumpliéndose que el valor de esta eficacia luminosa está comprendido entre 50 y 200 lum/W.

Se aporta a continuación una tabla de los valores correspondientes a este ejemplo presentado como modo de realización preferente de la invención:

30

	Led	PCB	Dispositivo de iluminación	Driver
Nº leds	1	16	64	1600
Nº PCBs	0,0625	1	4	100
Longitud (m)	0,031	0,5	2	50

Intensidad (mA)	60	60	240	6000
Tensión (Vcc)	2,81	45	45	45
Potencia (W)	0,1688	2,7	10,8	270
Flujo (lum)	21,93	350,8	1403	35084

Por otra parte, se ha realizado un estudio de vida útil de las fuentes luminosas led (5), con una temperatura de soldadura (T_s) de $54,5^{\circ}\text{C}$ y una corriente continua de salida (I_f) de 120 mA, obteniéndose como resultado que después de 71.000horas (>8años), se pierde
5 solamente el 30% de la luminancia inicial.

En el modo de realización preferente de la invención se considera una alimentación de 60mA, la mitad de la considerada en el ensayo, e incluso de valores inferiores en horario nocturno. El hecho de reducir la alimentación a la mitad mejora significativamente la vida y la
10 eficiencia de estas fuentes luminosas led (5), alcanzándose en este caso más de 150.000horas (>17 años).

Debe señalarse que las fuentes luminosas leds (5) siguen encendidos aunque se haya perdido el 30% de su luminancia inicial, así que para llegar a una pérdida del 50% de la
15 misma habría que esperar casi 30 años, con lo que los fallos pueden provenir antes de cualquier otro componente y pasan a tomar valor aspectos como la fiabilidad de las fuentes luminosas led (5) y los procesos de fabricación, manipulación y mantenimiento.

Por otra parte, el driver o fuente de alimentación es habitualmente el elemento crítico en la
20 vida útil de una instalación de alumbrado con leds. En su interior se encuentran condensadores electrolíticos cuya vida depende enormemente de la temperatura. En este modo de realización se han empleado condensadores de 105°C y 5000h lo que significa que trabajando a 50°C (temperatura en el interior del driver), se alcanza una vida de 200.000 horas.

25 Por tanto, se obtienen aproximadamente 20 años de vida en los drivers, debido a la elevada fiabilidad de los condensadores.

Según otro aspecto, en este ejemplo presentado como modo de realización preferente de la
30 invención, las fuentes luminosas led (5) situadas en extremos adyacentes de luminarias o dispositivos de iluminación (1) consecutivos presentan una distancia de separación similar a la de dos fuentes luminosas led (5) de un mismo dispositivo de iluminación (1), tal que el

ángulo de emisión (AE) de haces luminosos de las mismas sobre el área objetivo en la dirección longitudinal del túnel permite una continuidad de los mismos al igual que en fuentes luminosas led (5) consecutivas de un mismo dispositivo de iluminación (1).

5 En este ejemplo presentado como modo de realización preferente de la invención se considera un alumbrado simétrico mediante el sistema de iluminación continua descrito, no obstante, en otros modos de realización, el sistema de iluminación continua puede comprender medios de generación de una iluminación a contraflujo de las fuentes luminosas led (5) de una luminaria o dispositivo de iluminación (1), formados por una pluralidad de
10 reflectores asociados cada uno de ellos a una de dichas fuentes luminosas.

Así mismo, como se muestra en las Figuras 3 y 4, los medios de fijación de la base (2) longitudinal de los dispositivos de iluminación (1) al interior del túnel comprenden al menos un conjunto de fijación (14) que comprende una primera pieza (15) formada por una
15 superficie plana (20) apta para su fijación en la pared o techo del túnel mediante medios atornillados, de la que emergen perpendicularmente, sendas alas (21) paralelas que presentan un orificio de paso de un eje de giro (22).

Así mismo comprende una segunda pieza (19) que presenta una superficie plana (16) de la
20 que emergen perpendicularmente y en un primer sentido, sendas patas (17) aptas para la sujeción de una base (2), y de la que emergen en un segundo sentido opuesto al primero sendas pestañas (18) paralelas que presentan un orificio de fijación al eje de giro (22) de la primera pieza (15), tal que la segunda pieza (19) es apta para presentar una variación del ángulo de inclinación (AI) respecto a la primera pieza (15).

25 El ángulo de inclinación (AI) del haz luminoso según la dirección transversal del túnel, se obtendrá por tanto de la combinación del ángulo de instalación de la superficie plana (20) sobre la pared o techo del túnel y el ángulo de giro relativo entre las piezas (19) y (15).

30 Las formas de realización descritas constituyen únicamente ejemplos de la presente invención, por tanto, los detalles, términos y frases específicos utilizados en la presente memoria no se han de considerar como limitativos, sino que han de entenderse únicamente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa que proporcione una descripción comprensible así como la información suficiente al experto en la materia
35 para aplicar la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 1- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, que comprende una pluralidad de luminarias o dispositivos de iluminación (1) fijados en el interior del túnel,
5 **caracterizado por que** dichos dispositivos de iluminación (1) están dispuestos de forma consecutiva y separados entre sí una distancia inferior a la correspondiente a la frecuencia de parpadeo para la velocidad de circulación correspondiente al túnel, y donde cada uno de los dispositivos de iluminación (1) comprende
- una base (2) longitudinal que presenta medios de fijación al interior del túnel;
 - 10 - uno o más elementos de cierre (3) transparentes o traslúcidos que presentan unos primeros medios de sujeción a dicha base (2) siendo la longitud total del uno o más elementos de cierre (3) coincidente con la longitud de la base (2);
 - al menos una placa de circuito impreso (PCB) (4) dispuesta en el interior del dispositivo de iluminación (1), fijada a la base (2) y conectada a una red de suministro
15 eléctrico mediante unos medios de conexión, y;
 - una pluralidad de fuentes luminosas led (5), conectadas a dicha PCB (4) y dispuestas formando al menos una fila según la dirección longitudinal de la PCB (4);
donde dichas fuentes luminosas led (5) presentan una distancia de separación entre ellas tal que el ángulo de emisión (AE) de haces luminosos sobre un área objetivo en la dirección
20 longitudinal del túnel permite una continuidad de los mismos para cada par de fuentes luminosas led (5) consecutivas según una misma fila, donde el valor de la distancia de separación entre fuentes luminosas led (5) depende de la altura de ubicación del dispositivo de iluminación (1), y;
- donde los medios de fijación de la base (2) al interior del túnel comprenden medios de
25 regulación de un ángulo de inclinación (AI) del haz luminoso según la dirección transversal del túnel;
- de manera que el ajuste del ángulo de inclinación (AI) en combinación con el ángulo de emisión (AE) permite una iluminación del área objetivo con una uniformidad longitudinal próxima al 100%.
- 30
- 2- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el uno o más elementos de cierre (3) transparente o traslúcido está formado por una lente con funcionalidad óptica dispuesta sobre una pluralidad de fuentes luminosas led (5).
- 35

- 3- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo luminoso (1) comprende en su interior al menos una lente (9) con funcionalidad óptica dispuesta sobre al menos una fuente luminosa led (5), que presenta unos segundos medios de sujeción a la base (2).
- 5
- 4- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación 3, **caracterizado por que** comprende al menos dos lentes (9) con funcionalidad óptica y al menos una de ellas presenta una funcionalidad óptica distinta de la del resto de lentes (9).
- 10
- 5- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de conexión de la al menos una PCB (4) a la red eléctrica de suministro de corriente alterna incluyen medios de suministro de corriente continua a la misma y medios de regulación de la intensidad y/o la tensión de la corriente continua suministrada a las fuentes luminosas led (5).
- 15
- 6- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación 5, **caracterizado por que** los medios de suministro de corriente y los medios de regulación de la intensidad y/o la tensión de las fuentes luminosas led (5) de un dispositivo de iluminación (1) comprenden al menos un driver.
- 20
- 7- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación 6, **caracterizado por que** las fuentes luminosas led (5) de un dispositivo de iluminación (1) están conectadas a al menos dos drivers dispuestos en paralelo.
- 25
- 8- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** las fuentes luminosas led (5) de un dispositivo de iluminación (1) están configuradas según al menos dos grupos, donde cada uno de estos grupos está alimentado por un circuito eléctrico diferente.
- 30
- 9- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el área objetivo es una calzada o una parte de ella y los dispositivos de luz (1) fijados al interior del túnel están fijados en las paredes o el techo del mismo.
- 35
- 10- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las fuentes luminosas led (5) situadas en

extremos adyacentes de dos dispositivos de iluminación (1) consecutivos presentan una distancia de separación similar que la distancia existente entre dos fuentes luminosas led (5) de un mismo dispositivo de iluminación (1), tal que el ángulo de emisión (AE) de haces luminosos de las mismas sobre un área objetivo en la dirección longitudinal del túnel permite una continuidad de los mismos al igual que en fuentes luminosas led (5) consecutivas de un mismo dispositivo de iluminación (1).

11- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los extremos de la base (2) longitudinal presentan un cierre lateral (8) del dispositivo de iluminación (1) que comprende una pieza de paso (13) de un cable de conexión de la al menos una PCB (4) en ambos extremos.

12- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo de iluminación (1) comprende en su interior al menos dos PCB (4) y éstas están conectadas en paralelo.

13- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende medios de generación de una iluminación a contraflujo de una o varias de las fuentes luminosas led (5) de un dispositivo de iluminación (1), formados por una pluralidad de reflectores asociados cada uno de ellos a las una o varias dichas fuentes luminosas led (5).

14- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la base (2) está formada por un perfil longitudinal de aluminio.

15- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de fijación de la base (2) longitudinal al interior del túnel comprenden al menos un conjunto de fijación (14) que comprende una primera pieza (15) formada por una superficie plana (20) apta para su fijación en la pared o techo del túnel mediante medios atornillados, de la que emergen perpendicularmente sendas alas (21) paralelas que presentan un orificio de paso de un eje de giro (22), y una segunda pieza (19) que presenta una superficie plana (16) de la que emergen perpendicularmente y en un primer sentido, sendas patas (17) aptas para la sujeción de una base (2), y de la que emergen en un segundo sentido opuesto al primero sendas pestañas (18) paralelas que presentan un orificio de fijación al eje de giro (22) de la

primera pieza (15), tal que la segunda pieza (19) es apta para presentar una variación del ángulo de inclinación (AI) respecto a la primera pieza (15).

- 16- Sistema de iluminación continua para túneles de carretera, según la reivindicación
5 15, **caracterizado por que** el ángulo de inclinación (AI) del haz luminoso según la dirección transversal del túnel, se obtiene mediante la combinación del ángulo de instalación de la superficie plana (20) sobre la pared o techo del túnel y el ángulo de giro relativo entre la segunda pieza (19) y la primera pieza (15) del conjunto de fijación (14).

10

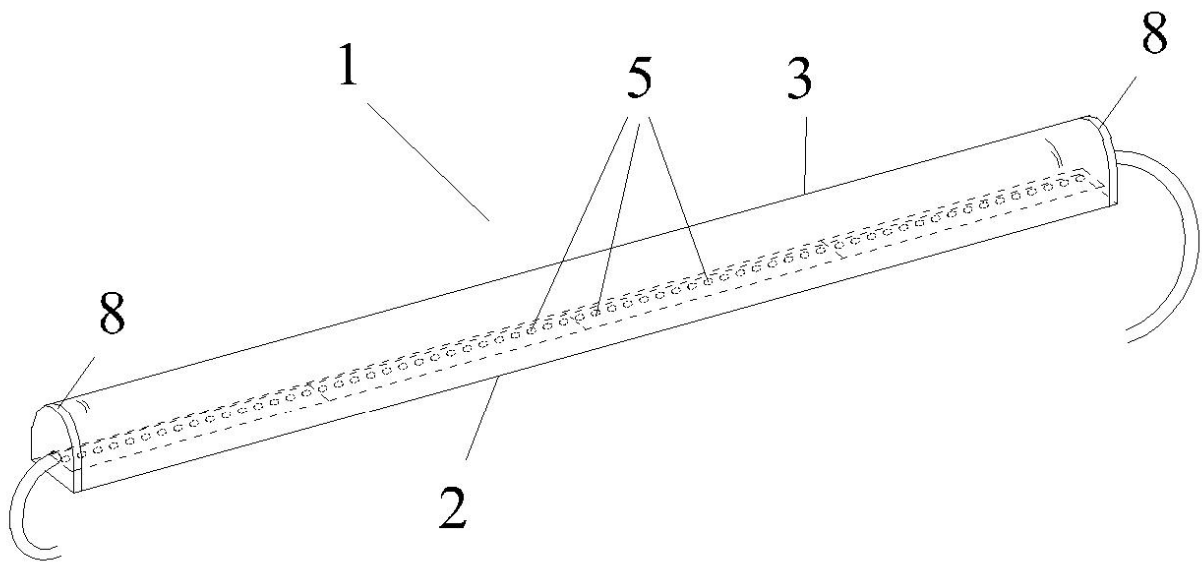


Fig. 1

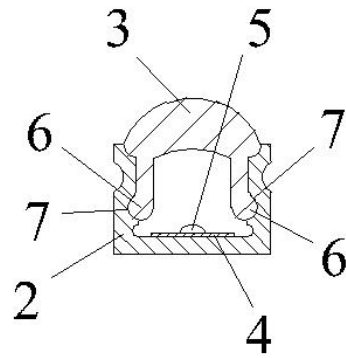


Fig. 2.1

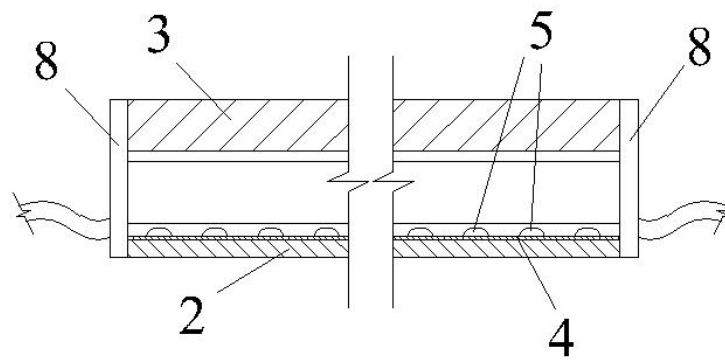


Fig. 2.2

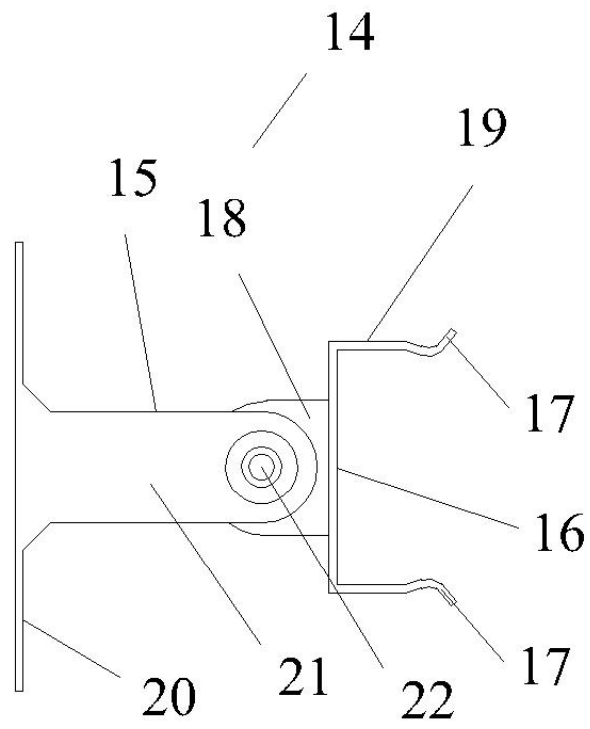
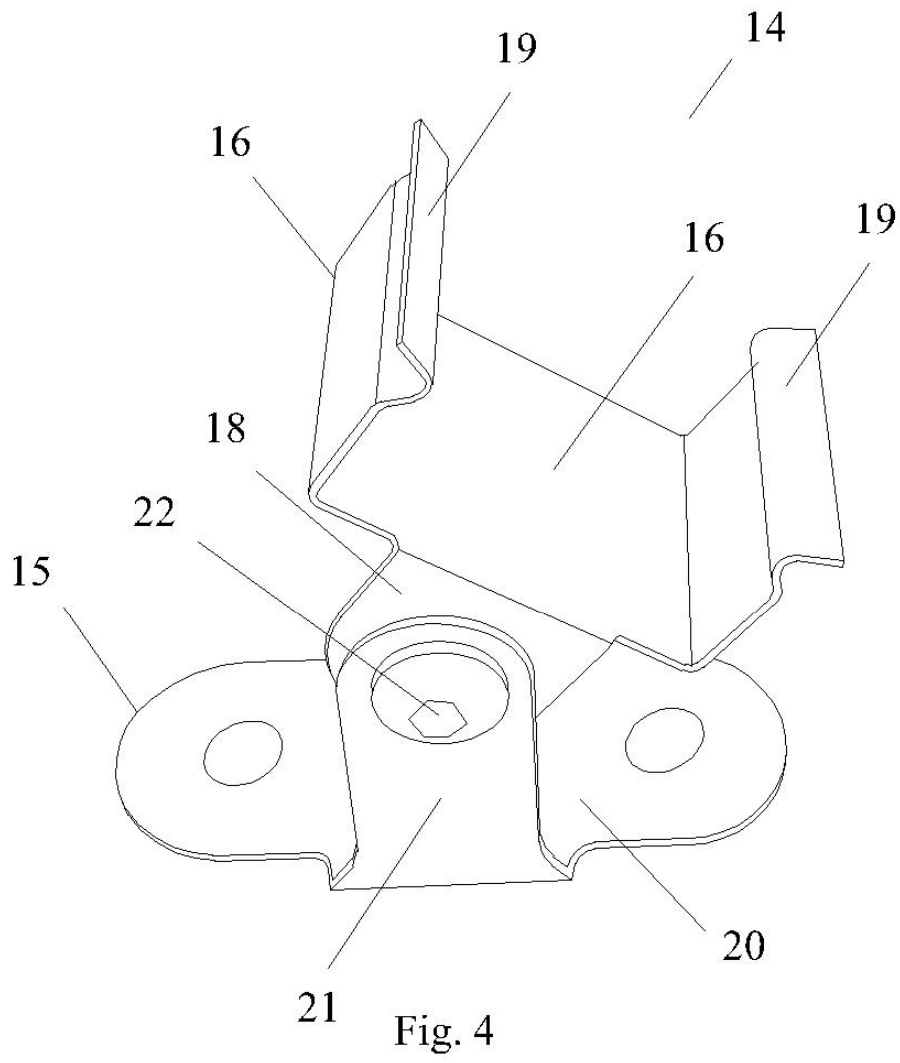


Fig. 3



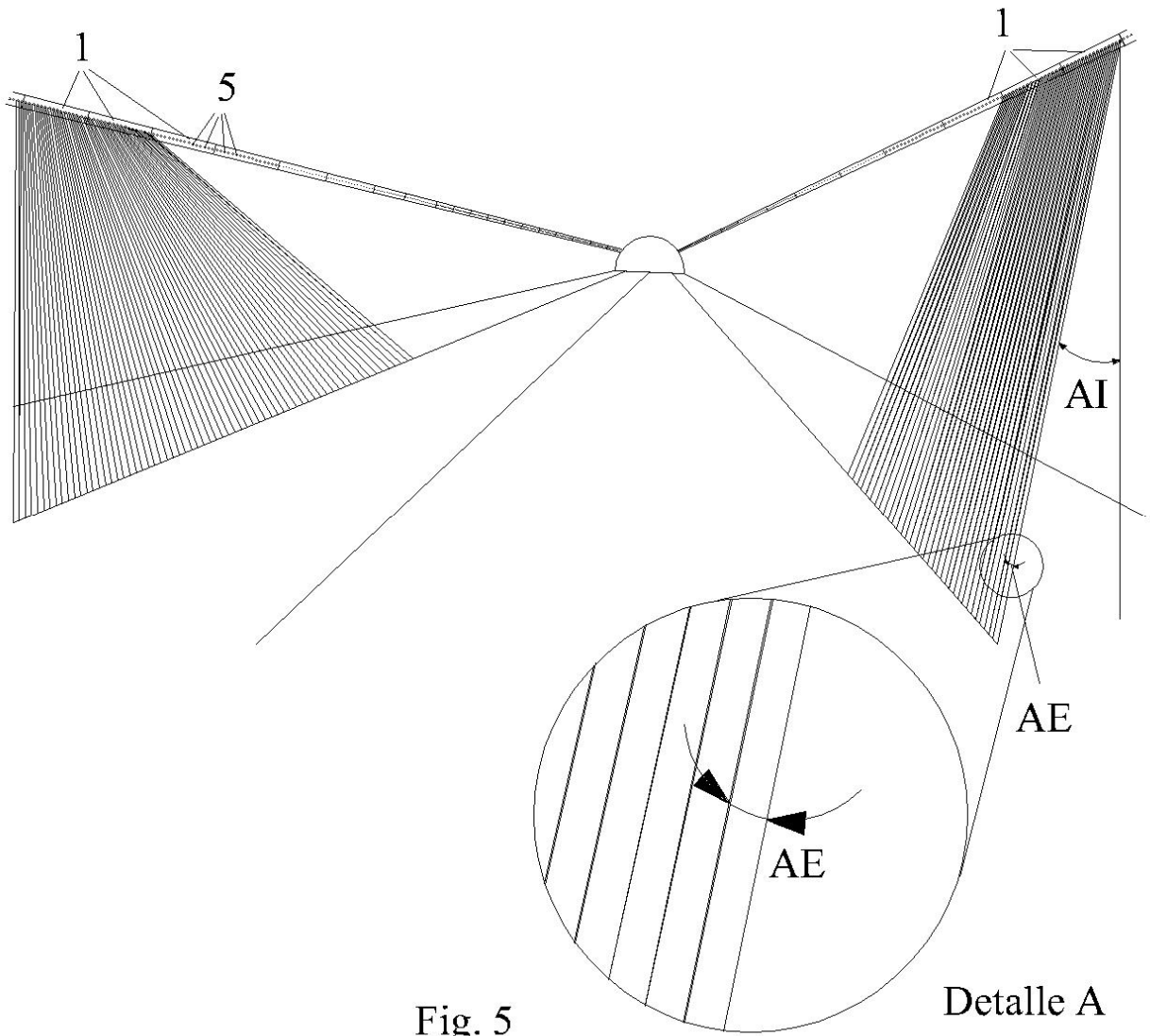


Fig. 5

Detalle A

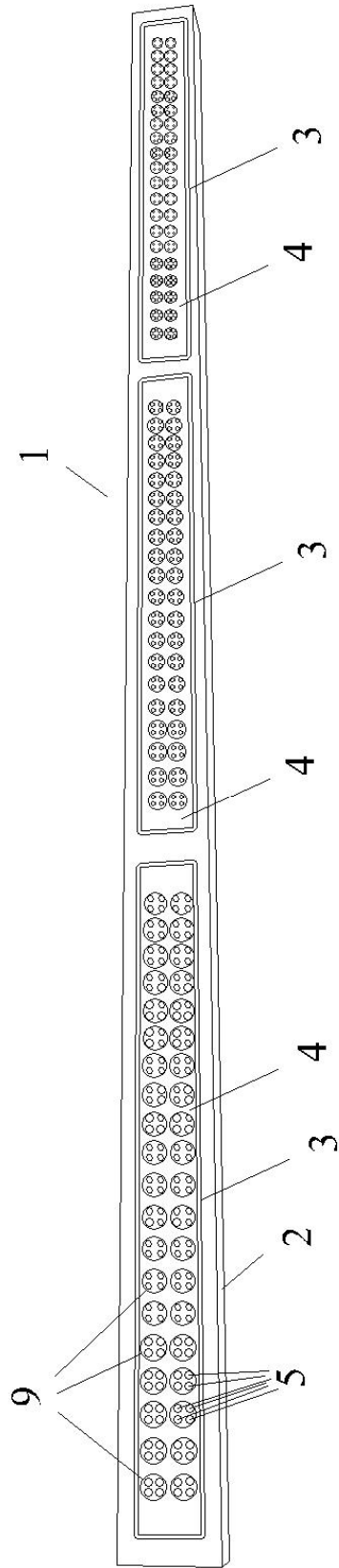


Fig. 6

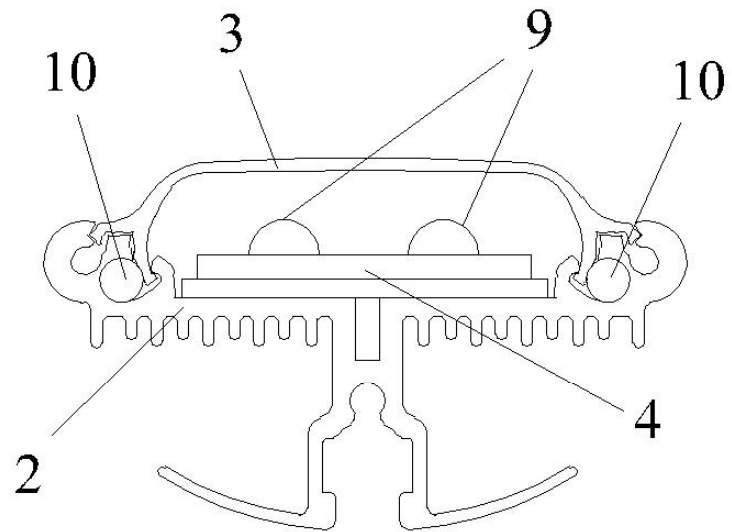


Fig. 7

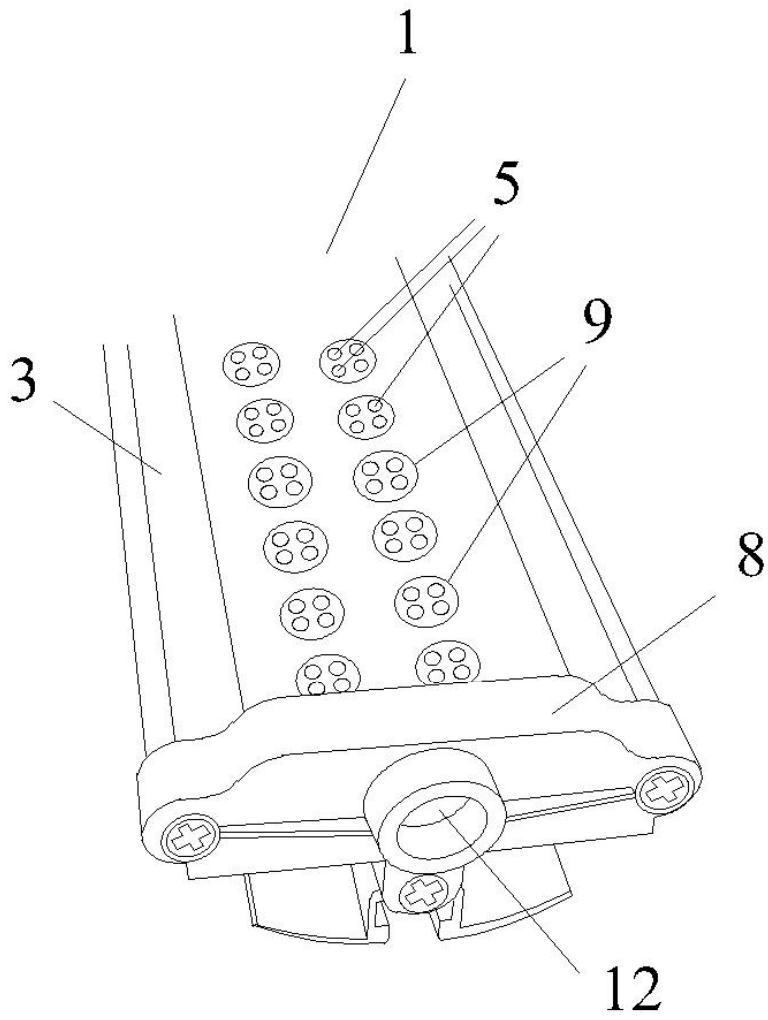


Fig. 8

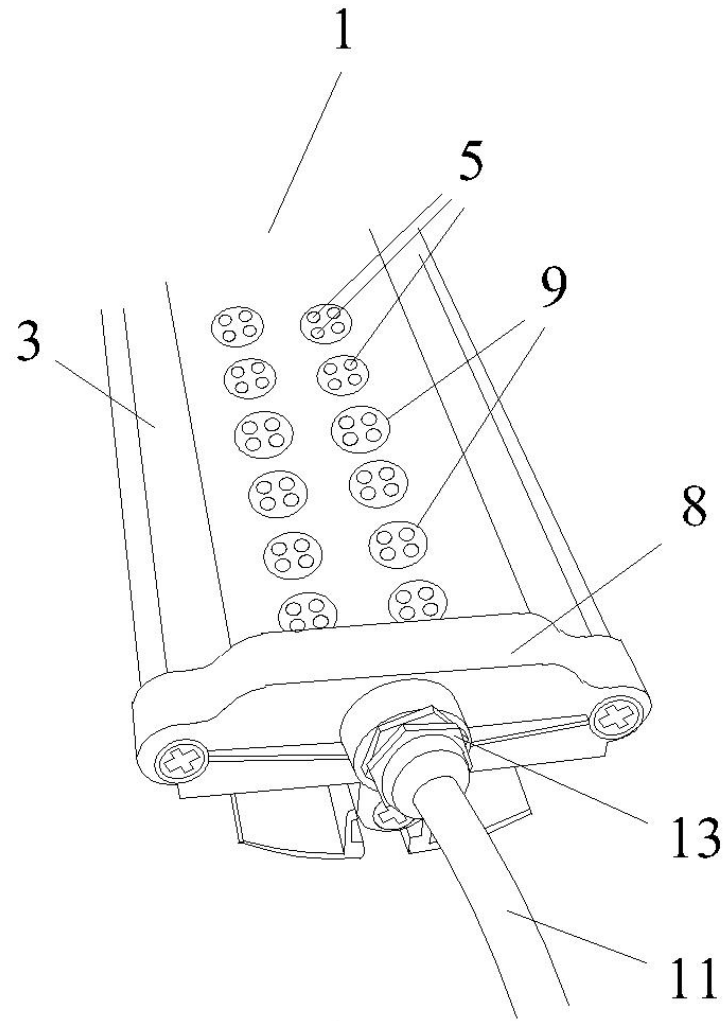


Fig. 9