03-023

DESIGN OF A MOTORCYCLE OPTICS BASED ON LED TECHNOLOGY

Sierra Garriga, Carlos[1]

[1]UPC

The purpose of the paper is to describe the process of designing a led optic for an electric motorcycle, corresponding to the lights of position, crossing and high beam.

For this, all the stages of the design process will be described until reaching the final solution.

The electric scooter factory Scutum was born in 2011 as a national manufacturer of scooter-type electric scooters to cover a market sector of strong demand and growth.

As part of the design of the motorcycle, a lighting system must be defined that complies with current legislation and adapts to the defined geometry, with the limitations that are imposed.

At the time of starting the project the motorcycle was already in the manufacturing process, so the optics to be developed had to adapt to the space limitations defined in the design.

Keywords: *Optics; lighting; electric vehicle; led*

DISEÑO DE UNA ÓPTICA DE MOTOCICLETA BASADA EN TECNOLOGÍA LED

El propósito de la ponencia es el de describir el proceso de diseño de una óptica led para una motocicleta eléctrica, correspondiente a las luces de posición, cruce y largas.

Para ello se van a describir todas las etapas del proceso diseño hasta llegar a la solución final.

La fábrica de motos eléctricas Scutum nace en 2011 como un fabricante nacional de motos eléctricas tipo scooter para cubrir un sector de mercado de fuerte demanda y crecimiento.

Como parte del diseño de la motocicleta, debe definirse un sistema de iluminación que cumpla con la legislación vigente y se adapte a la geometría definida, con las limitaciones que vienen impuestas.

En el momento de comenzar el proyecto la motocicleta ya estaba en proceso de fabricación, con lo que la óptica a desarrollar debía adaptarse a las limitaciones de espacio definidas en el diseño.

Palabras clave: *Óptica; iluminación; vehículo eléctrico; led*

Correspondencia: Carlos Sierra Garriga; carlos.sierra@upc.edu

©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1 Objetivo

El propósito del artículo es el de describir el proceso de diseño de una óptica led para una motocicleta eléctrica, correspondiente a las luces de posición, cruce y largas.

Para ello se van a describir todas las etapas del proceso diseño hasta llegar a la solución final.

2 Antecedentes

La fábrica de motos eléctricas Scutum nace en 2011 como un fabricante nacional de motos eléctricas tipo scooter para cubrir un sector de mercado de fuerte demanda y crecimiento. Con el objetivo de mejorar las prestaciones lumínicas de la motocicleta, se establece una colaboración para desarrollar todo el sistema óptico frontal del vehículo, desarrollando una óptica para las luces de posición, luces de cruce y largas para el modelo Scutum S02, correspondiente a la segunda generación de motocicletas eléctricas de la firma. Se opta por el uso de tecnología led, ya que se garantiza una eficiencia y una vida útil mucho mayores que con la tecnología convencional de incandescencia halógena.

Imagen 1: Scutum S02

El mayor condicionante que se presenta es el espacio disponible para la óptica: La motocicleta ya está diseñada y en proceso de fabricación, por lo que la nueva óptica debe respetar las

dimensiones y anclajes existentes para evitar tener que realizar moldes nuevos, con todo el coste asociado.

Espacio reservado para la óptica

Así pues, con esta limitación impuesta se procedió a diseñar y desarrollar la óptica, definiendo en primer lugar las especificaciones de diseño. Se mantuvieron unas reuniones previas en las que se definieron los diferentes aspectos a definir de la óptica, en los tres modos de funcionamiento: Luces de posición, cruce y largas.

3 Proceso de diseño

3.1 FASE I: NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable, es la publicación

ONU E/ECE/324/Rev.2/Add.112/Rev.3-E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.112/Rev.3

"Concerning the Adoption of Uniform Technical Prescriptions for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these Prescriptions"

En esta publicación se definen la clasificación y prestaciones de las ópticas para vehículos de motor.

Se define una clasificación de las prestaciones en función de la clase de vehículo. De esta forma se establecen las clases A, B, C, D y E, de menor a mayor exigencia en cuanto a prestaciones.

La motocicleta Scutum S02 es equivalente a una motocicleta de 125cc de cilindrada. En la publicación establece que este tipo de vehículos les corresponde una categoría B. Las especificaciones de esta clase son:

1. Flujo luminoso de la fuente de luz

En la siguiente tabla se establecen los flujos lumínicos mínimos de la fuente de luz en función de la clase de vehículo.

	Headlamps Class A	*Headlamps Class B*	*Headlamps Class C*	*Headlamps Class D*
Passing beam minimum	150 lumen	350 lumen	500 lumen	1 000 lumen
Passing beam maximum	900 lumen	1 000 lumen	2 000 lumen	2 000 lumen

2. Especificaciones fotométricas

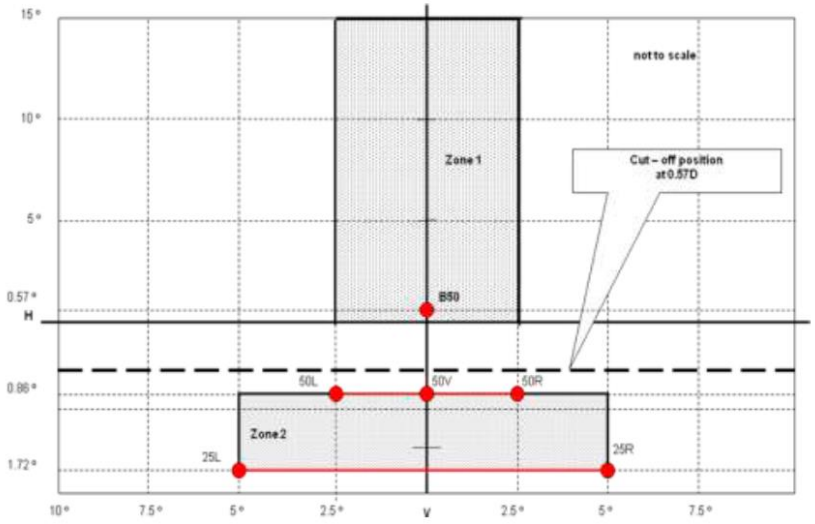
Una vez establecido el flujo luminoso de las fuentes de luz, la normativa exige una distribución fotométrica que cumpla con las siguientes exigencias:

Para las luces de cruce (passing beam)

Los puntos en rojo corresponden a los puntos de medida en los que debe garantizarse un valor de intensidad, medido en candelas.

Por otro lado, en las zonas grises el valor de intensidad luminosa debe ccumplir tambien unos condicionantes descritos en la tabla siguiente:

Passing beam test points and zones for Class B headlamp(s):



H-H: horizontal plane passing through
V-V: vertical plane focus of headlamp

Los puntos en rojo corresponden a los puntos de medida en los que debe garantizarse un valor de intensidad, medido en candelas.

Por otro lado, en las zonas grises el valor de intensidad luminosa debe cumplir también unos condicionantes descritos en la tabla siguiente:

For Class B headlamps (Figure C in Annex 3):

Test/point/ line/zone	*Angular coordinates - degrees**		*Required luminous intensity in cd*
Any point in Zone 1	0°to 15°U	5°L to 5°R	≤ 700 cd
Any point on line 50L to 50R except 50V	0.86°D	2.5°L to 2.5°R	≥ 1,100 cd
Point 50V	0.86°D	0	≥ 2,200 cd
Any point on line 25L to 25R	1.72°D	5°L to 5°R	≥ 2,200 cd
Any point in Zone 2	0.86°D to 1.72°D	5°L to 5°R	≥ 1,100 cd

* 0.25° tolerance allowed independently at each test point for photometry unless indicated otherwise.

Para las luces largas (driving beam)

6.3.3.1. The luminous intensity of a primary driving beam shall conform to the following table (Figure E in Annex 3):

Test point number	*Test point angular coordinates - degrees**	*Required luminous intensity [cd]*					
		Class B		*Class C*		*Class D, E*	
		MIN	*MAX*	*MIN*	*MAX*	*MIN*	*MAX*
1	H-V	16,000	---	20,000	---	30,000	---
2	H-2.5°R and 2.5°L	9,000	---	10,000	---	20,000	---
3	H-5°R and 5°L	2,500	---	3,500	---	5,000	---
4	H-9°R and 9°L	---	---	2000	---	3,400	---
5	H-12°R and 12°L	---	---	600	---	1,000	---
6	2°U-V	---	---	1000	---	1,700	---
	MIN luminous intensity of the maximum (I_M)	20,000	---	25,000	---	40,000	---
	MAX luminous intensity of the maximum (I_M)	---	215,000	---	215,000	---	215,000

* 0.25° tolerance allowed independently at each test point for photometry unless indicated otherwise.

3.2 FASE II: ESPECIFICACIONES

Especificaciones geométricas

Como se ha comentado en el apartado anterior, una de las limitaciones impuestas es la de que la nueva óptica se acople a las dimensiones existentes, con el objetivo de no modificar moldes de fabricación. Así pues, el espacio disponible para la óptica es de sección circular de 112 mm de diámetro por una profundidad de 108 mm. Este espacio debe alojar tanto la parte óptica como la estructural y la disipación térmica.

Una vez finalizadas las reuniones se procedió a evaluar las necesidades de diseño en cuanto a iluminación frontal de la motocicleta y a definir las limitaciones para de esta forma definir las

especificaciones de diseño. De esta forma, la óptica led diseñada debía poder adaptarse a las limitaciones de espacio disponible

Especificaciones eléctricas

El sistema debe incorporar 3 circuitos independientes para las luces de posición, cruce y largas y debe estar alimentado a una tensión de 12 V CC.

No se establece una potencia máxima, dado que va muy ligada a la solución lumínica. Lo que sí impera es la necesidad de minimizar la potencia de forma que la eficiencia sea la máxima posible.

Para garantizar una correcta alimentación de las fuentes de luz led, debe desarrollarse una fuente de alimentación capaz de alimentar a las tres fuentes de luz (posición, cruce y largas) de una forma independiente. El desarrollo de la fuente de alimentación queda fuera del alcance del proyecto, lo que sí se especificará son las condiciones de funcionamiento (entrada/salida). Será una única fuente de alimentación con entrada 12V CC y 3 salidas independientes.

Especificaciones térmicas y mecánicas

Las ópticas de cruce y largas serán fabricadas en material plástico ABS con acabado cromado especular.

El soporte estructural de la óptica y la disipación térmica serán fabricadas en aluminio, de forma que se consiga una disipación óptima y el peso del conjunto sea contenido.

Debe garantizarse una estanqueidad contra líquidos y sólidos importante: IP66

4 Proceso de diseño

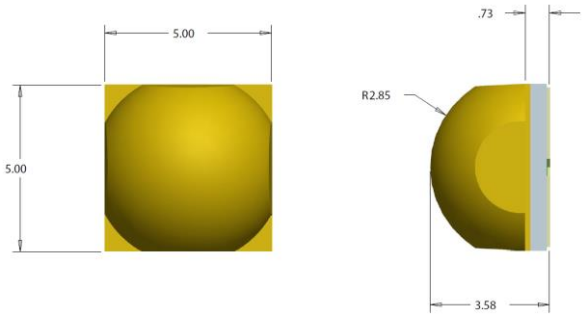
Una vez definidas las especificaciones de diseño se procede a seleccionar y diseñar los componentes que formarán parte del sistema

Selección de la fuente de luz

En función de las especificaciones descritas, el primer paso consiste en la selección de la fuente de luz para las tres configuraciones de la óptica: Posición, cortas y largas.

Para las luces cortas y largas se ha seleccionado un led que tuviera una elevada emisión luminosa y un tamaño relativamente contenido para garantizar el mejor control del haz de luz.

Se han seleccionado 2 unidades del chip led de Cree XHP-50, cuyas características principales son las siguientes:



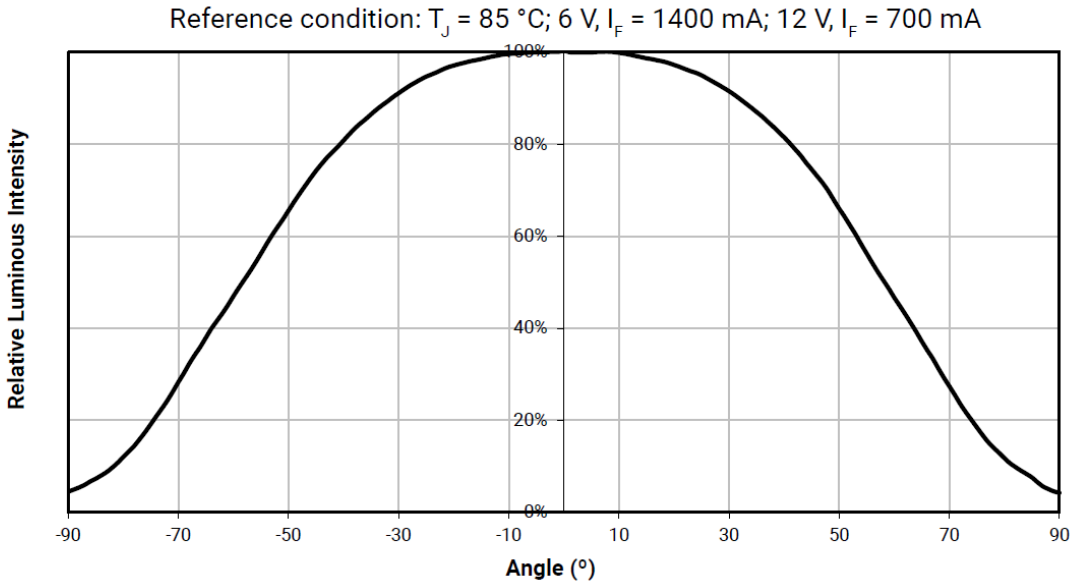
Dimensiones Led Cree XHP-50

Characteristics	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Thermal resistance, junction to solder point	°C/W		1.2	
Viewing angle (FWHM)	degrees		120	
Temperature coefficient of voltage (6 V)*	mV/°C		-4.5	
Temperature coefficient of voltage (12 V)	mV/°C		-9	
ESD withstand voltage (HBM per Mil-Std-883D)	V			8000
DC forward current (6 V)*	mA			3000
DC forward current (12 V)	mA			1500
Reverse voltage	V			-5
Forward voltage (6 V, @ 1400 mA, 85 °C)*	V		5.75	6.3
Forward voltage (12 V, @ 700 mA, 85 °C)	V		11.5	12.6
LED junction temperature	°C			150

Características Led Cree XHP-50

Group Code	Minimum Luminous Flux	Maximum Luminous Flux
E4	635	680
F2	680	730
F4	730	780
G2	780	840
G4	840	900
H2	900	970
H4	970	1040
J2	1040	1120
J4	1120	1200

Características Led Cree XHP-50

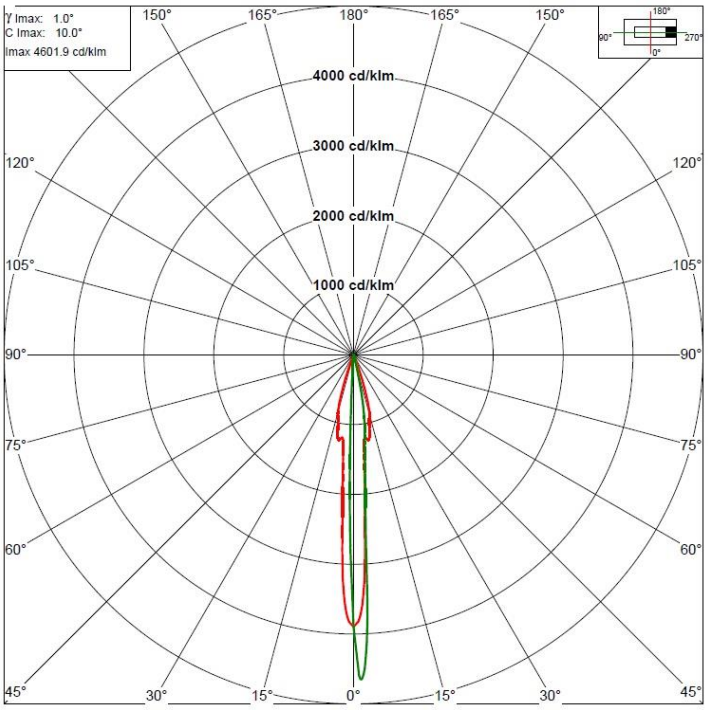


Fotometría Led Cree XHP-50

Diseño de la óptica

Una vez definida la fuente de luz y las especificaciones fotométricas, se procede a diseñar la geometría de la óptica para conseguir las prestaciones especificadas. Con las limitaciones físicas impuestas, se diseñan dos ópticas, una para las luces cortas y otra para las largas.

Empleando un programa de simulación fotométrica se diseñan y modifican las ópticas hasta conseguir los resultados necesarios.



Fotometría teórica

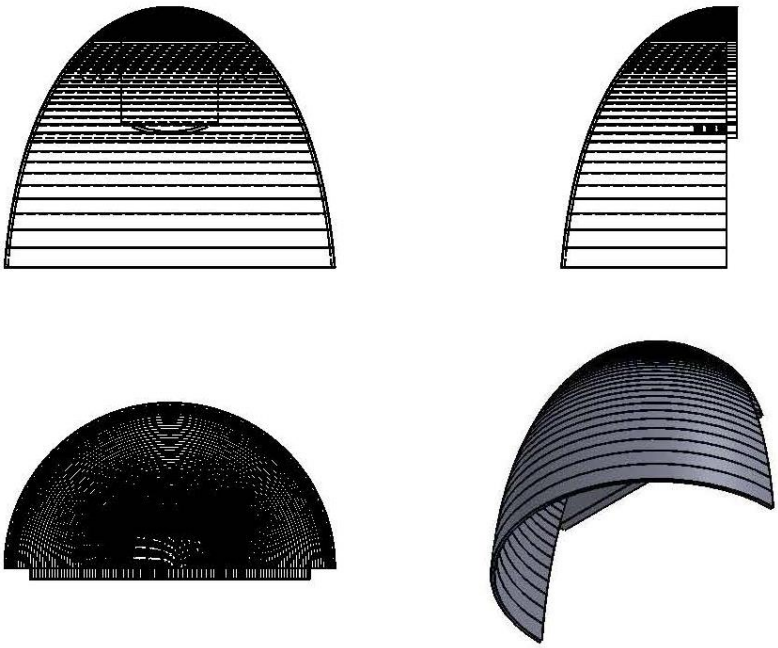
Con herramientas y programas informáticos de simulación, se procede a realizar iteraciones hasta conseguir el resultado deseado.

Las características eléctricas del montaje final son:

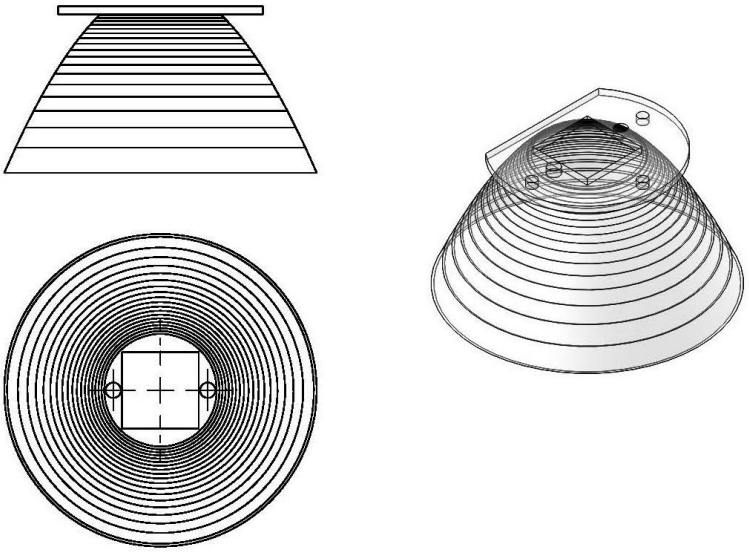
- Haz de cruce: **1 x 6V LED (12.0 W)**
- Haz largas: **1 x 6V LED (16.2 W)**
- Luces de posición: **12 x 12V LED (3.0 W)**

Materiales de construcción:

- Carcasa de Plástico y Aluminio
- Lente de Vidrio
- Reflectores: Plástico ABS cromado



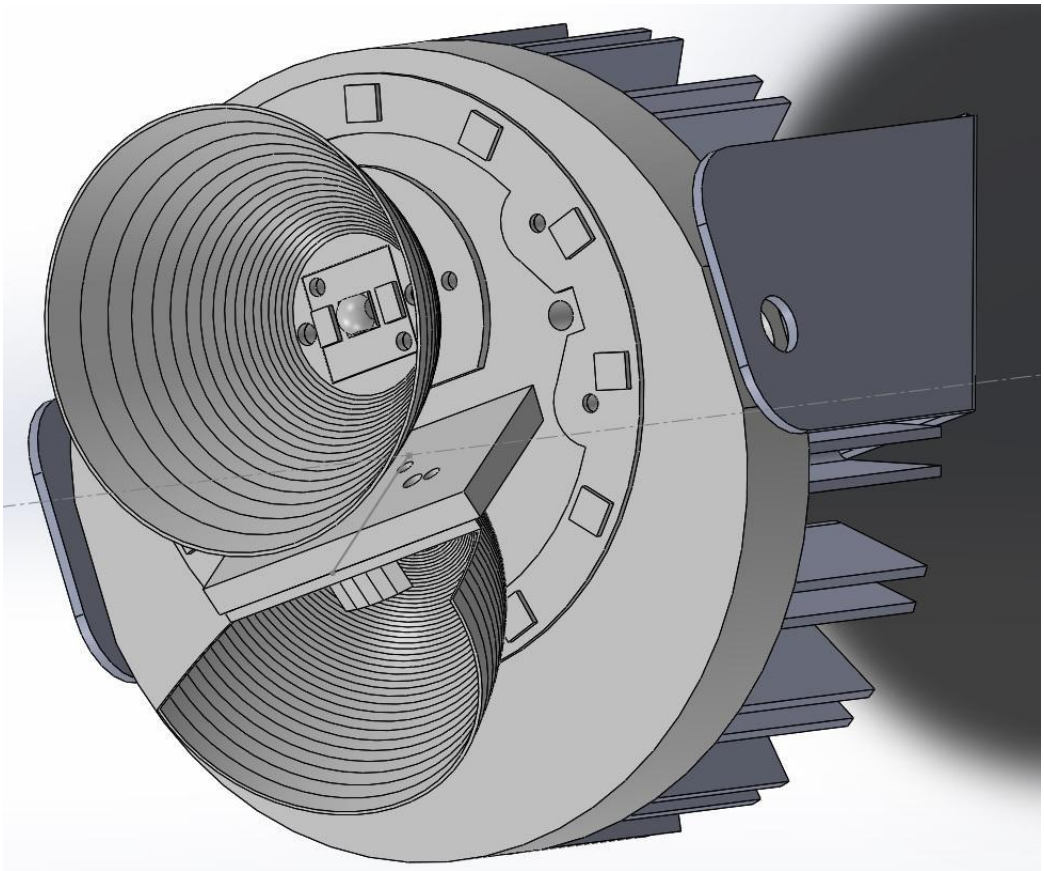
Reflector para luces de cruce

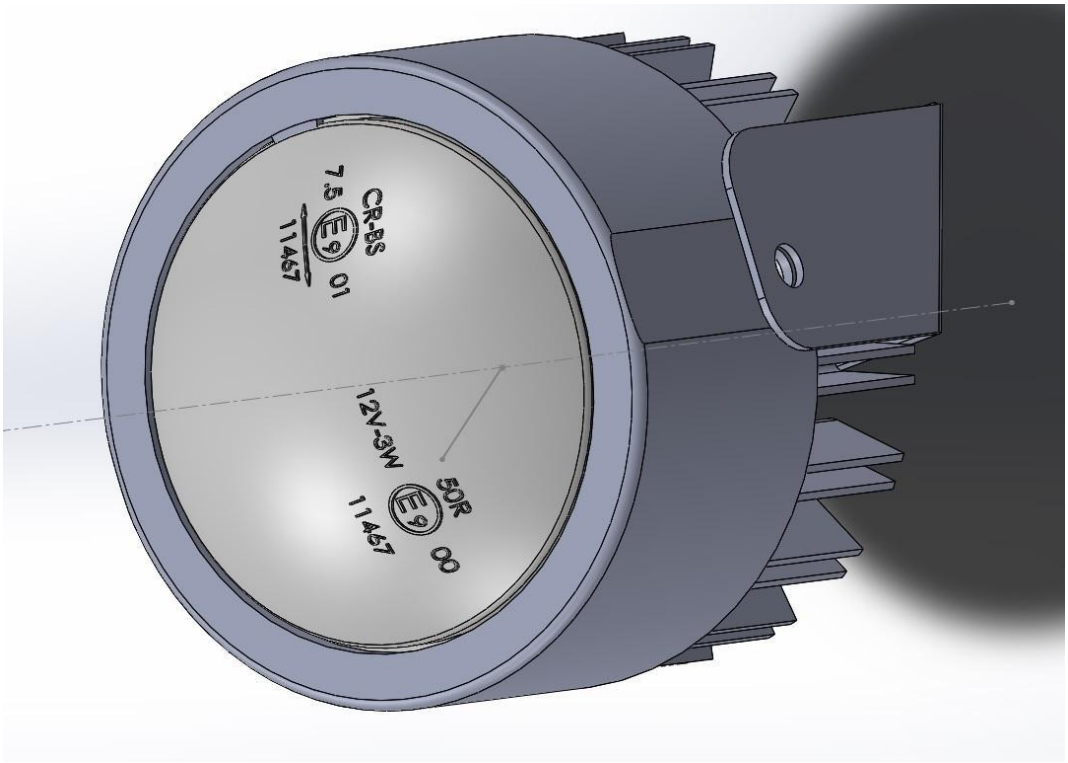


Reflector para luces largas

5 Diseño final del conjunto

Una vez definida la fuente de luz y las especificaciones fotométricas, se procede a realizar el montaje del conjunto, teniendo en cuenta los aspectos térmicos.




CR-BS
7.5
E9
01
11467
12V-3W
50R
E9
00
11467

6 Conclusiones

El objetivo del proyecto se ha cumplido en su totalidad. A partir de una serie de limitaciones y especificaciones de diseño, se ha aplicado una metodología proyectual con la que se ha conseguido el resultado esperado, cumpliendo con las dimensiones, potencias y características lumínicas exigibles. De hecho, el prototipo de la fotografía se homologó en las instalaciones de IDIADA. Actualmente está en proceso de producción para poder ser integrado en los nuevos modelos de SCUTUM.

7 BIBLIOGRAFIA

CIE Publ. 18:1970 (1970). "Principles of light measurements". *CIE*.

KEITH, H. A. E. (1974). "Cálculos y medidas en Luminotecnia". *Biblioteca Técnica Philips. Ed. Paraninfo.*

BOYCE P.R., EKLUND N.H. (1988). "Simple tools for evaluating lightning".

Proceedings CIBSE National Lightning Conference. 255-261.

CIE Publ. DS 17.2/E:2009 ILV. (2009). "International Lighting Vocabulary". *CIE*.

VAN BOMMEL, W.J.M., DE BOER, J.B. (1981). "Road Lighting". *Philips Technical Library, Kluwer Technische Boeken B.V. Deventer-Antwerpen*.