

Transferencia de calor en una lámpara led tipo bulbo

Heat transfer in a bulb-type led lamp

Recibido: octubre 06 de 2020 | Revisado: febrero 15 de 2021 | Aceptado: marzo 14 de 2021

ANTONIO MENDOZA GUILLÉN¹
MIGUEL ÁNGEL MARI SALCEDO²

RESUMEN

El presente artículo compara el tiempo de vida, la temperatura de funcionamiento, el estado de componentes electrónicos y el estado de las tarjetas electrónicas de tres lámparas tipo led. En el primer foco, no se aplicó pasta térmica. En el segundo foco, se aplicó pasta térmica solamente en la superficie de contacto de la tarjeta de chips led y el disipador. En el tercer foco, se aplicó pasta térmica en la zona de contacto y alrededor de esta, generando mayor superficie de contacto. Se observó que, en el tercer foco, la pasta térmica aplicada en la superficie de contacto y alrededor de esta optimiza transferencia de calor al disipador.

Palabras clave: calor, transferencia, LED, placa, disipador, pasta térmica

ABSTRACT

This article compares the lifetime, operating temperature, electronic component condition and electronic board condition of three LED lamps. In the first focus, no thermal paste was applied. In the second focus, thermal paste was applied only on the contact surface of the LED chip card and the heatsink. In the third focus, thermal paste was applied in and around the contact zone, generating a larger contact surface. It was observed that, in the third focus, the thermal paste applied in and around the contact surface optimizes heat transfer to the heatsink.

Key words: heat, transfer, LED, board, heatsink, thermal paste

¹ Director General Kranzz - Ingeniería y Construcción SAC
antoniomendoza2000@gmail.com
² Ing. de Tecnología Kranzz - Ingeniería y Construcción SAC
miguel.mari.kranzz@gmail.com

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: revistacampus@usmp.pe.

<https://doi.org/10.24265/campus.2021.v26n31.08>

Introducción

Los focos led (Light Emitting Diode) están compuestos por una tarjeta de chips led SMD (dispositivo de montaje superficial) que están integrados por un diodo emisor de luz dentro de una celda rectangular que posee un cristal semiconductor como elemento lumínico. (Jiménez & Segura, 2015, p. 54) Los chips led funcionan con corriente continua por lo que se requiere un circuito conversor de corriente llamado *driver* o conductor situado sobre una tarjeta electrónica. Tanto los chips led como los componentes electrónicos del *driver* generan calor, aumentando la temperatura del foco. A largo plazo, el funcionamiento a altas temperaturas produce fallas y daños, reduciendo el tiempo de vida y eficiencia del foco. Además, desencadena inestabilidad en el nivel de iluminación. (Martínez et al., 2018, p. 2874)

Por tal motivo, se suelen tomar ciertas consideraciones en el diseño y la fabricación de los focos led. Por un lado, se prefiere utilizar la tecnología *metal clad* para la fabricación de la tarjeta de los chips led ya que tiene una capa de aluminio, excelente conductor de calor. De esta manera, la bakelita y la fibra de vidrio son descartadas como materiales de manufactura para la tarjeta de chips LED. (“Metal Clad PCBs - Superior

Thermal Efficiency - DK Thermal”, s/f). Se añade un disipador, comúnmente de aluminio, al ensamble del foco. Incluso, es posible incluir un disco de aluminio debajo de la tarjeta de chips led para que la disipación de calor sea mayor. (Fundación San Valero, s/f). Asimismo, se aplica pasta de transferencia térmica entre el disipador y la tarjeta de los chips led. La pasta de transferencia térmica sirve de contacto térmico entre dos superficies, aumentando el flujo de calor entre estos. (Chung, 2020, p. 56) La aplicación de pasta de transferencia térmica entre la tarjeta de chips led y el disipador favoreciendo la conducción de calor. (Méndez, 2016, p. 5). Las pastas de transferencia térmica comerciales suelen ser líquidas, espesas y de tonalidad metálica o blanca (Espeso, 2012).

El presente artículo compara el tiempo de vida, la temperatura de funcionamiento, el estado de componentes electrónicos y el estado de las tarjetas electrónicas de tres focos. En el primer foco no se aplicó pasta térmica. En el segundo foco se aplicó pasta térmica solamente en la superficie de contacto de la tarjeta de chips led y el disipador. En el tercer foco se aplicó pasta térmica en la zona de contacto y alrededor de esta, generando mayor superficie de contacto. En la Figura 1 se esquematiza la sección transversal del disipador y tarjeta de chips led para los tres casos.



Figura 1. Esquema de la sección transversal de la unión entre disipador y tarjeta de chips LED

Los objetivos de este trabajo son: (i) Comprobar que la aplicación de pasta de transferencia térmica entre la tarjeta y el disipador de un foco optimiza la disipación de calor y, por tanto, ayuda a disminuir la temperatura de los componentes electrónicos del foco. (ii)

Comparar el rendimiento de focos led en función de la aplicación de pasta térmica.

Método

A continuación, se detallan las especificaciones de los focos led utilizados.

Tabla 1
Características de los focos utilizados

Marca	Kranzz
Composición de housing	Aluminio
Rosca	E27
Tensión de entrada	220 VAC
Potencia	15 W
Frecuencia	60 Hz
Código de chip LED	SMD2835
Temperatura de calor	Fría (6000 a 65000 K)
Cantidad de chips LED	17
Composición de placa de chips LED	Metal clad (aluminio, material dieléctrico y cobre)

Las características del chip LED SMD 2835 son:

Tabla 2
Características de chip LED SMD 2835

Temperatura de calor	Fría (6000 a 65000 K)
Potencia	1 W
Flujo luminoso	120-130 Lm
Voltaje	15 W
Frecuencia	6.0 - 6.4V

La pasta utilizada es el Pegamento de Transferencia Térmica Kranzz compuesto por silicona y óxidos minerales. Es de tonalidad metálica y consistencia espesa. Se ensamblaron tres focos con distinto contenido de pasta térmica como se mostró en la Figura 1. Se mantuvieron

encendidos hasta averiarse o por un máximo de 105 días. Luego, se midió la temperatura de la placa de chips y se registró el estado de los componentes electrónicos del foco. Además, se realizaron pruebas de encendido y apagado con el fin de reconocer fallas en el funcionamiento.

PRIMERA PRUEBA

Para esta prueba se utilizó un *driver* cuyos componentes fueron soldados solamente en un lado de la tarjeta. Se ensambló un foco sin aplicar pasta de transferencia. La Figura 2 muestra la vista superior de la placa de chips led sin pasta de transferencia térmica.



Figura 2. Vista superior durante el ensamblaje del foco sin pasta de transferencia térmica Kranzz

SEGUNDA PRUEBA

Para esta prueba, se utilizó un *driver* cuyos componentes fueron soldados en ambos lados de la tarjeta. Durante el ensamblaje mecánico, se aplicó la pasta de transferencia térmica Kranzz entre la tarjeta de los chips y el aluminio disipador. El foco se encendió y funcionó de forma constante y uniforme durante 21 días. En la Figura 3 se observa la aplicación de la pasta de transferencia térmica entre la tarjeta de chips led y el disipador de aluminio durante el ensamblaje.



Figura 3. Aplicación de la pasta de transferencia térmica entre la tarjeta

TERCERA PRUEBA

Para esta prueba se utilizó un *driver* cuyos componentes fueron soldados en ambos lados de la tarjeta. Se aplicó la pasta de transferencia térmica, tanto en la unión de la tarjeta de chips led y el disipador, como en la zona superior e inferior a esta. La distribución de pasta se detalló en la Figura 1.

Resultados y Discusión

Luego de cada prueba se registró el tiempo en funcionamiento, la temperatura de funcionamiento de la placa de chips led, el estado de los componentes electrónicos, de las placas y de las soldaduras.

Resultados de la primera prueba

El foco se mantuvo encendido por nueve días y presentó fallas. Luego se apagó y se midió la temperatura la tarjeta de chips, la cual resultó 143°C. Además,

se observaron parpadeos durante las pruebas de encendido y demora durante el apagado del foco.

Resultados de la segunda prueba

Luego de 21 días de encendido, el foco mostró anomalías en su funcionamiento y se detectó olor de componentes quemados por lo que se apagó el foco. A continuación, se midió la temperatura de 130°C en la tarjeta electrónica. Se

observaron componentes carbonizados con funcionamiento alterado, soldaduras porosas y falsos contactos. La Figura 4 es una fotografía de la tarjeta de chips posterior a la prueba que muestra soldadura porosa y carbonizada en los puntos de conexión y un chip led carbonizado. En la Figura 5, se observan las zonas oscuras y soldaduras porosas. Asimismo, se notó que no existía contacto adecuado entre la tarjeta de chips led y el disipador.

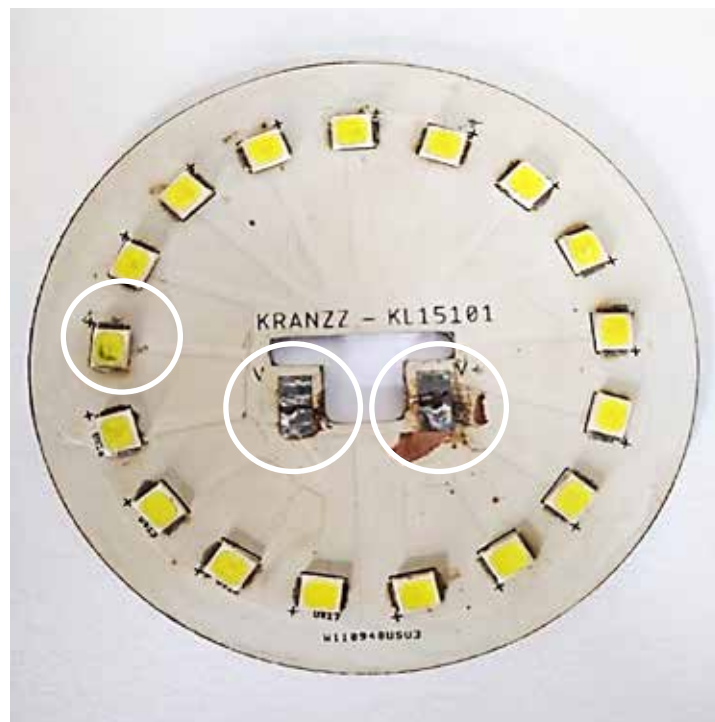


Figura 4. Tarjeta de chips LED luego de la segunda prueba



Figura 5. Vista superior de la tarjeta electrónica del convertidor posterior a la prueba

Resultados de la tercera prueba

Luego de 105 días, el foco led no presentó anomalías en su funcionamiento ni componentes dañados. La temperatura

medida en la tarjeta de chips es 81°C. En la Figura 6, se muestra la placa de chips. La placa no presentó signos de sobrecalentamiento.



Figura 6. Vista superior de la tarjeta de chips LED después de la prueba

Comparación de resultados

El resultado comparativo de las tres pruebas se plasmó en la siguiente tabla.

Tabla 3

Parámetros de rendimiento de las tres pruebas

	PRIMERA PRUEBA	SEGUNDA PRUEBA	TERCERA PRUEBA
Tiempo en funcionamiento	9 días	21 días	105 días
Temperatura de funcionamiento	143 °C	130 °C	81 °C
Estado de componentes	Indicios de calentamiento	Componentes carbonizados	Componentes en buen estado
Estado de placa de chips led	Indicios de calentamiento	Tarjeta recalentada	Sin calentamiento
Estado de soldaduras	Porosa	Porosa	Adecuadas, lisas

Discusión

En las placas de chips de las tres pruebas se detectó una temperatura mayor que la temperatura ambiental. De esta manera, se confirma que los chips SMD pierden energía en forma de calor durante su funcionamiento. (Martínez et al., 2018, p. 2874).

En la primera y segunda prueba se detectaron altas temperaturas (143°C y 130°C), las cuales alteraron las condiciones de trabajo del *driver*. Por esta razón, luego del tiempo de funcionamiento de 09 y 21 días, respectivamente, el tiempo de estabilización del encendido y el apagado fue mayor, manifestándose como una oscilación o parpadeo de la luz emitida por el foco led (“Refrigeración en Electrónica”, 2018).

Al finalizar la segunda prueba se notó que no existía contacto adecuado entre la placa de chips y el disipador; lo cual, no solo disminuyó el flujo de calor hacia el disipador, aumentando la temperatura de la placa de leds; sino que aumentó el flujo de calor de los chips hacia el *driver*. Por tal motivo, la temperatura de los componentes electrónicos aumentó y se generaron puntos de soldadura fría, falsos contactos y funcionamiento anormal en el *driver*. De esta manera, se resalta la importancia de la correcta ubicación y contacto de la placa de leds y el difusor.

En la tercera prueba se aplicó correctamente la pasta de transferencia térmica Kranzz, aumentando la conductividad térmica (flujo de calor) entre la placa de chips hacia el disipador. Así, la temperatura de funcionamiento de la placa disminuyó considerablemente, evitando la avería de los componentes

electrónicos y manteniendo estable la luminosidad durante el encendido y apagado. (Chung, 2020)

Todos los componentes del *driver* utilizado en la primera prueba fueron soldados en un solo lado de la tarjeta, como se muestra en la Figura 7. Por este motivo, fue necesario forzar el ingreso de la tarjeta en el *housing* del foco, ocasionando que algunos de sus componentes entren en contacto con el aluminio. Como consecuencia, el disipador transfirió calor hacia estos componentes, incrementando su temperatura durante el funcionamiento y acortando su tiempo de vida. (Martínez et al., 2018, p. 2874)



Figura 7. Fotografía del driver, cuyos componentes están soldados en un solo lado de la tarjeta

En la segunda y tercera prueba se utilizaron *drivers* en los cuales los componentes fueron colocados en ambos lados de la tarjeta como se observa en la Figura 8. Esto evitó el contacto entre los componentes electrónicos y el difusor, mostrando aumento de rendimiento y reducción de la temperatura de funcionamiento en comparación con la primera prueba. (“¿Cuál es la mejor pasta térmica actualmente?”, 2019)



Figura 8. Fotografía del driver, cuyos componentes están soldados en ambos lados de la tarjeta

La importancia de los resultados mostrados en este documento radica en el aumento del tiempo de vida de los focos led cambiando únicamente la zona de aplicación de la pasta térmica.

Conclusiones

Se comprobó que la aplicación de pasta de transferencia térmica entre la tarjeta de chips y el disipador de una lámpara led ocasiona la disminución de la temperatura de los componentes electrónicos del foco mediante la optimización de la disipación de calor. La aplicación de pasta térmica alrededor de la zona de contacto de la placa de chips y el difusor ocasiona que la temperatura de funcionamiento sea menor, que el tiempo de vida sea mayor; y que el nivel de luminosidad de la lámpara led sea más estable que al aplicar la pasta exclusivamente en la zona de contacto entre la placa de chips y el difusor.

Referencias

- ¿Cuál es la mejor pasta térmica actualmente? (2019). Recuperado el 18 de enero de 2020, de Guiahardware website: <https://www.guiahardware.es/mejor-pasta-termica/>
- Chung, D. D. L. (2020). Thermal Interface Materials. *Journal of Electronic Materials*, 49(1), 268–270. <https://doi.org/10.1007/s11664-019-07732-3>
- Espeso, P. (2012). Pasta térmica, aprende sobre este desconocido de tu ordenador. Recuperado el 10 de febrero de 2020, de Xataka website: <https://www.xataka.com/componentes/pasta-termica-todo-lo-que-necesitas-saber>
- Fundación San Valero. (s/f). *Disipación de calor*. Recuperado de http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Analoga/UD11_Electronica de Potencia/UD11_B_Disipacion de calor y radiadores.pdf
- Jiménez, I., & Segura, H. (2015). Eficiencia del ahorro energético y reducción del impacto ambiental negativo de la tecnología led. *Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 2(3), 51–58.
- Martínez, J., Luviano, L., & Cano, F. (2018). Propuesta de un nuevo disipador de calor en lámparas led. *Jóvenes en la ciencia*, 4(1), 2874–2879. Recuperado de <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2757>
- Méndez, A. (2016). *Disipadores Térmicos Para Dispositivos Electrónicos*. 17. Recuperado de <http://ieb-srv1.upc>

es/gieb/tecnicas/pdf/disipadores_terminicos.pdf

Metal Clad PCBs - Superior Thermal Efficiency - DK Thermal. (s/f). Recuperado el 9 de junio de 2020, de <http://dkthermal.co.uk/products/metal-clad-pcbs/>

Refrigeración en Electrónica. (2018). Recuperado el 15 de enero de 2020, de Fácil Electro website: <https://www.facilelectro.es/refrigeracion-en-electronica/>

