

Título del trabajo/ Title of paper

Detección y análisis de fallos en equipos, módulos y luminarias de LED.

Autor/es/ Author/s

José Ignacio Garreta – José Leandro – Leandro Boyano

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

Electro-transformación Industrial, S.A. (ETI)

Dirección principal/ Mail adress

Electro-Transformación Industrial, S.A.
Paseo John Lennon, 9.
28906 Getafe (Madrid)

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail adress of the contact person

Telf: 916653440
jleandro@etisa.com

Tema:

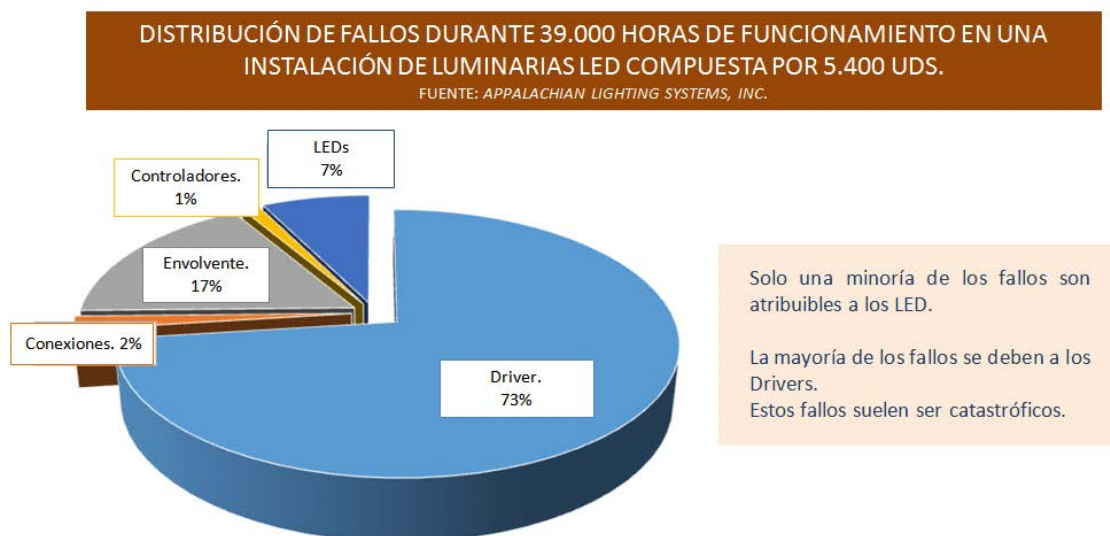
Científico y formación en aspectos generales de la iluminación

Introducción

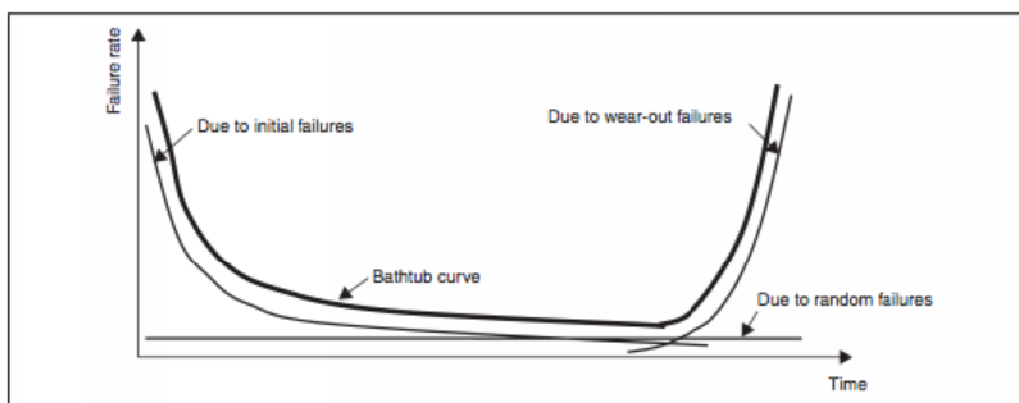
Ha pasado tiempo suficiente para tener conocimiento de las diferentes causas de los fallos en los equipos, módulos y luminarias de LED.

En esta ponencia daremos una breve explicación sobre los diferentes tipos de averías con los que nos hemos encontrado en instalaciones reales, con equipos de diversas marcas.

Un poco de estadística



La curva bañera (Bathtub) de distribución de fallos a lo largo de la vida



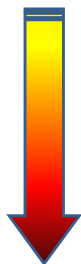
La mayor tasa de fallos en las horas iniciales suelen deberse a defectos de fabricación y errores durante la puesta en marcha de la instalación.

A lo largo de toda la vida del producto, ocurren fallos aleatorios de diversa naturaleza.

Conforme nos acercamos al final de la expectativa de vida del producto, van incrementándose los fallos por desgaste de materiales.

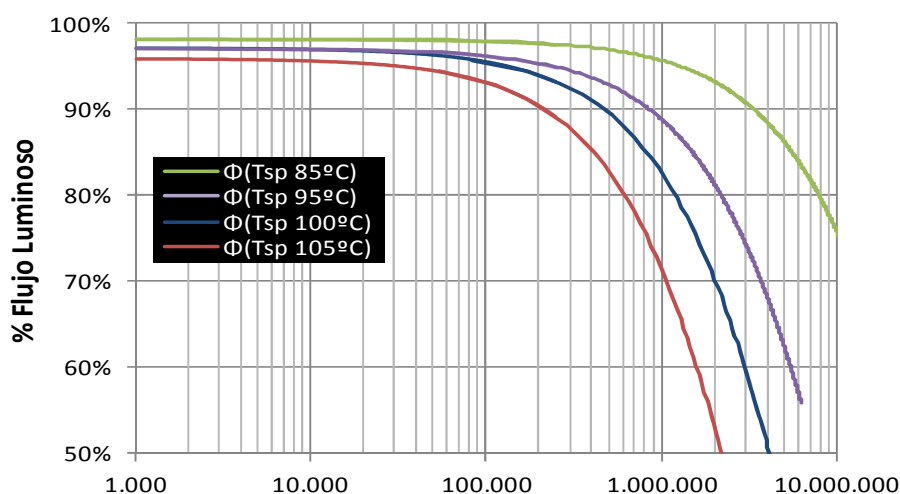
Causas de fallos

Por orden de gravedad:



- Depreciación de flujo lumínico del LED.
- Envejecimiento de materiales.
- Contaminación química.
- Transferencia térmica deficitaria.
- EOS (Electrical overstress). Hot plug (conexión en caliente).
- Descargas electrostáticas (ESD).
- Descargas atmosféricas
- Sobretensiones de línea.

Depreciación de flujo lumínico (vida útil del LED) LM80, TM-21, L70, L80, L90...

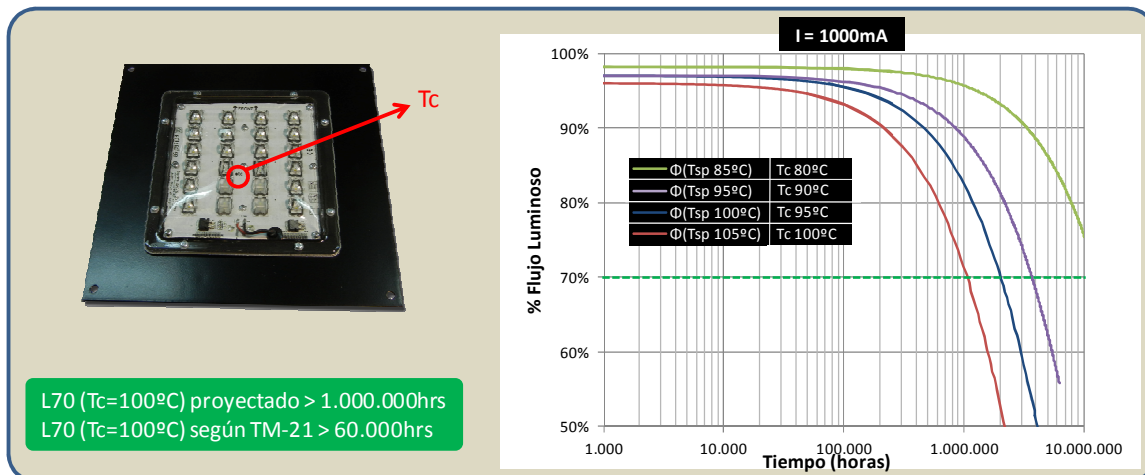


A partir del ensayo LM80 del LED (realizado por el fabricante del mismo), es posible extrapolar según el algoritmo matemático definido por el procedimiento TM-21 y obtener la depreciación de flujo lumínico con el tiempo.

El TM-21 indica cómo y cuánto se puede extrapolar.

La depreciación de flujo depende de la corriente de funcionamiento y de la temperatura del LED por eso para una misma corriente de alimentación suele haber distintas curvas en función de la temperatura del punto de soldadura Tsp).

(Un fabricante de luminarias debe conocer la relación entre la Tsp del LED y la Tc o Tp del módulo LED incorporado en la luminaria. $T_c = T_{sp} - \Delta T$)



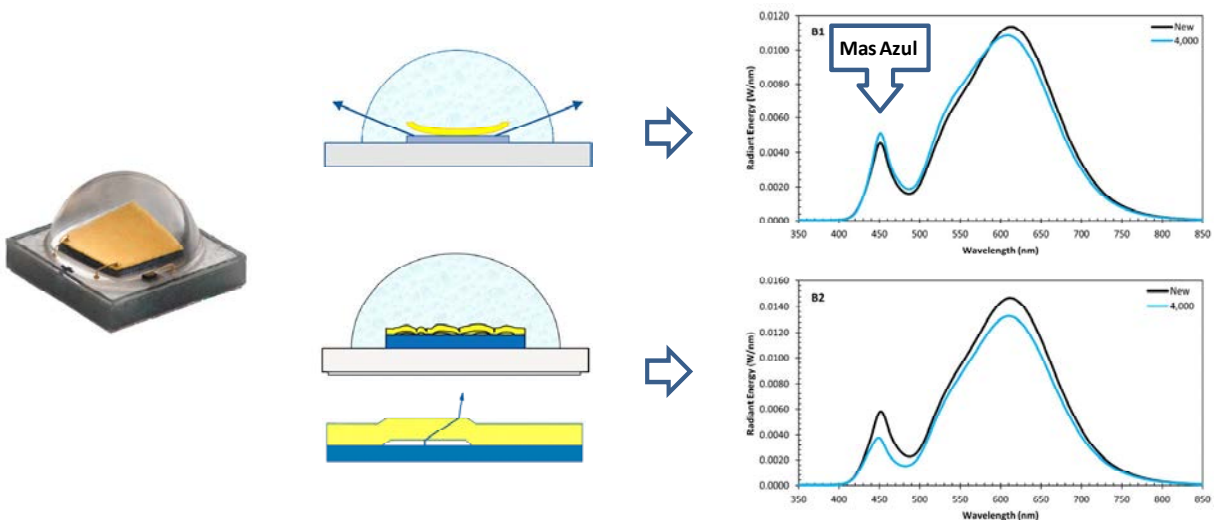
Envejecimiento de materiales.

Aun tratándose de luminarias que cumplen todas la normativas aplicables, con el paso del tiempo los cierres de policarbonato amarillean, las partes metálicas se oxidan, los cables y las juntas se deterioran, aparece humedad, condensación, corrosión, etc.



La entrada de agua suele dar lugar a fallos catastróficos en presencia de tensiones altas. Las lámparas de descarga no podían funcionar con tensiones MBTS (<60VDC), pero los LEDs sí. Sin embargo, rara vez se prescribe el uso de módulos LED con funcionamiento en MBTS.

Menos conocido es lo que ocurre en el interior de los propios LED:

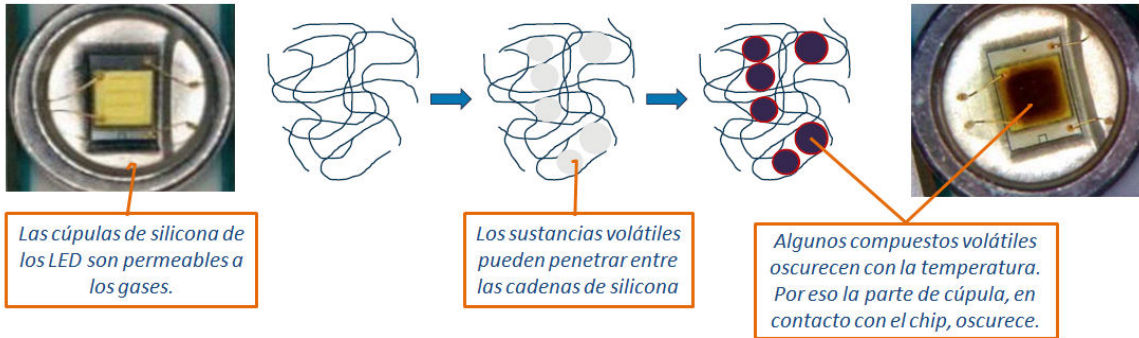


- El fósforo se mueve y se degrada debido a la temperatura.
- La silicona de la óptica primaria se degrada aumentando su índice de refracción.
- La base de plata sobre el que se monta el chip, se oxida y pierde capacidad de reflexión.

Todo ello da lugar a pérdida de eficiencia y a cambios de cromaticidad.

Contaminación química. El Outgasing y los VOC

El outgasing de un material consiste en la emisión de VOCs (sustancias orgánicas volátiles) u otras sustancias volátiles.




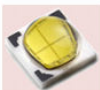

Puede ser un fenómeno reversible: Según el tipo de VOC y la ventilación interna de la luminaria, la sustancia contaminante puede volatilizarse tras horas o meses de funcionamiento.

Por ejemplo, los elastómeros vulcanizados con sulfuro pueden desprender H_2S que, en contacto con la base de plata sobre la que se monta el LED, produce Sulfito de plata y la oscurece.

En la fabricación de luminarias LED, todos los materiales utilizados (selladores, adhesivos, juntas, etc.) deben ser adecuados.

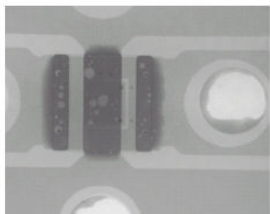
Transferencia térmica deficitaria.

En función de lo crítica que sea la transferencia térmica en el diseño, su deficiencia puede dar lugar a una degradación prematura del LED o a un fallo catastrófico.

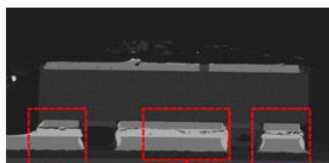
| | | | | |
|---------------------|---|-------------------------------|--|--|
| LED individual |  | 4,5W max. 2W utilización. |  <p>Calor distribuido</p> | <p>Transferencia térmica del LED mediante soldadura metálica (65 W/m.K).</p> <p>El uso de circuito de aluminio (MCPCB) (19,2 W/m.K) garantiza una buena transferencia de calor hacia el disipador.</p> |
| |  | 15W max. 8,4W utilización. | | |
| LED multichip (COB) |  | 73W max. 50W utilización. | | |

Problemas de transferencia térmica en LEDs individuales.

Voids en soldaduras



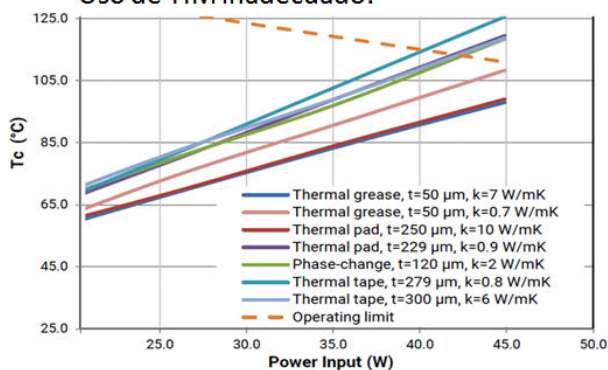
Dilataciones y contracciones.



Problemas de transferencia térmica en LEDs multichip (COB).

Falta de planicidad o exceso de rugosidad (>10µm) del disipador o luminaria.

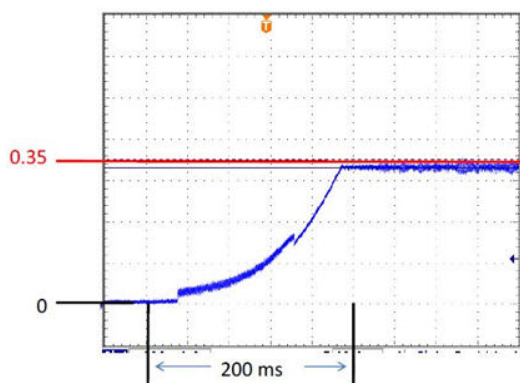
Uso de TIM inadecuado:



EOS (Exceso de estrés eléctrico). Hot plug.

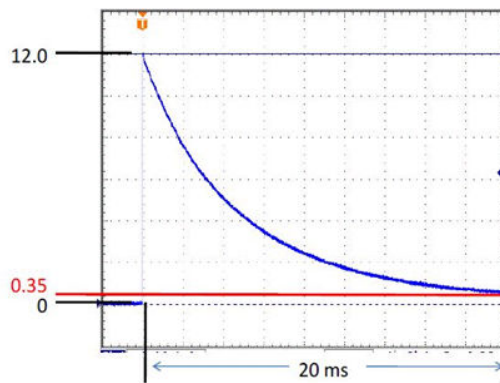
El Hot plug (conexión en caliente) consiste en conectar un Driver de tipo corriente constante, previamente alimentado desde la red, a un módulo de LEDs. Cuando se va a conectar un módulo LED a un driver, este último siempre debe estar sin alimentación.

Evolución de la Corriente de LED (A)



En condiciones normales, al alimentar el driver, la corriente del LED aumenta hasta alcanzar el valor establecido en el ajuste del driver.

Evolución de la Corriente de LED (A)



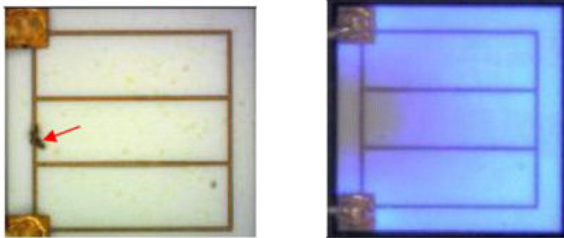
Al hacer un Hot Plug, la energía acumulada en el condensador interno del driver se descarga bruscamente a través de los LEDs hasta que la tensión de salida del Driver iguala a la de los LEDs. Esta sobrecorriente puede producir daños en los LED.



Hay que hacer caso a las indicaciones

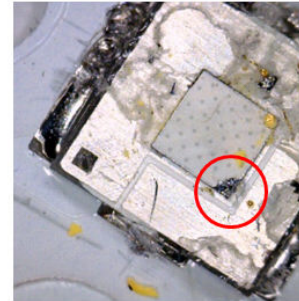
El Hot plug y los EOS pueden ocurrir durante el proceso de fabricación o prueba de los módulos y luminarias LED. Pero los efectos se manifiestan meses después...

Chip "dañado" Apagado y Encendido (azul)



Aparece una mancha que dará lugar a una zona de sombra, sin emisión de luz

Chip con daño catastrófico

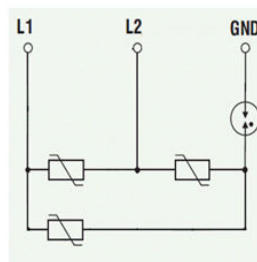
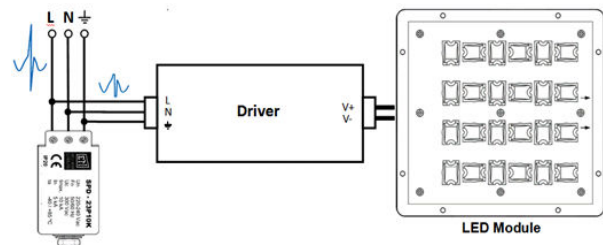
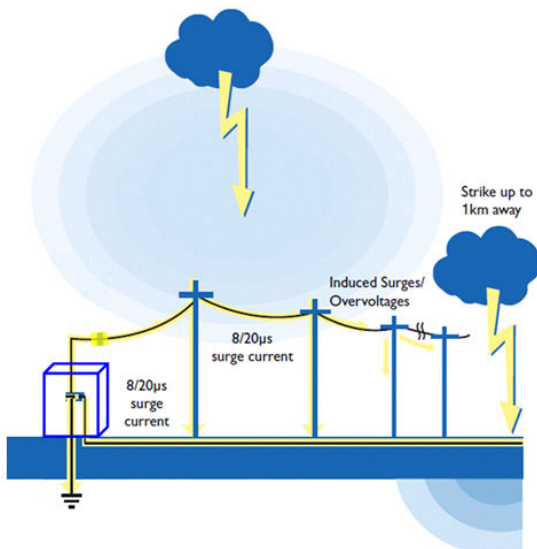


Se requieren dispositivos y procedimientos específicos para evitar daños al realizar la comprobación de módulos LED durante su fabricación.



Descargas atmosféricas.

Se trata de transitorios de alta tensión y corta duración. Muchos componentes electrónicos se averían si se supera su tensión máxima.



Los protectores contra descargas (SPD) incorporan varistores y descargadores en gas (GDT) que actúan disipando y derivando a tierra las sobretensiones. Sin conexión a tierra, no se consigue una protección completa (en modo común y diferencial)

La protección contra descargas atmosféricas se debe realizar en varias etapas, instalando protectores de alta capacidad de descarga (40-100kA) en los cuadros y otros de menor corriente (5-10kA) en el punto de luz, cerca o en el interior de la luminaria. La última etapa de protección está incorporada en los propios drivers

La omisión de las protecciones de alguna etapa o la elección de un protector de punto de luz cuyo nivel de protección en tensión sea superior al admitido por el driver dará lugar a una protección ineficaz contra sobretensiones transitorias.

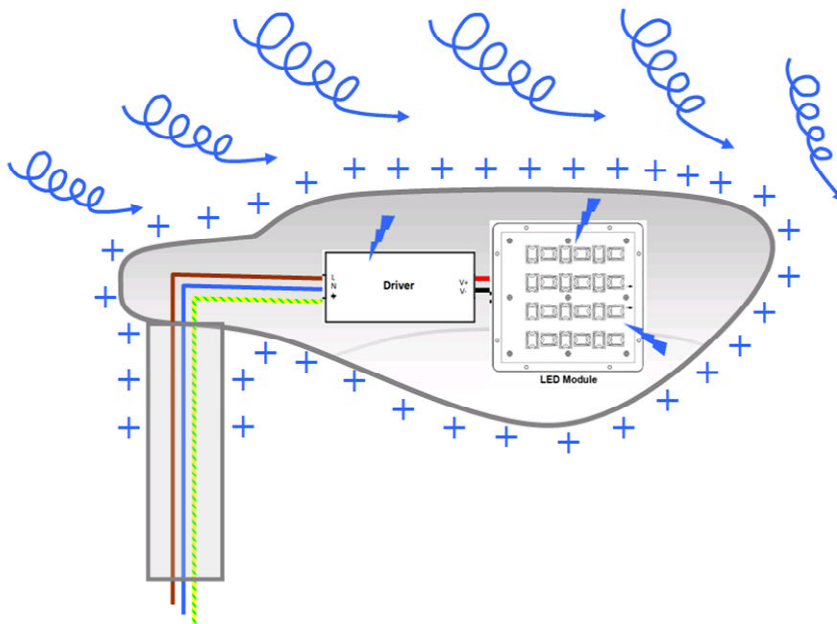
| | | | |
|---|----------------|-------|--------|
| Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-N) | Un (L-N) | 230 | [V] |
| Corriente de carga AC 50-60 Hz | IL | 10 | [A] |
| Tensión máxima de servicio (L1-L2) | Uc (L1-L2) | 320 | [V] |
| Tensión máxima de servicio (L1/L2-GND) | Uc (L1/L2-GND) | 320 | [V] |
| Corriente máxima de descarga (8/20) (L1-L2) | Imax (L1-L2) | 10 | [kA] |
| Corriente nominal de descarga (8/20) (L1-L2) | In (L1-L2) | 5 | [kA] |
| Nivel de protección en tensión (L1-L2) a In | Up (L1-L2) | ≤ 1,5 | [kV] |
| Nivel de protección en tensión (L1/L2-GND) a In | Up (L1/L2-GND) | ≤ 1,8 | [kV] |
| Fusible previo máximo | | 32 | A [gL] |
| Tensión de descarga combinada (1,2/50) | Uoc | 10 | [kV] |
| Capacidad de cortocircuito | Isc cr | 1 | [kA] |
| Tiempo de respuesta (L1-L2) | tA (L1-L2) | 25 | [ns] |
| Corriente residual | IGND | <0,01 | [mA] |

Descargas electrostáticas (ESD).

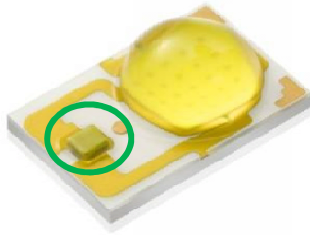
Las luminarias aisladas de la tierra pueden acumular carga electrostática por la acción del viento.

Cuando la tensión acumulada supera la tensión de aislamiento se produce el salto del arco eléctrico de la electricidad estática que busca un camino hacia tierra.

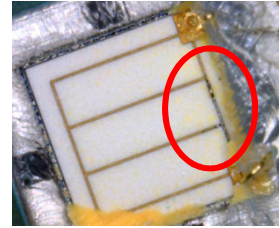
Son transitorios de alta tensión y corta duración.



TVS incorporado en LED



Daños catastróficos por ESD



Los LED son componentes sensibles a las ESD y por eso incorporan una protección (TVS) para soportar las pequeñas descargas que pudieran producirse durante su manipulación y soldadura (el personal y las máquinas de montaje deben estar preparados para manipular componentes sensibles a la ESD).

Cuando se produce una descarga electrostática que supera la capacidad del TVS incorporado, se producen daños en el TVS o en el propio chip del LED. Los LED afectados suelen quedar cortocircuitados (apagados).

Aunque los equipos incorporados sean Clase II (no necesitan tierra de seguridad) es recomendable que las luminarias de LED aisladas dispongan de algún mecanismo que facilite la disipación de la electricidad estática.

Sobretensiones de línea permanentes

Los drivers de LED admiten un rango de tensiones de alimentación muy amplio (90-310Vac) pero si se excede su tensión máxima se averían casi instantáneamente.



Los protectores contra sobretensiones transitorias (SPD) no protegen contra sobretensiones de línea permanentes. Para ello hay que utilizar POPs (permanent overvoltage protection).

Los módulos LED suelen sobrevivir a las sobretensiones de línea.

Estadísticas propias

Las incidencias relacionadas con los módulos LED fabricados suponen un 0,37% de la producción.

