

Cómo funcionan los led de potencia

Es sabido que los led se utilizan para la iluminación, y los led de potencia se utilizan cuando necesitamos una luz potente.

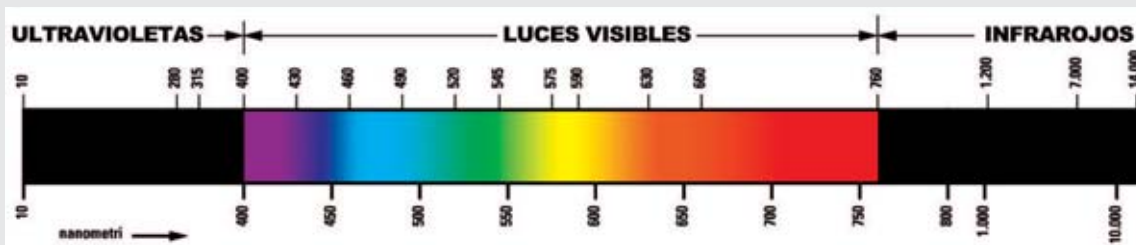
Sin embargo el proceso tecnológico para producir unos led de potencia es completamente diferente al de los led comunes, pues estos son mucho más sofisticados. Por esta razón, los led de potencia no se habían creado hasta tiempos recientes, y es gracias a ellos que hemos podido conseguir led capaces de producir luz azul.

Para explicaros cuales son las diferencias existentes entre los de potencia y los comunes, hemos reproducido algunas características relativas a los led de 1 vatios, de luz blanca, tomando como referencia la documentación de una de las casas constructoras más importantes.

Tened en cuenta que los gráficos que os mostramos como ejemplos tienen un valor puramente indicativo, y que para consideraciones más concretas es necesario disponer de la documentación relativa a cada dispositivo. Por otro lado, visto que se trata de una tecnología en constante evolución, es muy probable que las prestaciones indicadas queden desfasadas en muy poco tiempo.

En los diodos led, la emisión de luz se obtiene aplicando a la conexión del diodo una tensión ligeramente superior a su valor de umbral, que puede variar según el diodo utilizado, como veremos a continuación. La corriente directa que atraviesa el diodo provoca en la conexión una recombinación de cargas eléctricas debido a la presencia, en la placa de silicio, de moléculas de sustancia concretas, conocidas como impurezas. Es justo esta recombinación la que da lugar a la emisión de luz, cuya composición depende estrechamente del tipo de impureza utilizado para realizar el dopaje del material semiconductor que constituye la conexión.

En la tabla siguiente os damos una indicación de algunos compuestos utilizados para el dopaje del chip, en relación a la longitud de onda de la luz emitida, y por tanto al color que se obtiene.



InGan	Nitrato de Amarillo-Indio	340-500 nm	U.V, Azul, Verde
SiC	Carburo de Silicio	460 nm	Azul
Gap	Forfuro de Amarillo	550 nm	Verde
AlGaP	Forfuro de Aluminio-Amarillo	560 nm	Amarillo, Verde
AlAs	Arseniuro de Aluminio	590 nm	Amarillo
AlGaInP	Forfuro de Aluminio-Amarillo-Indio	540-760 nm	Verde, Naranja, rojo
Al GaAs	Arseniuro de Aluminio-Amarillo	770-870 nm	Rojo e infrarrojo
GaAs	Arseniuro de Aluminio	870 nm	Infrarrojo
InP	Forfuro de Indio	930 nm	Infrarrojo
InGaAsP	Forfuro-Arseniuro de Amarillo-Indio	1.000-1.670 nm	Infrarrojo

A diferencia de la luz producida por las tradicionales fuentes luminosas, que es distribuida por un amplio espectro de longitud de ondas, la luz que se obtiene de este modo posee una banda espectral mucho más estrecha.

Para conseguir luz blanca a lo largo del espectro, que básicamente sirve para realizar dispositivos de iluminación, se necesita recurrir a algunos artificios: uno de los más comunes es el de la síntesis aditiva, y otro el de la estimulación de sustancias fluorescentes.

Con este tipo de dopaje se obtiene una luz de intenso color azul.

La placa se coloca sobre un pequeño soporte cóncavo reflectante, parecido, para que os hagáis una idea, a la parábola de una lámpara halógena. El soporte tiene el deber de reflejar la luz producida por el lado inferior de la placa, orientándola hacia arriba.

En la parte superior de la placa se coloca un estrato semitransparente, dentro del cual hay depositadas dos sustancias que tienen el deber de absorber parte de la luz azul generada por la placa, y de transformarla en una radiación de longitud de onda mayor, correspondiente al color amarillo.

Esta combinación nos da una luz que cubre todas las radiaciones, comprendidas entre los 380 y 780 nanómetros, y que contiene dos picos, uno correspondiente al azul de partida, y otro con el verde, que es el resultado de la combinación del color azul y el color amarillo.

La estimulación de sustancias fluorescentes no es muy diferente de la síntesis aditiva, y utiliza una tecnología largamente consolidada, las lámparas fluorescentes.

La única diferencia es que en este caso se utiliza una conexión capaz de emitir rayos ultravioletas, que vienen en un estrato de fósforos, los cuales al estimularse emiten a su vez luz blanca.

Por otro lado, también existen otros sistemas, que permiten alojar en el mismo soporte diferentes chips, en el que cada uno emite un color diverso.

Si combinamos los diferentes colores es posible obtener la luz blanca. Es el caso, por ejemplo, de los diodos RGB (Red, Green, Blue) que emiten tres colores diferentes, Rojo, Verde y Azul.

Si mezclamos en la medida justa estos tres colores es posible obtener la luz blanca, pero también colores intermedios de la escala cromática.

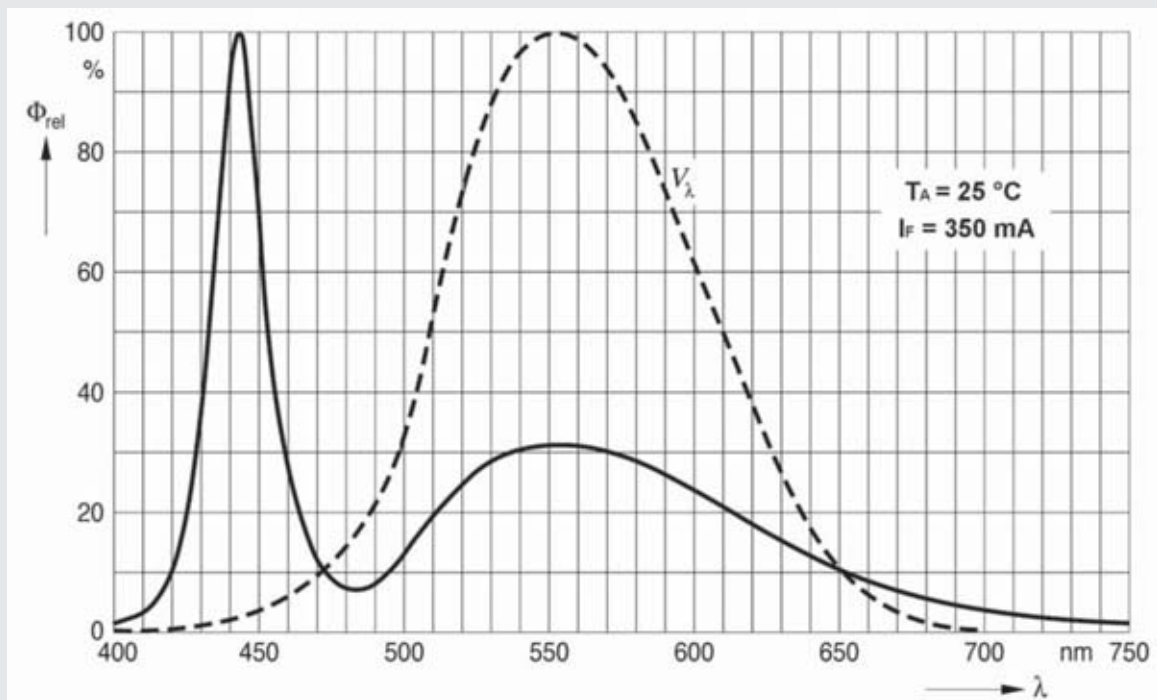
En la gráfica reproducida podéis observar la emisión espectral de un diodo led de luz blanca de 1 vatio.

En el eje horizontal se representan las diferentes longitudes de onda de la radiación luminosa emitida, expresadas en nanómetros (nm). Tened en cuenta que 1 nanómetro se corresponde con una longitud de onda igual a 10^{-9} , es decir una milésima de metro.

En el eje vertical de la gráfica se representa el flujo luminoso, que da la medida de la intensidad de la luz emitida. Como se puede ver, el pico máximo de emisión del diodo led es de unos 435 nanómetros, es decir en una longitud de onda correspondiente al color azul.

Otro pico, menos pronunciado, se encuentra en torno a los 550 nanómetros, correspondientes con el color verde, luego cae progresivamente hasta los 700 nanómetros, correspondientes al color rojo.

Como curiosidad hemos reproducido en el gráfico la curva trazada, que representa, por el contrario, la sensibilidad del ojo humano en las diferentes longitudes de onda que componen la luz. En esta se puede ver que la máxima sensibilidad del ojo es de unos 555 nanómetros, correspondientes al color verde.



Una característica típica de los diodos led es la de producir una luz muy direccional, y siempre cerrada dentro de un ángulo plano, es decir de 180° .

Para mejorar la difusión lateral de la luz, algunos led emplean una lente de plástico cuya función es la de distribuir la luz de forma lateral.

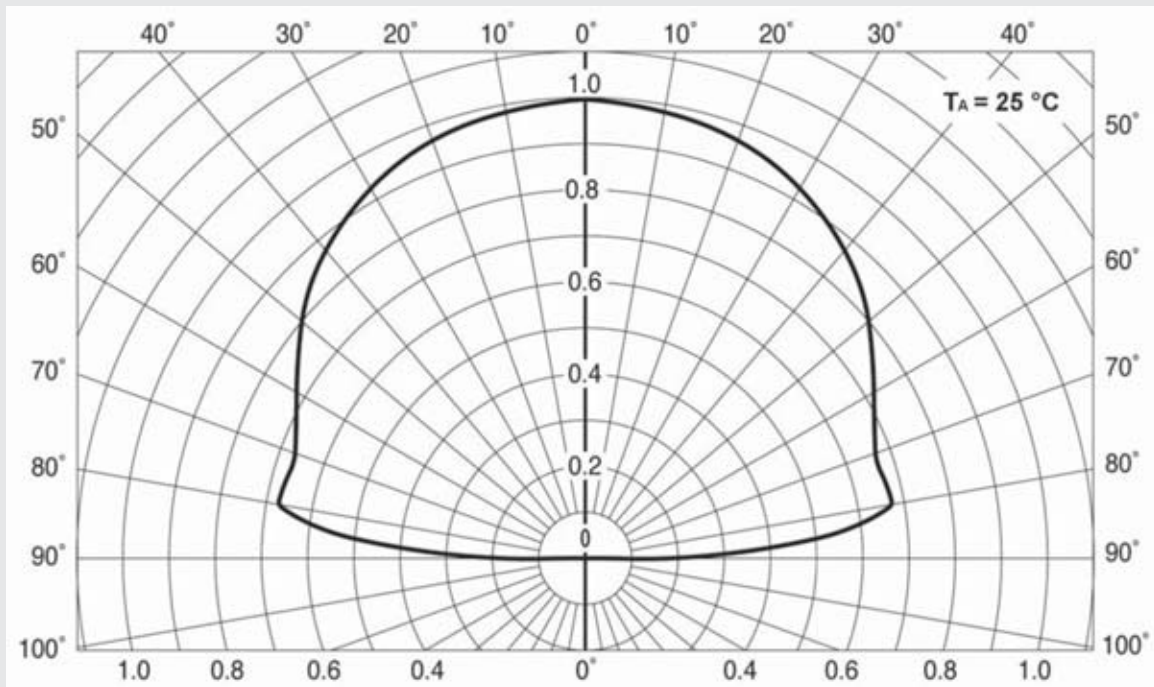
En las tiendas solo hay diodos sin lente, en los que la emisión luminosa está fuertemente concentrada en torno al eje principal del led, y diodos con lente, que son capaces de operar a una mejor difusión de la luz.

Tened en cuenta que si observáis de frente dos led de igual potencia, uno con lente y otra sin ella, veréis rápidamente la diferencia.

El led que no tiene lente da la impresión de ser mucho más luminoso, ya que la luz se concentra en una franja central muy estrecha, a diferencia del led con lente, el cual distribuye la misma luz en un ángulo mayor.

Por otro lado, si observáis lateralmente el led sin lente no veréis luz, mientras que el led con lente es capaz de suministrar, aunque sea, una pequeña luz.

Es obvio que la elección dependerá del tipo de irradiación que queráis obtener. En el gráfico siguiente tendréis una idea de cómo se irradia una luz en torno a un led con lente.



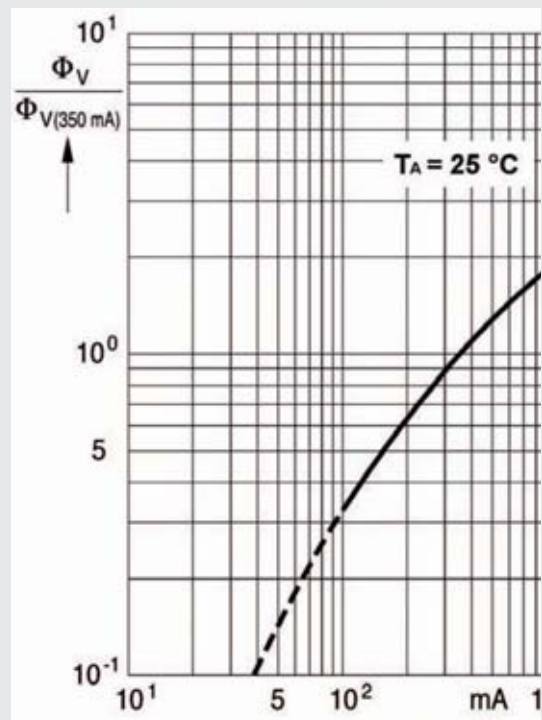
La intensidad luminosa del 100%, correspondiente con la curva 1.0, se observa si miramos el diodo de frente, es decir a 0° respecto a su eje vertical. Mientras nos desplazamos poco a poco hacia un lado, la intensidad de luz disminuye, descendiendo a 0,8, es decir al 80% en la posición que corresponde a un ángulo lateral del 50°. Se mantiene en un valor de unos 0,7, correspondiente al 70% en un ángulo de 80°, para después anularse a 90°.

Por otro lado, también es interesante ver cómo cambia la luz del diodo led al variar la intensidad de la corriente que lo atraviesa.

En el gráfico que reproducimos al lado se muestra el valor del flujo luminoso sobre el eje vertical, mientras que sobre el eje horizontal se representa el valor en miliamperios de la corriente directa I_f (I forward), que atraviesa la conexión.

Para representar la variación del flujo luminoso se coge como valor de referencia igual a 10^0 (leyes: "10 elevado a la 0"), es decir a 1, (o si queréis al 100%), el flujo luminoso que el led emite cuando es atravesado por una corriente de 350 miliamperios.

Como podéis ver si la corriente baja, también el valor de luminosidad se reduce. A 300 miliamperios, por ejemplo, la luminosidad se reduce a un valor de 0,9, es decir al 90%, mientras que a 200 miliamperios se reduce al 0,6, es decir al 60% de la luminosidad de referencia.



Tened en cuenta que el valor máximo de corriente continua está fijado por la casa constructora, y no puede ser sobrepasado, salvo en periodos muy cortos, pues el dispositivo se destruiría.

A menudo, cuando se habla de diodos led, se usa la definición de "luz fría, lo que puede traer a engaños, haciendo pensar que estos dispositivos no disipan el calor.

Esto no es del todo así, y aún menos en el caso de los led de potencia, donde la disipación del calor debe producirse de un modo adecuado, si no se quiere destruir rápidamente el led o reducir notablemente la duración.

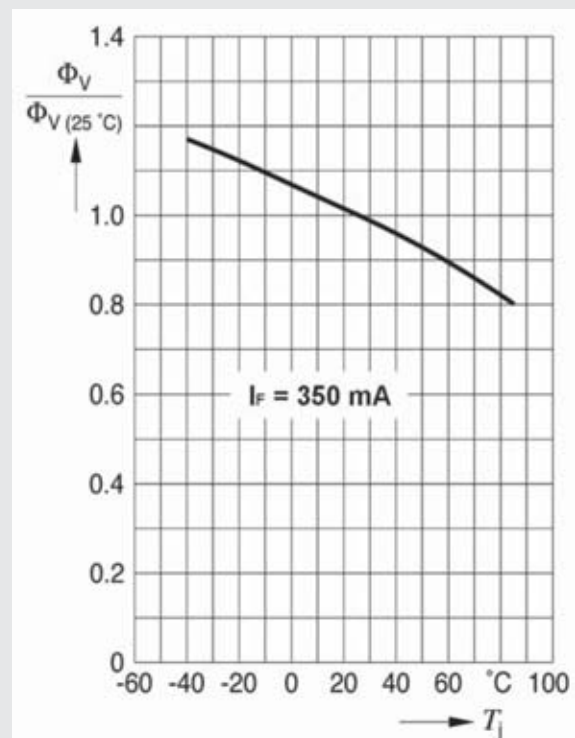
Centrándonos en los dispositivos que os proponemos en este artículo, hemos de decir que, los diodos no pueden montarse en un circuito impreso común, ya que el cual, sin una adecuada refrigeración, no sería capaz, por sí solo, de "digerir" el calor producido por la conexión.

Fig.4 El gráfico que reproducimos al lado, nos ayuda a comprender como varía la luminosidad de un led al cambiar la temperatura de conexión.

Como podéis ver, si consideramos igual a 1, o al 100%, la luminosidad del diodo cuando la temperatura de conexión es igual a 25°, si llevamos la conexión a una temperatura de 85° la luminosidad se reducirá en un valor de 0,8, es decir al 80% de la partida.

Por esta razón, para obtener un elevado rendimiento luminoso es absolutamente indispensable tener una adecuada disipación de calor.

Si se quiere evitar desagradables sorpresas, cuando hablamos de diodos led es muy importante saber su principio de funcionamiento, que es totalmente diferente al de los led tradicionales.



Estos últimos tienen una tensión de umbral muy baja, actuando en una franja comprendida entre los 1,5 voltios y los 3 voltios, dependiendo del tipo de diodo examinado.

Además, se conducen en tensión, poniendo una resistencia en serie al diodo, que tiene la función de protegerlo de una corriente excesiva.

Por contra, en el caso de los led de potencia, la conducción debe estar hecha siempre en corriente, y en serie al diodo no habrá ninguna resistencia de protección, que resté potencia.

Observando la figura siguiente comprenderéis mejor lo que estamos por deciros.

Fig.5 El gráfico de la derecha muestra la función de la corriente directa I_F que atraviesa el diodo, en función de la tensión de umbral. En el ejemplo indicado, para conseguir una corriente de 300 miliamperios, en torno al 90% de la luminosidad máxima, es necesario aplicar a la conexión una tensión de 3,25 voltios.

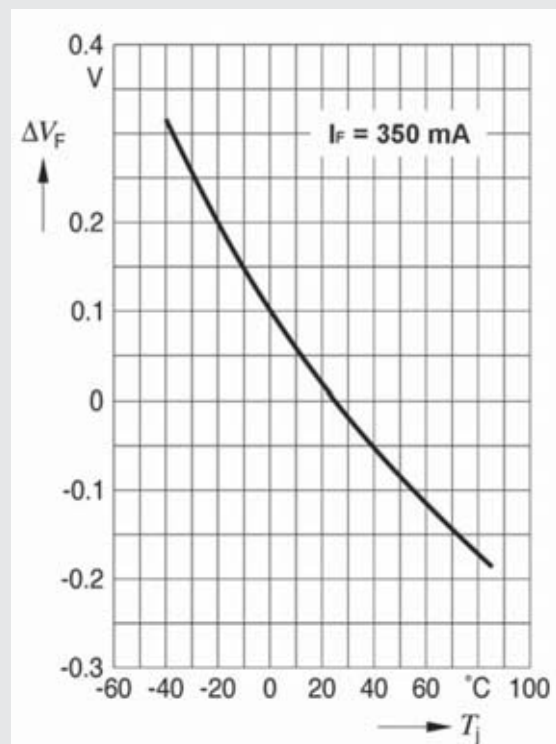
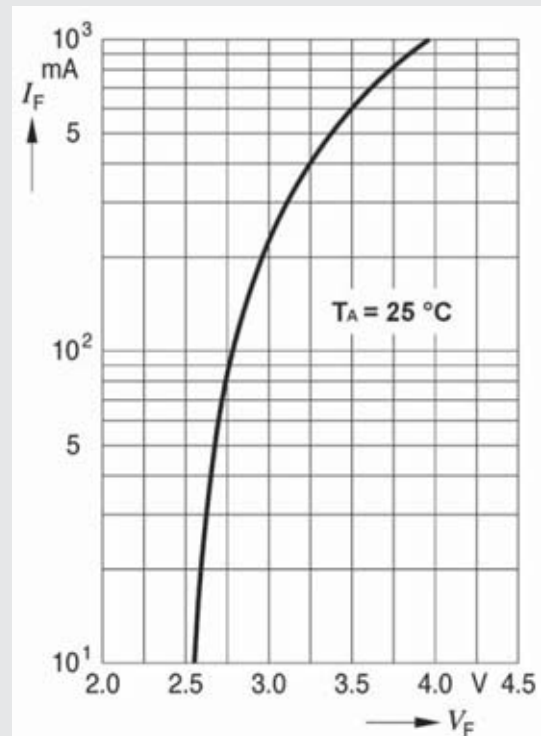
Observando el gráfico, vemos como con una tensión un poco inferior, es decir del 3,0 voltios, para que la corriente que atraviesa el diodo esté a 200 miliamperios, se corresponda a un rendimiento luminoso del 60%, y por tanto mucho más bajo.

Por el contrario, es suficiente con una tensión de 3,5 voltios para producir una corriente de 600 miliamperios, pudiéndose destruir el diodo en pocos segundos.

Como os hemos explicado es imposible conducir estos dispositivos en tensión, por lo que deben ser conducidos en corriente, utilizando un alimentador capaz de controlar constantemente éste valor.

Por la misma razón, los led se conectan en serie entre sí, para que de este modo tengamos la certeza de que la corriente que les atraviesa es la misma.

Si ponemos más diodos en serie creamos unos módulos, que también pueden colocarse en paralelo.



Si medimos la tensión de umbral de un led de potencia, conduciéndolo con una corriente de 350 miliamperios y manteniendo la temperatura de su conexión a 25 °C, conseguimos un valor en voltios, que llamaremos valor V_0 .

Si ahora calentamos progresivamente la conexión, observaremos que la tensión de conexión disminuye.

Por ejemplo, a una temperatura de 70 °C, la tensión de umbral se reduce a -0,150 voltios respecto a su valor V_0 . Si en cambio enfriamos la conexión conseguiremos un aumento de la tensión de umbral.

A 0 °C la tensión aumentará en 0,1 voltios.

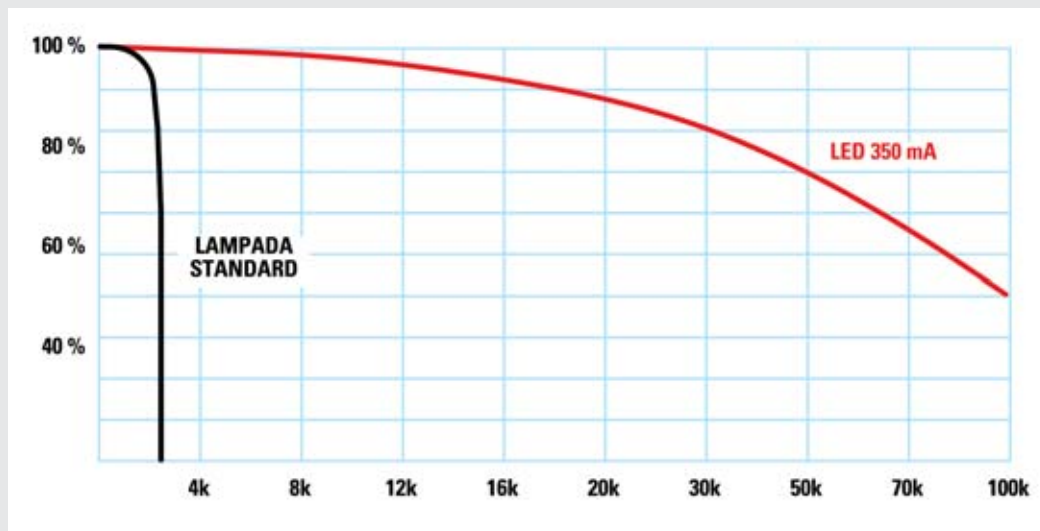
El gráfico de al lado muestra cómo cambia la tensión de umbral al variar la temperatura de la conexión.

Una de las características más importantes de los diodos led, y que les hace especialmente interesantes respecto a las fuentes luminosas tradicionales, es su duración.

En el gráfico de abajo hemos reproducido la curva que representa la vida media de un diodo led, comparada con la de una lámpara de luz incandescente.

La vida de un diodo se entiende en función de la reducción de luminosidad que interviene en el tiempo. Por ello, se considera que un led debe sustituirse cuando su luminosidad se reduce al 50%. El gráfico representa la duración de un led con temperatura de conexión igual a la de la ambiente, y una corriente de conducción de 350 miliamperios.

Tened presente que al aumentar la temperatura de la conexión, la duración del componente también puede reducirse al 50%.



Como todos los semiconductores, los led tienen una vida muy larga, aunque si en el tiempo intervienen algunos factores que contribuyen a ello.

Uno de los componentes que contribuyen a su envejecimiento está constituido por la gelatina de silicona, que se utiliza para rellenar el espacio alrededor del chip.

Con el tiempo esta gelatina se vuelve opaca, reduciendo por tanto su luminosidad.

También la lente de plástico se vuelve amarillenta, y se modifica químicamente, alterando la naturaleza de la luz emitida, que se torna amarilla.

Estos fenómenos se aceleran por los recalentamientos que producen las altas corrientes de trabajo, o los continuos ciclos de encendido/apagado.

De todas maneras, estos son procesos muy lentos, que no impiden a los diodos led alcanzar, en buenas condiciones, una vida media de unas 50.000 horas, mucho más tiempo de las 1.000 horas que ofrece un lámpara de luz incandescente.