

LA RESISTENCIA CORRECTA

David Arturo Gutiérrez Begovich M. en C.
dgutierrezb@ipn.mx
Janet Argüello García M. en C.
jarguello@ipn.mx
Miguel Ángel Rodríguez Fuentes M. en C.
mrodriguezf@ipn.mx

UPIITA-IPN

Abstract

In this work, a comparison between the LED most typical forward-bias technique and an appropriate technique which let students get better results in terms of electric efficiency is discussed. Considering definition, the reader will understand about light emission of these devices and the reasons about their different wave lengths, from infrared to ultraviolet. A close examination reveals the correct use of datasheet for a LED forward-bias conditions considering an appropriate current circulation and a controlled power dissipation. Finally, in this work, some examples about the emission color characteristics of a LED (related to the semiconductors used in their construction) and its analysis to the correct selection of electric resistance, are mentioned.

Introducción

En este trabajo se discute sobre la forma común a la que recurren los estudiantes (en general) para polarizar un Diodo Emisor de Luz (LED) y la técnica adecuada para lograr los resultados que influyen en la eficiencia del consumo de la energía eléctrica al recurrir a estos dispositivos. Mediante la definición se entenderá por qué se logra emitir luz con longitudes de onda que van del infrarrojo al ultravioleta. Se demuestra mediante cálculos que para energizar al LED adecuadamente se debe recurrir a la información que brindan los fabricantes en las hojas de datos, y que de practicarlo como se menciona, se logra una circulación de corriente y disipación de potencia eléctrica controladas. También, en este escrito se mencionan ejemplos de las características de los LEDs dependiendo de su color de emisión (que está relacionado con los semiconductores que se utilizan en su construcción) y su análisis eléctrico para la selección adecuada de la resistencia eléctrica que limitará la intensidad en el dispositivo.

1. Definición

El diodo emisor de luz (LED), es capaz de emitir luz visible cuando se energiza. En cualquier unión p-n con polarización directa existe dentro de la estructura (cerca de la unión), una recombinación de huecos y electrones, la cual, requiere que la energía poseída por el electrón libre sin enlace sea transferida hacia otro estado, cierta cantidad de esta energía se desprenderá en forma de calor y otra en forma de fotones (Boylestad, 1998, p. 39).

En el caso del silicio y del germanio, el porcentaje mayor de energía que se desprende es en forma de calor y en una medida insignificante, se desprende luz. En otros materiales, como el fosforo de arseniuro de galio (GaAsP) o el fosforo de galio (GaP), el número de fotones de energía luminosa emitida es suficiente como para crear una fuente de luz. Este proceso se conoce como electroluminiscencia y pueden emitirse longitudes de onda que van desde la radiación infrarroja hasta la ultravioleta (Floyd, 2008, p. 127).

Su símbolo eléctrico y circuito básico de polarización se muestran en la figura 1.

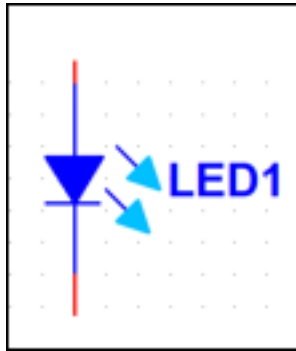


Figura 1. a) Símbolo Eléctrico del LED.

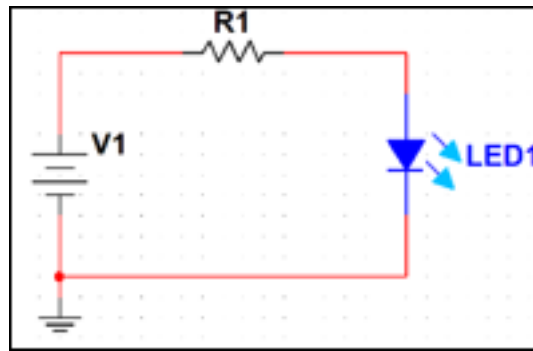


Figura 2. b) Circuito de Polarización en directa del LED.

2. Planteamiento del problema

Cuando se polarizan estos dispositivos en ejercicios de laboratorio de las escuelas, resulta común utilizar niveles de tensión de 5 V para polarizar en directa al LED, debido a que varios de los circuitos integrados con salida digital proporcionan niveles de 5 V para el '1' lógico y 0 V para el '0' lógico y la resistencia limitadora es propuesta con un valor de 330 Ω .

Para la entrega de una práctica solicitada, en la que el tiempo de funcionamiento se limita a un par de horas utilizando un mismo color de LED, estos valores propuestos resultan funcionales, sin embargo, para proyectos en los que la intensidad luminosa debe ser constante y controlada por una corriente eléctrica fija, entonces se debe conocer cuál es la caída de tensión que debe haber entre las terminales del elemento de interés, y ésta cambia dependiendo del material de los semiconductores que son los que determinan el color del LED.

De acuerdo con lo anterior, al hacer los cálculos, se debe considerar que en todos los LEDs circule la misma corriente sin importar el color, se deben conocer los parámetros eléctricos que proporciona el fabricante. A continuación, a partir de las características que proporciona el fabricante Vishay, se mostrarán los cálculos para determinar el valor de la resistencia que se debe conectar en serie cuando la tensión de la fuente de polarización es de 5 V y una Intensidad de 20 mA.

De la figura 1, por Ley de Kirchoff de Tensiones y por Ley de Ohm se ve que:

$$\begin{aligned} 0 &= V_1 - V_R - V_D \quad \dots (1) \\ V_R &= V_1 - V_D = IR \quad \dots (2) \\ R &= \frac{(V_1 - V_D)}{I} \quad \dots (3) \\ R &= \frac{(5V - V_D)}{20mA} \quad \dots (4) \\ I &= \frac{(5V - V_D)}{R} \quad \dots (5) \end{aligned}$$

Las matrículas que se enlistan en la tabla 1 son las que se revisarán para demostrar las diferentes caídas de tensión que hay en el dispositivo al polarizarlo en directa.

Tabla. 1.
 Colores y compuestos de los LEDs por matrícula de la Marca Vishay.

Matrícula	Color	Compuesto	Nomenclatura
VLDB1232G-08	Azul	Nitruro de Galio-Indio sobre Zafiro	<u>InGaN</u> sobre Zafiro
TLCPG5100	Verde Puro	Fosfuro de Aluminio de Galio e Indio sobre Arseniuro de Galio	<u>AllnGaP</u> Sobre <u>GaAs</u>
TLDR5400	Rojo	Arseniuro de Galio-Aluminio sobre Arseniuro de Galio	<u>GaAlAs</u> sobre <u>GaAs</u>
TLHY5400	Amarillo	Fosfuro de Arseniuro de Galio sobre Fosfuro de Galio.	<u>GaAsP</u> sobre <u>GaP</u>
VLHW5100	Blanco	Nitruro de Galio-Indio	<u>InGaN</u>

Cuando se leen las hojas de datos, se pueden encontrar parámetros típicos y en condiciones de prueba que se consideran estables, como por ejemplo la temperatura ambiente de 25 °C, sin embargo, para el ejercicio propuesto es mejor extraer la información de las curvas de respuesta, que en este caso es la de Tensión de Polarización en Directa contra Corriente de del Diodo. En las siguientes imágenes se muestra la curva que pertenece a cada matrícula de LEDs, en ellas se señalará justamente el valor de V_D cuando la corriente es de 20 mA.

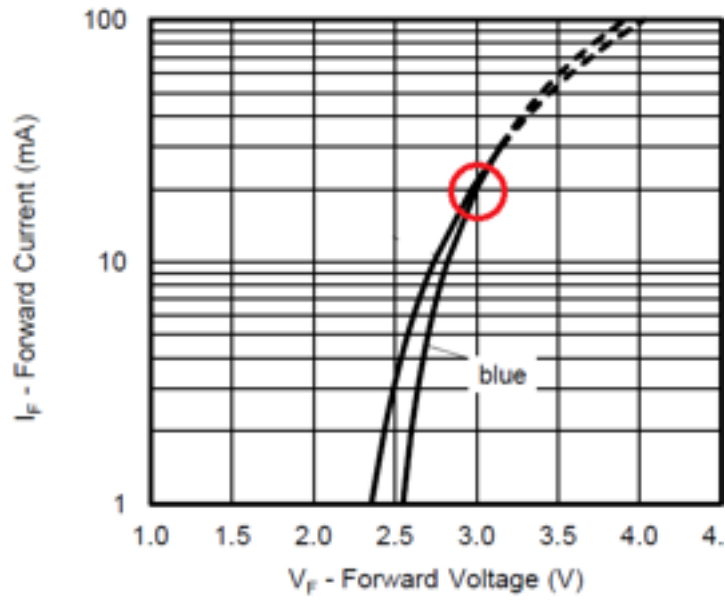


Figura 2. LED Azul. $V_D = 3\text{ V}$ @ 20 mA .

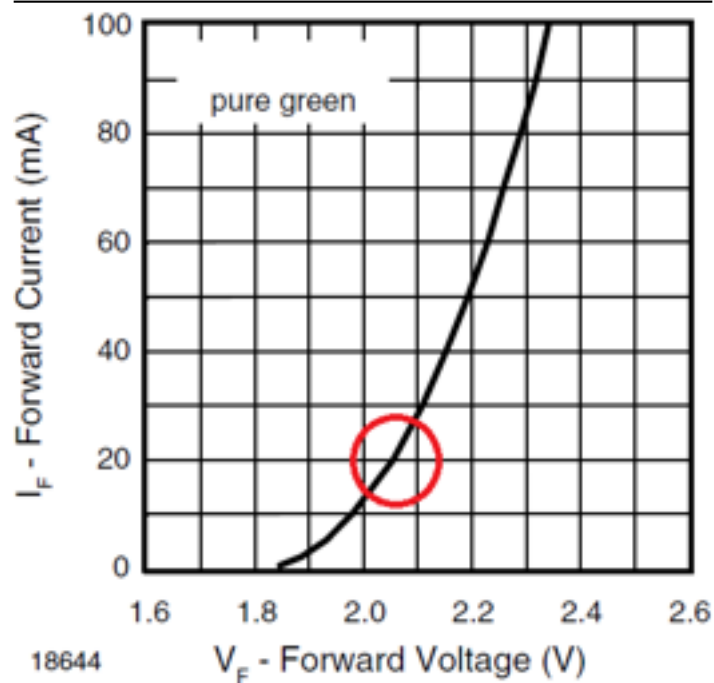


Figura 3. LED Verde puro. $V_D = 2.05\text{ V}$ @ 20 mA .

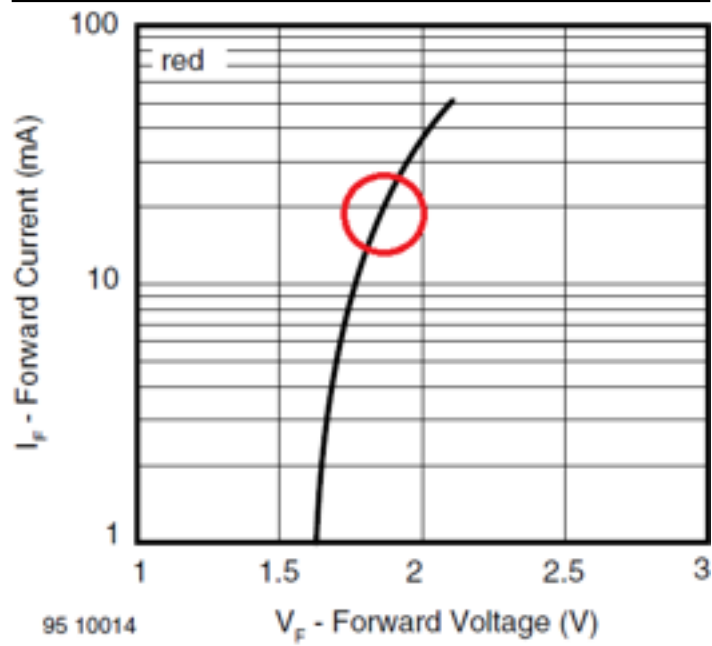


Figura 4. LED Rojo. $V_D = 1.85 \text{ V @ } 20 \text{ mA}$.

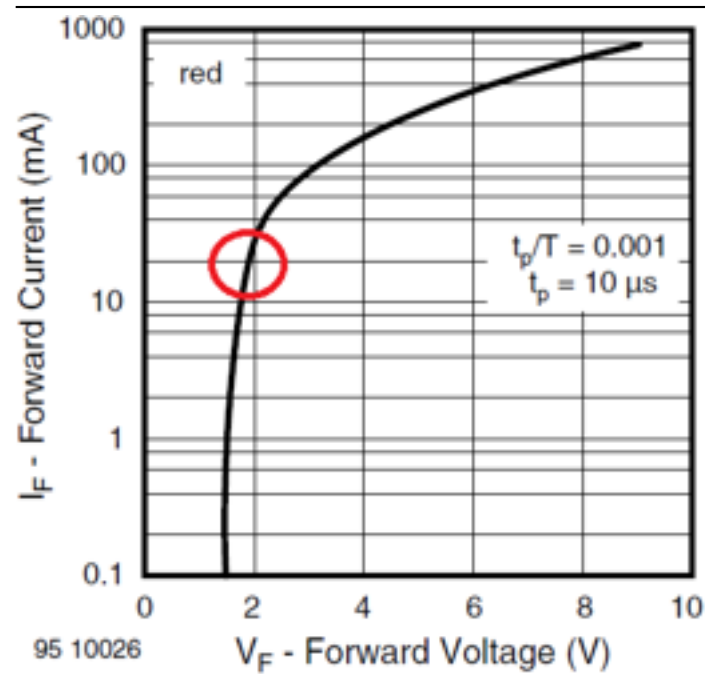


Figura 5. LED Amarillo. $V_D = 1.8 \text{ V @ } 20 \text{ mA}$.

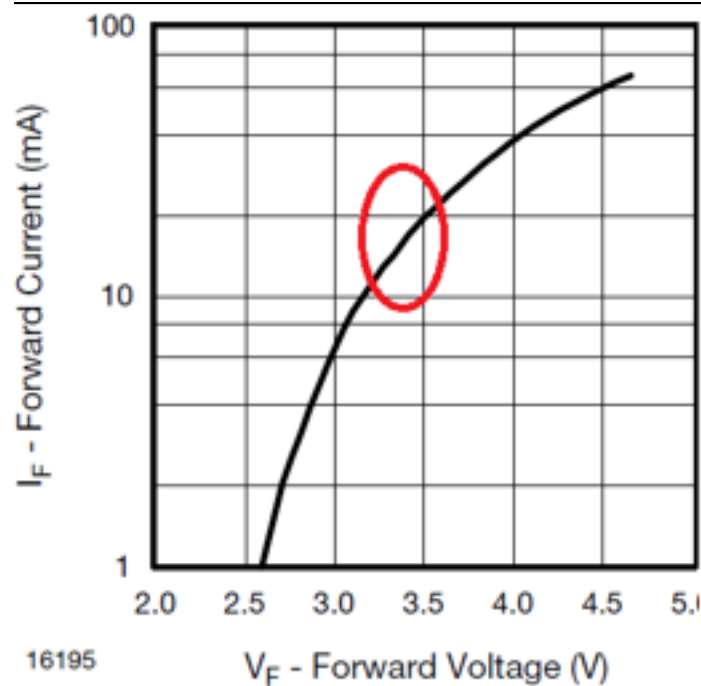


Figura 6. LED Blanco. $V_D = 3.3 \text{ V @ } 20 \text{ mA}$.

De acuerdo con la información extraída de las figuras, los valores de V_D para cada LED y el cálculo de las resistencias para lograr 20 mA en cada uno de ellos se obtiene a partir de la ecuación 4, lo cual se resume en la siguiente tabla.

Tabla. 2.
Cálculo de las resistencias para cada color de LED.

Color de LED	$V_D \text{ [V] @ } 20 \text{ mA}$	$R = \frac{(5V - V_D)}{20mA} \text{ [}\Omega\text{]}$
Azul	3	100
Verde Puro	2.05	147.5
Rojo	1.85	157.5
Amarillo	1.8	160
Blanco	3.3	85

En los resultados obtenidos en la tabla 2, se demuestra que a pesar de que en todos los casos se utiliza una fuente de 5 V, para lograr una corriente de 20 mA no es posible utilizar el mismo valor resistivo debido a que ni siquiera son aproximados los valores de las resistencias, si se consideran los casos extremos, la resistencia de menor valor es de 85 Ω mientras que la mayor es de 160 Ω , que representa prácticamente el doble del valor resistivo menor.

V. Conclusiones

Cuando se pretende hacer un diseño electrónico, por muy básico que sea, se deben respetar los requisitos del sistema. Para satisfacer las necesidades energéticas se debe recurrir siempre a los datos

que proporciona el fabricante y no generalizar o considerar que los eventos que se pueden encontrar en un dispositivo se pueden repetir en uno que es parecido, gracias a los casos tan extremos que aparecieron en la tabla 2 se puede ver que, de utilizar el mismo valor resistivo, se obtendrían corrientes distintas a la deseada en cada LED y eso a su vez repercutiría en la Intensidad Luminosa.

Referencias

1. Boylestad, R. y Nashelsky, L. (1998). *Electronic devices and circuit theory*. (seventh edition). New Jersey: Prentice Hall.
2. Floyd, T. (2008). *Dispositivos electrónicos*. (octava edición). México: Pearson Educación.
3. Vishay Semiconductor. (2022). Dome Lens SMD LED. Recuperado el 05 de abril de 2022, de <https://www.vishay.com/docs/80003/vldb1232.pdf>
4. Vishay Semiconductor. (2022). *Ultrabright LED, Ø 5mm Untinted Non-Diffused Package*. /Recuperado el 05 de abril de 2022, de <https://www.vishay.com/docs/81346/tlcx510.pdf>
5. Vishay Semiconductor (2022). *High Intensity LED, Ø 5mm Tinted Diffused Package*. Recuperado el 05 de abril de 2022, de <https://www.vishay.com/docs/83003/tldr5400.pdf>
6. Vishay Semiconductor (2022). *High Intensity LED, Ø 5mm Tinted Diffused Package*. Recuperado el 05 de abril de 2022, de <https://www.vishay.com/docs/83012/tlhg540.pdf>
7. Vishay Semiconductor (2022). *High Intensity LED, Ø 5mm Tinted Diffused Package*. Recuperado el 05 de abril de 2022, de <https://www.vishay.com/docs/81159/vlhw5100.pdf>