

Iluminación LED Eficiente: Circuitos con Resistencias y Drivers para Supervivencia

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Trampas Defensivas

Etiquetas: Sin etiquetas

Iluminación LED Eficiente: Circuitos con Resistencias y Drivers para Supervivencia

La iluminación LED es la tecnología más eficiente para iluminación en supervivencia, convirtiendo entre el 30 % y el 50 % de la energía eléctrica en luz visible, frente al 5 % de las bombillas incandescentes y el 15-20 % de las fluorescentes. Un LED blanco de 1 W produce entre 100 y 130 lúmenes, suficiente para iluminar una habitación pequeña para tareas básicas, consumiendo menos de 100 mA a 12 V con un circuito eficiente. Este artículo cubre los fundamentos eléctricos de los LEDs, el cálculo de resistencias limitadoras, el uso de drivers de corriente constante y diseños prácticos de lámparas de emergencia.

Fundamentos eléctricos del LED

Un LED (Light Emitting Diode) es un diodo semiconductor que emite luz cuando se polariza directamente. A diferencia de una bombilla, el LED no tiene resistencia fija: su comportamiento eléctrico sigue una curva exponencial donde pequeños aumentos de voltaje producen grandes aumentos de corriente. Por esto, un LED nunca debe conectarse directamente a una fuente de voltaje sin limitación de corriente; la corriente crecería hasta destruirlo en milisegundos.

Cada tipo de LED tiene un voltaje directo (V_f) característico que depende del material semiconductor y el color de emisión. Este voltaje varía ligeramente entre unidades individuales y con la temperatura.

Color

Material

V_f típico (V)

Rango V_f (V)

Longitud de onda

Rojo

AlGaInP

2,0

1,8-2,2

620-635 nm

Naranja

AlGaInP

2,1

1,9-2,3

600-620 nm

Amarillo

AlGaInP

2,1

1,9-2,3

585-600 nm

Verde

InGaN

3,2

2,8-3,5

520-535 nm

Azul

InGaN

3,2

2,8-3,5

460-475 nm

Blanco (fósforo)

InGaN + YAG

3,2

2,9-3,5

Espectro amplio

Los LEDs blancos más comunes utilizan un chip azul de InGaN recubierto de fósforo YAG (Yttrium Aluminium Garnet) que convierte parte de la luz azul en amarilla. La combinación de azul y amarillo produce luz blanca. La temperatura de color varía según la cantidad de fósforo: 3.000 K (blanco cálido), 4.500 K (blanco neutro), 6.500 K (blanco frío).

Cálculo de resistencia limitadora

El método más simple para alimentar un LED es con una resistencia en serie que limite la corriente. La fórmula es: $R = (V_{source} - V_f) / I_f$, donde V_{source} es el voltaje de la fuente, V_f es el voltaje directo del LED y I_f es la corriente deseada.

LED

V_{source}

V_f

I_f

R calculada

R comercial

Potencia en R

Rojo 5 mm

5 V
2,0 V
20 mA
150 Ω
150 Ω
60 mW

Blanco 5 mm
5 V
3,2 V
20 mA
90 Ω
100 Ω (18 mA)
32 mW

Blanco 5 mm
12 V
3,2 V
20 mA
440 Ω
470 Ω (18,7 mA)
165 mW

LED 1 W blanco
12 V
3,2 V
350 mA
25,1 Ω
27 Ω (326 mA)
2,87 W

Ineficiencia con resistencia: La resistencia disipa energía como calor. Con LED blanco de 3,2 V a 350 mA desde 12 V, la eficiencia es solo $3,2/12 = 26,7\%$. El 73 % se pierde en la resistencia. Para LEDs de potencia (>0,5 W), usar un driver de corriente constante es mucho más eficiente.

Para conectar varios LEDs en serie, se suman los voltajes directos: 3 LEDs blancos en serie = $3 \times 3,2 \text{ V} = 9,6 \text{ V}$. Con fuente de 12 V: $R = (12 - 9,6) / 0,02 = 120 \Omega$. La eficiencia mejora a $9,6/12 = 80\%$ porque la caída en la resistencia es menor. Esta es la configuración recomendada para iluminación con batería de 12 V.

Drivers de corriente constante para LEDs de potencia

Los LEDs de potencia (1 W, 3 W, 5 W, 10 W) requieren corrientes de 350 mA a 3 A y son mucho más eficientes con drivers de corriente constante que con resistencias. Un driver de corriente constante mantiene la corriente fija independientemente de las variaciones de voltaje de la fuente o la temperatura

del LED.

LM317 como regulador de corriente: El LM317 puede funcionar como fuente de corriente constante con una sola resistencia. Se conecta la resistencia R entre el pin de salida y el pin de ajuste, y el LED entre el pin de ajuste y masa. La corriente es $I = 1,25 \text{ V} / R$. Para 350 mA: $R = 1,25 / 0,35 = 3,57 \Omega \rightarrow$ usar $3,6 \Omega$ o $3,9 \Omega$ ($3,3 \Omega$ da 379 mA). La resistencia debe soportar $P = 1,25 \times 0,35 = 0,44 \text{ W}$, usar resistencia de 1 W. Eficiencia limitada por ser regulador lineal.

PT4115: driver buck LED económico: El PT4115 de PowTech es un driver LED conmutado de bajo coste que acepta 6-30 V de entrada y proporciona corriente constante programable hasta 1,2 A. La corriente se fija con una resistencia: $I_{out} = 0,1 \text{ V} / R_{set}$. Para 350 mA: $R_{set} = 0,1 / 0,35 = 0,286 \Omega \rightarrow$ usar $0,27 \Omega$ (370 mA). Eficiencia típica del 95 %. Requiere solo un inductor (68-100 μH), un diodo Schottky (SS34) y la resistencia de sensado.

XL6001: driver boost LED: Para alimentar LEDs de alto voltaje (tiras LED de 24 V o strings de muchos LEDs en serie) desde baterías de 12 V, el XL6001 es un driver boost que eleva el voltaje. Acepta 3,6-36 V de entrada, hasta 60 V de salida, corriente hasta 1 A. Útil para alimentar cadenas de 6-8 LEDs blancos en serie (19-26 V) desde una batería de 12 V.

Diseños prácticos de lámparas de emergencia

Con los principios anteriores, se pueden construir lámparas de emergencia altamente eficientes para supervivencia.

Lámpara de 3 LEDs en serie con batería 12 V: Tres LEDs blancos de 5 mm en serie (V_f total = 9,6 V) con resistencia de 120Ω desde batería de 12 V. Corriente: 20 mA. Potencia total: 0,24 W. Luminosidad: ~30-45 lúmenes (suficiente para lectura). Autonomía con batería 7 Ah: más de 300 horas. Eficiencia: 80 %.

Panel LED con tira de 12 V: Las tiras LED de 12 V (SMD 2835 o 5050) vienen con las resistencias integradas. Un tramo de 30 cm de tira 2835 (60 LEDs/m = 18 LEDs en el tramo) consume ~2,4 W y produce ~200 lúmenes. Se conecta directamente a 12 V respetando polaridad. Con batería de 7 Ah: autonomía de ~35 horas.

Lámpara LED de 10 W con driver: Un LED COB de 10 W (900-1.000 lm, $V_f = 30-36 \text{ V}$, $I_f = 300 \text{ mA}$) alimentado por un driver XL6001 desde batería de 12 V. Ilumina una habitación completa. Necesita disipador de aluminio de al menos 50 cm^2 . Consumo real: ~12 W (incluyendo pérdidas del driver). Autonomía con batería 70 Ah (50 % DoD): ~35 horas.

Circuito con regulación de brillo (PWM): Un temporizador 555 en modo astable genera una señal PWM a ~1 kHz. Un potenciómetro de 100 k Ω ajusta el ciclo de trabajo (duty cycle) del 5 % al 95 %, controlando el brillo del LED a través de un MOSFET de potencia (IRLZ44N, lógico, $V_{gs(th)}$)

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.