

1. Cálculo del disipador

1.1. Introducción

Cuando uno o varios componentes electrónicos de un circuito por cuestiones de diseño deben disipar mucha potencia (traducida en calor al exterior), generalmente dichos dispositivos no son capaces de hacerlo sin llegar a la propia falla y/o romperse. Es por esto que para estos casos se utilizan los llamados disipadores térmicos. Estos disipadores son piezas generalmente metálicas que utilizando las leyes de la termodinámicas son capaces de extraerle calor al componente y liberarlo al ambiente. Existen disipadores de varias formas, tamaños y materiales.

1.1.1. Fundamento matemático

Gracias a la física, es posible establecer una analogía entre la ley de Ohm para corrientes y la propagación térmica del calor en los distintos materiales, de manera tal como podemos observar en la tabla siguiente:

Ley de Ohm	Propagación térmica
Intensidad de corriente (I)	Calor (W)
Tensión (V)	Temperatura (T)
Resistencia (R)	Resistencia Térmica (R)
$V = I \cdot R$	$T = W \cdot R$

Tabla 1: Analogía térmica-ley de Ohm.

Siendo el calor expresado en Watts, la temperatura expresada en °C, y la resistencia térmica expresada en °C/W.

La resistencia térmica, al igual que la resistencia para la ley de Ohm, es inherente a cada material en sí, de manera tal de que por ejemplo un aislante térmico posee alta resistencia térmica, y un conductor térmico perfecto posee baja resistencia térmica.

1.2. Elección del disipador

1.2.1. Cálculo de Potencia máxima disipada

Correspondiente al análisis que se hizo del circuito en puntos anteriores, el transistor de nuestro circuito que mayor potencia va a disipar es el transistor T_2 , correspondiente al par dárlington, el cual por diseño va a tener que soportar una corriente cercana de aproximadamente 1.5 A. Haciendo las cuentas pertinentes, notamos que la mayor disipación de potencia en el transistor T_2 ocurre cuando se pone la fuente en corto. Sabiendo la corriente que pasa por el transistor, podemos sacar la tensión V_{CE} del mismo para obtener su potencia. Para una tensión $V_0 = 22\text{ V}$, obtenemos una potencia $P_{T_2} = 22.88\text{ W}$.

1.2.2. Elección del disipador

Una vez conocida la potencia máxima disipada, podemos aplicar la ley de propagación térmica vista previamente para así calcular cuál es la resistencia térmica que debe tener el transistor. La ecuación pertinente se puede observar a continuación:

$$T_{\text{máx}} = T_a + P_{\text{máx}}(\sum R_{\theta i})$$

Donde T_{max} es la temperatura máxima a la cual el componente puede operar, T_A es la temperatura ambiente a la cual está expuesto el dispositivo, P_{max} es la potencia máxima, y R_θ es la resistencia térmica (de lo/s componentes que correspondan).

Sabemos por la hoja de datos que el transistor TIP 41 posee una resistencia térmica juntura-ambiente es de un valor $R_{\theta ja} = 50 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$. Sabiendo además que la T_{max} de operación del transistor es de 150°C , y suponiendo una $T_A = 24^\circ\text{C}$, la temperatura del dispositivo se expresa según la ecuación de arriba como $T = 24 + 24 * 50 = 1224^\circ$ donde claramente es evidente el uso de un disipador para poder funcionar.

Procedemos entonces a calcular cuánto debe valer la resistencia térmica de todo el conjunto para que el transistor no se queme. Para ello, despejamos R_θ de la ecuación de arriba, de manera tal de que, reemplazando, obtenemos:

$$\sum R_\theta = \frac{T_{max} - T_A}{P_{max}} = 5.25 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

Ahora, con el acoplado del disipador, la R_θ total, está compuesta por la resistencia juntura-carcasa del transistor; y las resistencias carcasa-sink, sink-ambiente del disipador. Por la hoja de datos del transistor, sabemos que la resistencia juntura-carcasa es de un valor $R_{\theta jc} = 1.67 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$ como máximo, ergo debemos buscar un disipador cuyas $R_{\theta cs} + R_{\theta sa} \leq 3.847 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$.

Existen disipadores de varios tamaños, formas y materiales distintos, por lo que para elegir el correcto, comparamos las resistencias de dichos disipadores para así poder elegir el óptimo. En particular, el nuestro debe ser para encapsulados TO220, y con un R_θ relativamente bajo.

Vemos como el modelo del disipador ZD-1, con unas medidas medidas de base 58 mm, altura 29mm, espesor del núcleo central 3.5mm, distancia entre aletas de 33mm, genera una superficie total de $525.10 \text{ mm}^2/\text{mm}$ lo que produce un $R_{\theta ca} = 3.5^\circ\text{C}/\text{W}$, la cual se acopla perfecto con nuestro diseño.

Habiendo elegido este modelo, ahora la temperatura final del componente va a ser de $T_{max} = 24 + 22.88 \cdot (3.5 + 1.67) = 130.85^\circ\text{C}$ con lo cual el dispositivo puede operar en todos los rangos posibles para los que fueron diseñados.