

Trabajo Práctico "Disipadores"

Curso 2023 - Tecnología de los Materiales Electrónicos

1st Ramiro Belsito

Estudiante

Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Buenos Aires, Argentina

rabelsito@itba.edu.ar

2nd Facundo Caviglia

Estudiante

Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Buenos Aires, Argentina

fcaviglia@itba.edu.ar

Resumen—En el siguiente informe se analizará la utilidad de dos disipadores proveídos por la cátedra para el buen funcionamiento de un regulador de tensión con encapsulado TO220.

I. INTRODUCTION

Se analizará la resistencia térmica de los disipadores por medio de la práctica y se comparará con los valores obtenidos por medio de las ecuaciones teóricas y la hoja de datos del fabricante. Para esto realizamos un circuito detallado a continuación, de modo que se caliente mediante un cortocircuito y forzar la activación del circuito interno de protección por temperatura. Sobre el mismo conectamos en serie un amperímetro para encontrar la corriente que circula por el LM317 con estrangulamiento térmico, la cual tiene una relación directa con la potencia (Q). Con estos datos se realizará el circuito térmico equivalente y se estudiará la influencia del posicionamiento del disipador frente a la posición óptima, y la presencia de grasa siliconada entre el disipador y el componente.

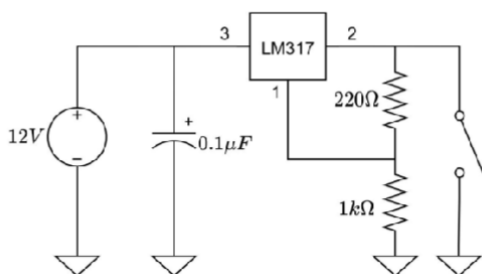


Figura 1. Circuito de Medición

II. FORMA Y DIMENSIONES

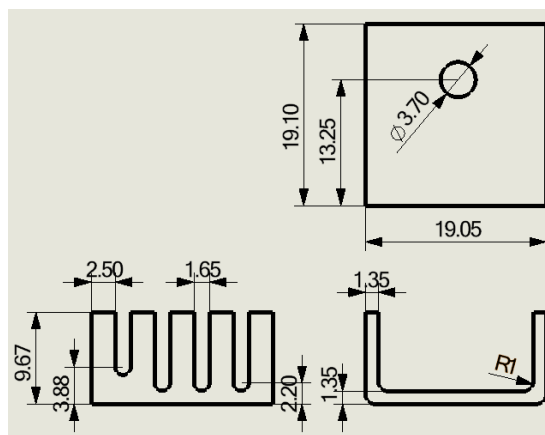


Figura 2. Plano del disipador 1 (*¹)

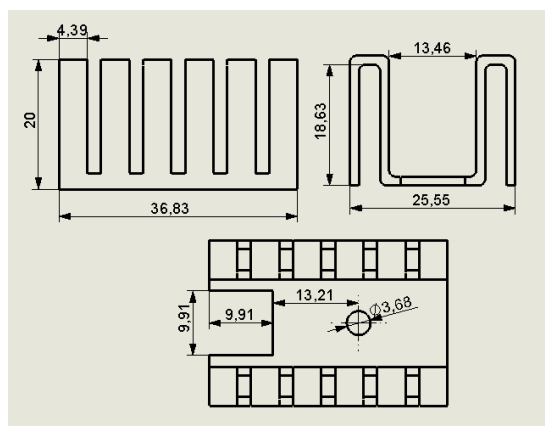


Figura 3. Plano del disipador 2 (*²)

Ambos disipadores son estampados sobre una plancha de aluminio anodizado, y luego tratado con otros procesos mecánicos para obtener la forma de cada uno. Por su método de fabricación cada disipador es una pieza única, a diferencia de los fabricados por extrusión, que son piezas continuas cortadas a la medida requerida.

III. CÁLCULOS TEÓRICOS

La resistencia térmica de un disipador dada por convección natural se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R_{sa} = \frac{1}{1,34 \cdot A_s} \cdot \left(\frac{d_v}{\Delta T}\right)^{\frac{1}{4}} \quad (1)$$

Donde A_s es la superficie de contacto entre el disipador y el aire, y d_v es la distancia vertical.

III-A. Disipador 1 (*¹)

La temperatura de trabajo máxima del LM317 se encuentra en 150°C, y la temperatura ambiente se presume a 25°C. Obteniendo así $\Delta T = 125^\circ\text{C}$.

Mediante la función de análisis de propiedades físicas del modelado en SolidWorks, se obtuvieron los datos pertinentes al cálculo de la resistencia: $A_s = 1435,62 \text{ mm}^2$ $d_v = 9,67 \text{ mm}$.

$$R_{sa} = 48,75^\circ\text{C/W}$$

III-B. Disipador 2 (*²)

Utilizando la misma metodología que en el Disipador 1 (*¹) y frente a las mismas condiciones, se obtuvieron los siguientes datos: $A_s = 6915,40 \text{ mm}^2$ $d_v = 36,83 \text{ mm}$.

$$R_{sa} = 14,1^\circ\text{C/W}$$

III-C. Circuito Térmico Equivalente

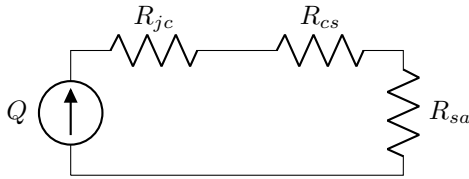


Figura 4. Circuit diagram

IV. MEDICIONES EXPERIMENTALES

A continuación pueden observarse las mediciones llevadas a cabo en el laboratorio. Primero, se estudiará la corriente en la salida del LM317 y su tensión con el fin de obtener la potencia que está disipando el componente. Además, se analizará el comportamiento del disipador con la presencia de grasa siliconada. Luego, se cambiaron los disipadores a distintas posiciones, y se concluirá su posición más eficiente para la convección natural.

Se puede observar mediante la tabla que la aplicación de grasa siliconada mejora la transferencia de calor entre el componente y el disipador. Esto se debe a que la grasa ayuda a llenar los espacios microscópicos y las irregularidades superficiales, mejorando el contacto térmico y, por ende, aumentando la eficiencia de la disipación de calor. En el caso del Disipador 1 (*¹), la mejora es de un 23 %, mientras que en el Disipador 2 (*²) es de un 15 %.

Cuadro I
MEDICIONES SOBRE LOS DISIPADORES

| Mediciones de Laboratorio | Número de Disipador | | |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Sin Disipador | 1 (* ¹) | 2 (* ²) |
| I_{min} (sin grasa) | 0,21A | 0,45A | 0,9A |
| I_{mix} (con grasa) | - | 0,52A | 1,11A |
| V | 12v | 12v | 11,96v |
| Q (sin grasa) | 2,52W | 5,4W | 10,76W |
| Q (con grasa) | - | 6,24W | 13,28W |

A continuación puede verse una comparación entre las posiciones de los disipadores (sin grasa siliconada), y su influencia en la disipación de calor. La posición 1 se refiere al disipador en vertical, la posición 2 en horizontal, y la posición 3 en diagonal.

Cuadro II
DIFERENCIAS ENTRE LAS POSICIONES DEL DISIPADOR

| Mediciones de Laboratorio | Número de Disipador | |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Disipador 1 (* ¹) | Disipador 2 (* ²) |
| I_{min} (posicion 1) | 0,45A | 0,9A |
| I_{min} (posicion 2) | 0,43A | 0,82A |
| I_{min} (posicion 3) | 0,44A | 0,85A |

En este experimento, puede observarse que para ambos disipadores, la posición vertical es la más eficiente, seguida por la diagonal y por último la horizontal. Esto se debe a que la posición vertical permite que el aire frío esté en mayor contacto con el disipador debido al flujo generado por convección natural. En cambio, en la posición horizontal, el aire caliente queda atrapado en el disipador, y el aire frío no puede ingresar, por lo que la disipación de calor es menos eficiente.

En la siguiente tabla puede notarse una comparación entre las resistencias térmicas teóricas y las experimentales.

Cuadro III
COMPARACIÓN ENTRE LAS RESISTENCIAS TÉRMICAS

| Resistencias térmicas | Número de Disipador | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Disipador 1 (* ¹) | Disipador 2 (* ²) |
| R_{sa} (hoja de datos) | 24 °C/W | 12,4 °C/W |
| R_{sa} (teórica) | 48,75 °C/W | 14,1 °C/W |
| R_{sa} (experimental) | 23,1 °C/W | 11,6 °C/W |

IV-A. Observaciones

Es evidente que en el disipador 1, la diferencia entre la resistencia teórica y la medida en la práctica es significativa. Haciendo uso de la hoja de datos corroboramos que el valor medido es el correcto, ya que el resultado fue similar. Además, en el caso de no tener un disipador, la resistencia R_{ja} (50°C/W) del componente brindada por su hoja de datos es similar a la calculada teóricamente para el disipador 1. Atribuimos esta diferencia a que el disipador 1 está diseñado para ir apoyado sobre la placa de manera horizontal, por

lo que la resistencia térmica efectiva R_{ja} del componente no es de 50°C/W, sino de alrededor de 100 °C/W en este posicionamiento.

Sin embargo, para el disipador 2 se puede observar que la resistencia térmica medida y teórica resultaron ser muy similares en comparación a la brindada por la hoja de datos.

V. CONCLUSIONES

Finalmente, queda en evidencia que la utilización de grasa siliconada mejora la transferencia de calor entre el componente y el disipador en un promedio de 20 %.

Además, probando distintas posiciones del disipador, concluimos que la posición vertical (posición 1) es la más eficiente. En esta orientación, la convección natural permite aprovechar el flujo del aire caliente hacia arriba, alejándolo del componente que genera calor y facilitando su disipación hacia el entorno.

Una observación importante del experimento es que la ventilación forzada aumenta significativamente la potencia que se logra disipar, incluso con velocidades de ventilación relativamente bajas. Simulamos una confinación del circuito posicionándolo en una caja cerrada, observando cuantitativamente que la corriente mínima a la salida fue menor a la obtenida sin confinación.

La utilización de un disipador para el LM317 ayuda a obtener el mejor rendimiento del mismo, evitando el estrangulamiento térmico. Puede verse en los resultados experimentales que cualquiera sea la posición del disipador, la potencia disipada siempre es mayor a la del componente sin disipador, por lo que la utilización de un disipador siempre es recomendable.

VI. APÉNDICE

(*¹) Disipador 1: Modelo 551002B00000G de la marca Boyd Corporation

(*²) Disipador 2: Modelo 507302B00000G de la marca Boyd Corporation

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Datasheet Disipador 1
- Datasheet Disipador 2
- Datasheet LM317