



## Análisis Experimental de Novedosa Geometría para Disipador de CPU de Enfriamiento Líquido

Diego Arturo García López  
Lic. en Ingeniería Mecatrónica  
Asesores: J. Luis Luviano-Ortiz y Abel Hernández Guerrero  
División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca  
Universidad de Guanajuato

### Resumen

En este trabajo se realizaron los experimentos para obtener las propiedades principales de un disipador de calor de enfriamiento líquido: temperaturas, flujo volumétrico y caída de presión. El disipador cuenta con una geometría tipo alberca sin aletas con un distribuidor de flujo basado en la teoría constructal. Los experimentos se hicieron con un flujo de calor de 100 watts, así como diferentes flujos volumétricos y los resultados preliminares obtenidos muestran un desempeño aceptable para este disipador, el cual se puede mejorar aumentando el área de transferencia de calor.

### Introducción

Se realizaron los experimentos para obtener temperaturas, caídas de presión y flujo volumétrico de una geometría propuesta para un disipador de calor de CPU con enfriamiento líquido. La geometría propuesta, es del tipo alberca con un distribuidor de flujo tipo constructal, es por este distribuidor de flujo que es diferente a lo que ya se encuentra en el mercado pues la mayoría incluyen algún tipo de canales o micro canales. Se realizó repetibilidad de cada uno de los



experimentos para el análisis de datos, que posteriormente se presenta en los resultados con gráficas.

### **Objetivos**

El objetivo principal que se desarrolló en el proyecto fue el de obtener las principales propiedades (temperatura, presión, flujo volumétrico) para el análisis de la transferencia de calor en un disipador de cpu de enfriamiento líquido, de una manera experimental, para lo cual se llevará a cabo la repetibilidad de cada uno de los experimentos para poder analizarlos resultados y presentarlos en diferentes gráficos.

### **Justificación**

Actualmente el uso de microprocesadores es algo muy común en casi cualquier tipo de aparato, por lo que el desarrollo de estos ha ido aumentando día a día, aunque los procesadores más potentes son utilizados para computadoras, como laptops y equipos de escritorio. Lo que se busca principalmente en el desarrollo de los procesadores es obtener más velocidad, por lo que se aumenta el número de transistores al mismo tiempo que se disminuye el tamaño de estos y por lo tanto se requiere de más potencia para alimentarlos, lo que conlleva a un aumento en la temperatura de los procesadores.

Disminuir la temperatura en los chips de los procesadores es algo primordial para que estos funcionen de una manera óptima, pues la temperatura máxima a la que estos deben de llegar es de 90°C.

Aunque anteriormente se encontraban los sistemas tradicionales de enfriamiento con aire, actualmente se están desarrollado sistemas de enfriamiento líquido, pues estos suelen tener una mejor eficiencia, ya que, a diferencia de los sistemas de enfriamiento por aire, con el enfriamiento líquido se enfría específicamente la parte deseada además de que la conductividad térmica del líquido (agua) es mayor que la del gas (aire). Los parámetros medidos en los experimentos realizados para este trabajo son: la temperatura de entrada y salida del disipador, la temperatura de entrada y salida del fluido, la caída de presión y el flujo volumétrico. Como se



mencionó previamente el trabajo se realizó en un disipador propuesto, el cual es de tipo alberca y cuenta con un distribuidor de flujo basado en la teoría constructal [1]. Debido a que la potencia media que consumen actualmente los procesadores es de 100 W, las pruebas se realizaron a 100W.

#### A. CPU

El CPU (Unidad de Procesamiento Central) es el componente principal de un ordenador, ahí se llevan a cabo todos los cálculos y funciones de procesamiento. Es un chip compuesto por miles de millones de transistores. Los transistores son dispositivos electrónicos que mandan una señal de salida según la entrada que reciban. La temperatura de operación adecuada para estos dispositivos debe estar por debajo de 90°C. [2]

#### B. Sistemas de enfriamiento líquido

Este método de enfriamiento consiste en un circuito cerrado en el cual se hace fluir un líquido, principalmente agua, por tuberías el cual es accionado por una bomba. El líquido pasa por el disipador, en el cual se propuso una geometría con la que se tenga una buena transferencia de calor. Al salir del disipador de calor este líquido pasa por un radiador y de ahí pasa a un reservorio para después pasar nuevamente por la bomba.

Este tipo de sistemas tienen la principal ventaja de que se enfría directamente la parte deseada. [3-4]

### **Metodología**

#### A. Banco de pruebas

El banco de pruebas (Figura 1) consta de:

- Reservorio: recipiente con capacidad de 05 l.
- Bomba: es el actuador con el cual se hace fluir el agua por todo el circuito.

Es posible variar el flujo volumétrico.

- Radiador: modelo MCR320-QP, marca Swiftech®. Enfría el líquido.
- Resistencias térmicas: se usan para general el flujo de calor al estar directamente en contacto con la placa de aluminio que a su vez está pegada al



disipador. Están conectada a CA y se controla el flujo mediante un dimmer. Para obtener resultados correctos se aseguró de tener los tornillos apretados de manera uniforme. También se colocó pasta térmica entre la placa de aluminio del banco y el disipador para disminuir la resistencia térmica de contacto.

#### A. Método de medición

Para la medición de la temperatura se conectaron termopares a tarjetas DAQ, para la presión y el flujo volumétrico se conectaron transductores de presión y un caudalímetro en una placa de Arduino. Para poder obtener los datos se desarrolló una interfaz de LabVIEW en comunicación con el Arduino y las tarjetas DAQ.

Cada prueba se realizó al alcanzar el estado estacionario para el sistema, con una resolución temporal dada, en la que se registraron datos cada 5 segundos y el registro se llevó a cabo cada 3 minutos. Se realizaron 15 pruebas para cada flujo volumétrico a 100 watts.

Después de obtener las mediciones se realizó el análisis de los datos obtenidos.

- Caudalímetro: sensor YF-S201, incertidumbre de 10%. Está conectado a la salida del flujo del disipador y permite conocer el flujo volumétrico.
- Transductores de presión: de la marca Omega modelo PX-105 con incertidumbre de 0.5%. Se conecta uno a la entrada y otro a la salida del flujo del disipador, con estos se conoce la presión de entrada y salida para poder calcular la caída de presión.
- Termopares tipo J: sirven para poder medir las diferentes temperaturas, se coloca uno a la entrada y a la salida de la placa, de igual forma se coloca uno a la entrada y salida del líquido, también se usa uno para medir la temperatura del ambiente.
- Equipo de cómputo y adquisición de datos: se usan dos tarjetas DAQ y una placa de Arduino con una interfaz de LabVIEW además de una computadora para recopilar los datos y procesarlos.

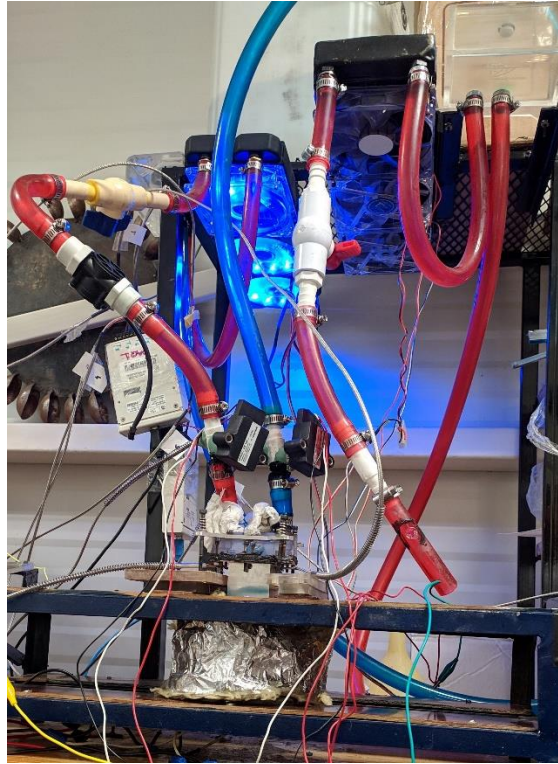


Figura 1. Banco de pruebas.

### B. *Disipador de calor*

Sus partes son:

- Placa disipadora de cobre: construida con un espesor de 3.1 mm y profundidad de 1.5 mm en el maquinado de la alberca, el grado de pureza del material es de 99.9%. Figura 2.
- Sello O-ring: es un sello de caucho que sirve para evitar fugas.
- Placa de acrílico: permite que el fluido entre y salga de la placa disipadora, tiene un espesor de 9.5 mm.
- Sujetador de aluminio: se coloca en la placa de acrílico para sujetar el disipador al banco de pruebas, lamina de aluminio con espesor de 3 mm.

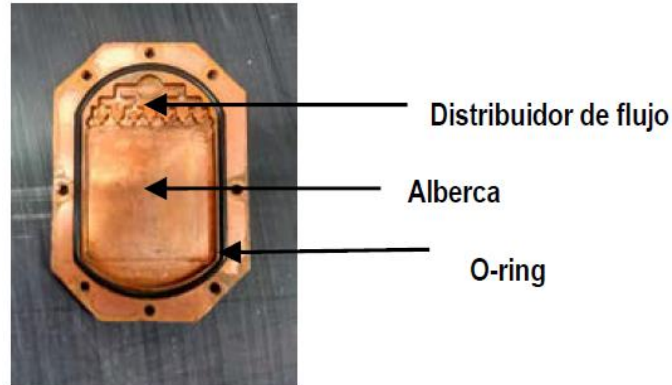


Figura 2. Disipador de calor.

Para obtener resultados correctos se aseguró de tener los tornillos apretados de manera uniforme. También se colocó pasta térmica entre la placa de aluminio del banco y el disipador para disminuir la resistencia térmica de contacto.

### C. Método de medición

Para la medición de la temperatura se conectaron termopares a tarjetas DAQ, para la presión y el flujo volumétrico se conectaron transductores de presión y un caudalímetro en una placa de Arduino. Para poder obtener los datos se desarrolló una interfaz de LabVIEW en comunicación con el Arduino y las tarjetas DAQ.

Cada prueba se realizó al alcanzar el estado estacionario para el sistema, con una resolución temporal dada, en la que se registraron datos cada 5 segundos y el registro se llevó a cabo cada 3 minutos. Se realizaron 15 pruebas para cada flujo volumétrico a 100 watts.

Después de obtener las mediciones se realizó el análisis de los datos obtenidos.

## Resultados

En la gráfica de la Figura 3, se muestran los resultados preliminares de temperatura vs flujo volumétrico, en los que se hizo un ajuste para una temperatura ambiente de 25°C. Se observa que la temperatura de salida de la placa está en un valor ligeramente menor a los 90°C por lo que es una



temperatura aceptable, aunque está en el límite para el correcto funcionamiento de los CPU's. También se observa que al aumentar el flujo volumétrico se disminuyen ligeramente las temperaturas.

En la Figura 4, se muestran la gráfica de flujo volumétrico vs caída de presión, obtenida con los resultados preliminares. Se observa que, al aumentar el flujo volumétrico, aumenta la caída de presión, por lo que se debe de cuidar este parámetro para no dañar ninguno de los elementos del circuito.

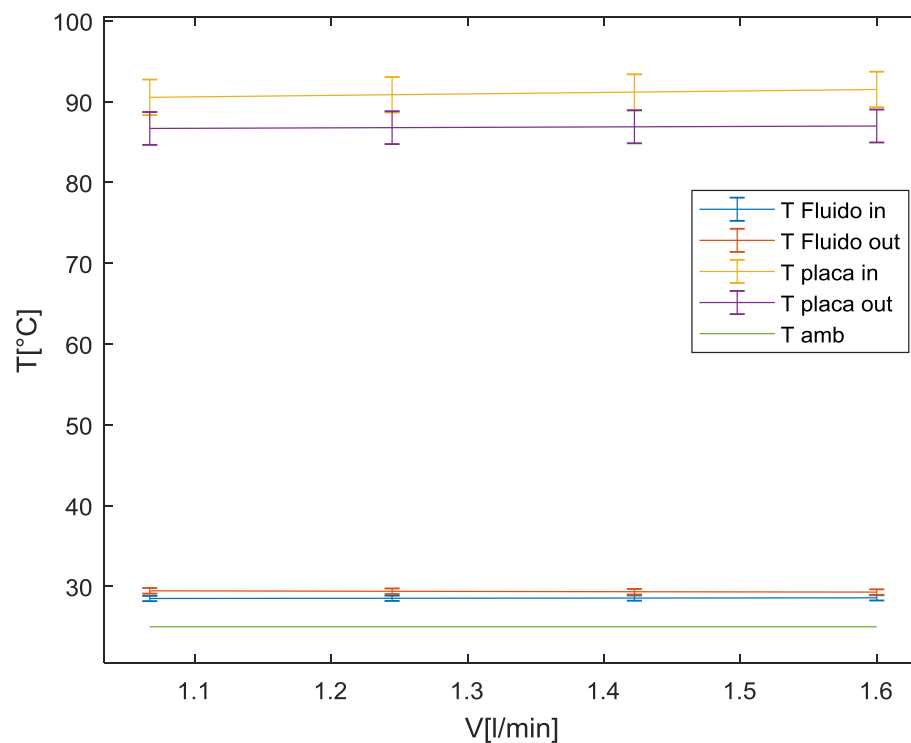


Figura 3. Gráfica de temperatura vs flujo volumétrico.

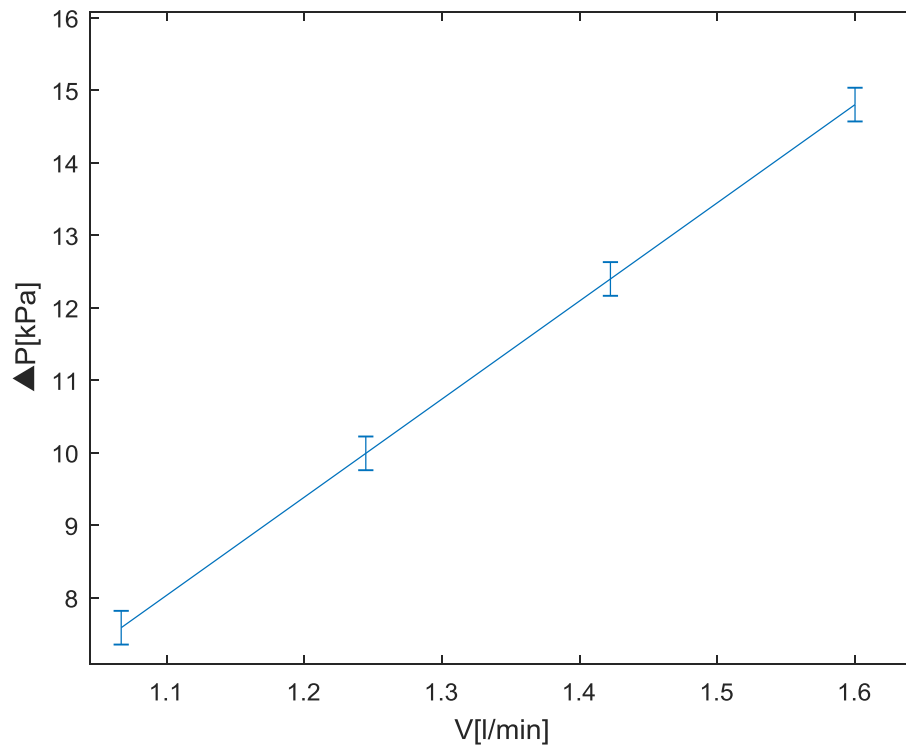


Figura 4. Gráfica de caída de presión vs flujo volumétrico.

## Conclusiones

Los resultados experimentales obtenidos en este trabajo muestran que la geometría tipo alberca a pesar de no tener un gran desarrollo, pues no cuenta con aletas y solamente presenta un distribuidor de flujo basado en la teoría constructal, tiene un desempeño favorable lo que da pie a en un trabajo posterior en el cual se pueden agregar micro canales o cualquier tipo de arreglo de aletas para así aumentar el área de contacto y tener una mayor transferencia de calor.}

## Referencias

Y. Chen, P. Cheng, *An experimental investigation on the thermal efficiency of fractal tree-like microchannel nets*, *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, (32) (2005), 931-38





*Definición de CPU.* Recuperado de:  
<https://www.definicionabc.com/tecnologia/cpu.php>

*Enfriamiento tradicional vs enfriamiento líquido: ¿cuál es mejor?* Recuperado de:  
<https://hipertextual.com/archivo/2013/12/enfriamiento-aire-vs-liquido/>

*¿Cómo funciona la refrigeración líquida en los PCs?* Recuperado de:  
<https://www.aboutespanol.com/como-funciona-la-refrigeracion-liquida-en-los-pcs-841340>