

# BUSCANDO NUEVAS CONFIGURACIONES PARA DISIPADORES ÓPTIMOS DE ALTÍSIMOS FLUJOS DE ENERGÍA

Oracio Irepan Barbosa Ayala (1), Abel Hernández Guerrero (2)

<sup>1</sup> [Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [ibarbosaa@hotmail.com]

<sup>2</sup> [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de ingenierías, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [abel@ugto.mx]

## Resumen

Este proyecto se centra en encontrar, mallar y analizar una nueva geometría que sirva como patrón de flujo a líquidos refrigerantes que ayudan en la disipación de calor de dispositivos electrónicos, en particular de procesadores de computadoras de alto rendimiento. Para esto, se propuso una geometría de tipo constructal de tres niveles de bifurcación, se construyó y malló en distintos softwares comerciales. Para el caso del análisis, se utilizó otro software comercial simulando un flujo de calor de  $60\,000\text{ W/m}^2$  y se corrieron tres simulaciones a distintos flujos máscicos obtenidos experimentalmente de una bomba comercial para aplicaciones de enfriamiento en dispositivos electrónicos de computadora. Se encontró que para el flujo de calor utilizado, la geometría tiene un resultado aceptable dentro de los parámetros de funcionamiento de un procesador de computadora, más en específico, en el control de la temperatura de la superficie del dispositivo electrónico.

## Abstract

This project is center (FOCUSES) on finding, mapping and analyzing a new geometry which will be used as a flux pattern for cooling liquids, applied on the heat dissipation of electronic devices, particularly on high performance computers' cpu. Thus, a constructal 3 level bifurcation geometry was proposed. It was build and mapped on different commercial software. For the analysis it was used another commercial software in order to simulate this heat flux:  $60\,000\text{ W/m}^2$ . Afterward 3 simulations were run in different mass flow, which were obtained experimentally from a commercial pump used for cooling computer electronic devices. The findings revealed that the geometry was optimal for the electronic device's surface temperature control, for the heat flow applied. .

## Palabras Clave

*Heat sink*; teoría constructal; flujo de calor; disipación de calor; dispositivos electrónicos

## INTRODUCCIÓN

### Desarrollo en sistemas de refrigeración para procesadores

#### Procesador

También conocido como CPU, el procesador es el cerebro de todo dispositivo electrónico digital en nuestros días. Físicamente no es más que una placa de silicio, ésta se inserta en la tarjeta madre a través de un denominado “socket”. El procesador funciona a través de una serie de pasos los cuales constan de leer la instrucción de memoria, buscar datos, realizar la operación deseada y pasar a la siguiente acción si es que hay otra. [1]

#### Potencia de un disipador

El TDP es el acrónimo para Thermal Design Power, éste sirve como un indicador de parte de los fabricantes de dispositivos electrónicos digitales para que el usuario que esté montando algún dispositivo de éste tipo tenga idea de qué tipo de refrigeración se debería de utilizar, ya que éste parámetro indica la cantidad máxima de potencia generada por dicho dispositivo. Si el dispositivo de enfriamiento no es capaz de mantener por debajo de la temperatura máxima de funcionamiento del dispositivo electrónico, que en el caso de procesadores es una temperatura de

**80 °C**, puede ocurrir que el mismo dispositivo se llegue a quemar y que afecte a todos los componentes que se hayan ensamblado en el socket. [2]

#### Sistemas de refrigeración para Procesadores

*Generalmente, los métodos de refrigeración de dispositivos electrónicos digitales se pueden simplificar en dos tipos: los sistemas de refrigeración por aire y los sistemas de refrigeración por líquidos (particularmente agua). Aunque existen otros tipos, su uso no es tan cotidiano debido a su alto costo de compra y manutención. [3]*

- *Sistemas de refrigeración por aire*

Se dividen en activo y pasivo. El sistema pasivo es un arreglo, normalmente construido de un metal altamente conductor, con extensiones del mismo a lo largo de la placa ensamblada al procesador (aletas). El sistema activo por otro lado, además de contar con un sistema pasivo, se le agrega uno o varios ventiladores para acelerar el paso de fluido en la placa disipadora. [4]

- *Sistemas de refrigeración por líquidos (agua)*

Estos sistemas de refrigeración funcionan con más componentes que un solo ventilador. Se componen de una placa disipadora, donde ocurre la transferencia de energía en forma de calor del procesador al líquido; mangueras, que es por donde viaja el fluido; un radiador, que es donde el líquido disipa parte de la energía en forma de calor al ambiente; una bomba, para que el fluido pueda viajar por todo el sistema; y, aunque últimamente ya no es tan común, un reservorio tanque de almacenamiento de agua. [5]

En 1981, Tuckerman y Pease [6] comenzaron a experimentar en la placa disipadora, modificando la geometría que se tenía como predeterminada en aquella época y sus resultados demostraron que modificando la geometría de dicha placa, en este caso con microcanales, se podían disipar mayores cantidades de energía en un menor espacio. Con esto, los autores comenzaron el área de investigación de los microcanales y sus geometrías.

En 1996, Adrian Bejan propuso al mundo la teoría constructal, la cual se basa en el estudio de las geometrías creadas por la naturaleza para la distribución igualitaria de fluidos. [7] Con el estudio y el perfeccionamiento de dicha teoría, se han propuesto distintas configuraciones aplicadas a cualquier campo donde se busque que el fluido de trabajo se distribuya de manera igual a lo largo de cierta geometría.

En 2013, Lorenzini et al. [8] propusieron distintas geometrías en una llamada “forma de árbol”, basadas en la teoría constructal aplicada en celdas de combustible de membrana de intercambio protónico (PEMFC). De este tipo de geometrías está basado el proyecto que se está presentando.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Construcción de la geometría

Utilizando la información de construcción de la geometría utilizada por Lorenzini et al. [8], se creó la geometría a analizar redimensionándola a un área de  $25 \text{ cm}^2$ .

Ya que la geometría cumple con el principio de simetría, se dividió la geometría en 8 secciones, como se muestra en la FIGURA 1, y se escogió la primer sección que aparece en sentido horario, como se muestra en la FIGURA 2. Dicha sección fue construida con un software CAD en 2D.

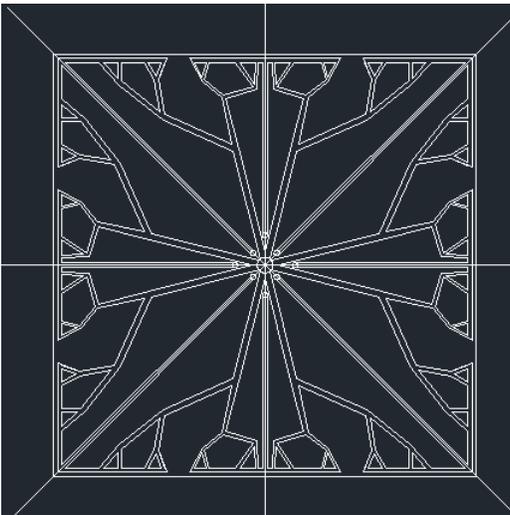


FIGURA 1: geometría a analizar dividida en 8 secciones

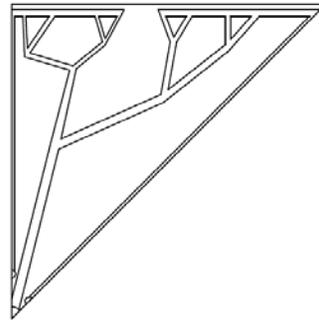


FIGURA 2: sección de la geometría que se usó para hacer todo el análisis

### Construcción del mallado

Para el mallado de la sección a analizar, se utilizó el software GAMBIT<sup>(R)</sup> de la marca ANSYS<sup>(R)</sup>. El mallado de modelos tridimensionales en este software se puede hacer de manera automática, sin embargo, la calidad de la malla no cumple con los requerimientos necesarios para un buen análisis. Debido a esto, se optó por mallar la figura 2D importada del software CAD (FIGURA 2), como se muestra en la FIGURA 3, de tal manera que se tuviera una concentración mayor de nodos en las secciones de mayor interés y después de esto, extruir la geometría con el mallado previamente hecho para crear una figura 3D con una calidad de mallado ajustada a las necesidades del análisis a realizar, y de mejor calidad que el mallado predeterminado por el programa, como lo muestra la FIGURA 4.

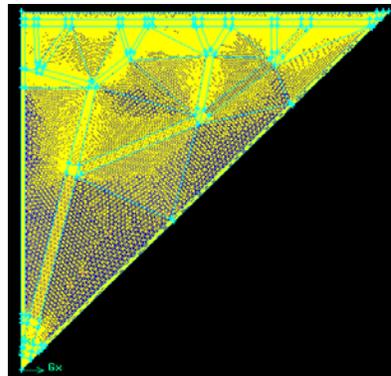


FIGURA 3: mallado de la geometría en 2D

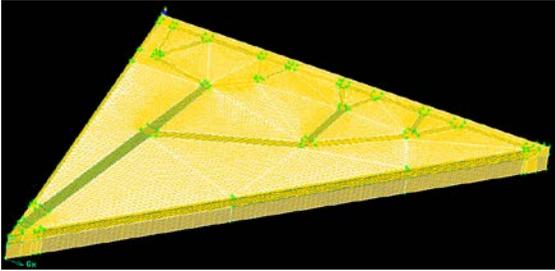


FIGURA 4: mallado de la geometría en 3D

### Proceso de análisis

Ya una vez mallada la geometría, se importó dicha malla al software FLUENT<sup>(R)</sup>, que también pertenece a la marca ANSYS<sup>(R)</sup>. En dicho software se definieron las condiciones de frontera esenciales para el análisis correcto de la geometría, entre las más importantes destacan la temperatura de entrada del fluido de trabajo, que en este caso en particular es agua líquida a **25 °C**, el flujo másico para cada caso y la generación de calor por parte de la placa.

El flujo másico para cada caso fue obtenido experimentalmente con una bomba comercial marca ALPHACOOl adquirida por el Dr. Abel Hernández. Dicha bomba es de potencia variable y por ende, puede entregar distintos flujos másicos en cada potencia.

Para el análisis se utilizaron los flujos másicos entregados por 3 de los 5 niveles distintos de potencia que puede entregar la bomba, los cuales son: **0.01 kg/s**, **0.01883 kg/s**, **0.0275 kg/s**.

La generación de calor por parte de la placa se obtuvo tomando la TDP de un procesador Intel<sup>(R)</sup> i7 sobreclockeado, el cual es de **150 W**, y dividiéndolo entre el área del disipador, que como se mencionó previamente es de **25 cm<sup>2</sup>**. El resultado obtenido ya en unidades comunes de flujo de calor fue **60 000 W/m<sup>2</sup>**.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras FIGURA 5, FIGURA 6 y FIGURA 7 se muestran las líneas de temperatura junto a su escala particular generada por el programa FLUENT<sup>(R)</sup>. Haciendo la comparación de estas 3 figuras, se puede apreciar que a pesar que se pudiera pensar que tiene el mismo comportamiento sin variación en cada uno de los modelos, sí hay variación en las temperaturas a lo largo de la superficie de la placa disipadora que está en contacto con la generación de energía; siendo estos **29.6 °C** para el flujo másico de **0.01 kg/s**, **29.1 °C** para el flujo másico de **0.01883 kg/s**, y **28.9 °C** para el flujo másico de **0.0275 kg/s**, por lo que se puede concluir que mientras aumenta el flujo másico, disminuirá la temperatura en la superficie de la placa.

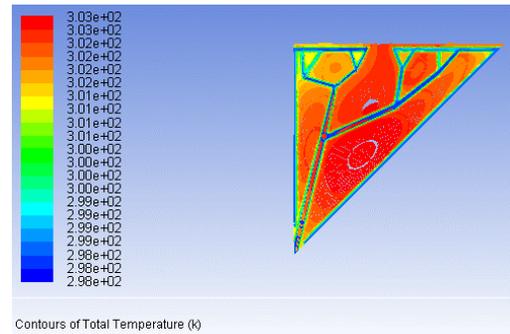


FIGURA 5: contorno de temperaturas para un flujo másico de 0.01 kg/s

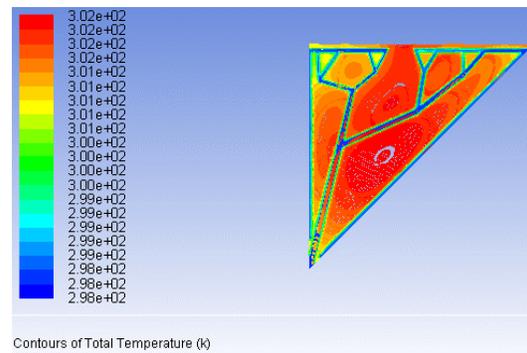


FIGURA 6: contorno de temperaturas para un flujo másico de 0.01883 kg/s

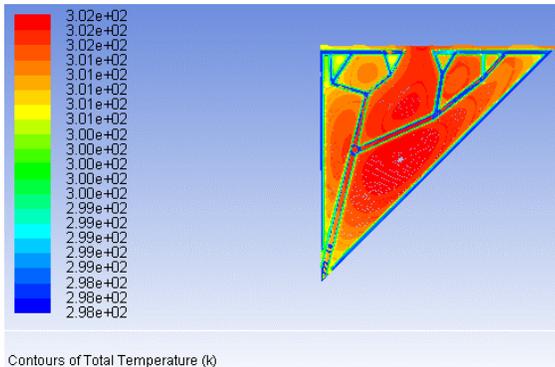


FIGURA 7: contorno de temperaturas para un flujo másico de 0.0275 kg/s

Aunado a lo anterior, la temperatura de la superficie simulada en contacto con el procesador se mantiene muy por debajo de la temperatura máxima de operación de cualquier procesador (**85 °C**) y por lo tanto se demuestra que el desempeño térmico del disipador en análisis es aceptable.

## CONCLUSIONES

El desempeño del disipador de calor analizado es aceptable, pues las magnitudes de las temperaturas a lo largo de la superficie en contacto con la fuente generadora de energía en forma de calor para cada uno de los flujos másicos se encuentran dentro del rango de funcionamiento viable de un procesador comercial.

## AGRADECIMIENTOS

Los más sinceros agradecimientos por el apoyo brindado y el esfuerzo aplicado para la realización de este proyecto a:

Universidad de Guanajuato.

Veranos de investigación UG.

Al M.I. Luis Daniel Lorenzini Gutierrez por su apoyo, consejos y sugerencias en la realización de este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Definición de un procesador. Recuperado de <http://computadoras.about.com/od/conoce-procesadores/a/Que-Es-Un-Procesador.htm>
- [2] Definición de TDP. Recuperado de <http://computadoras.about.com/od/Preguntas-Frecuentes-elegir-pc/a/Que-Es-El-Tdp-De-Un-Procesador.htm>
- [3] Información de los sistemas de enfriamiento de procesadores de computadora. Recuperado de <http://informaticaula.blogspot.mx/>
- [4] Explicación de sistemas enfriados por aire. Recuperado de <http://es.ccm.net/faq/2399-refrigeracion-del-pc>
- [5] Descripción general de los componentes de un sistema de enfriamiento por líquido. Recuperado de <http://hardzone.es/monta-una-refrigeracion-liquida/>
- [6] D.B. Tuckerman, R.F.W. Pease, High-performance heat sinking for VLSI, IEEE Electron Devices Lett, EDI-2 (5), 1981, 126-129.
- [7] Explicación y avances científicos de la teoría constructal. Recuperado de <http://www.mems.duke.edu/bejan-constructal-theory>