

DISIPACIÓN DE ALTOS FLUJOS ENERGÉTICOS EN DISIPADORES DE CALOR POR MEDIO DE LÍQUIDO PARA PROCESADORES COMPUTACIONALES

Saldaña Sánchez Eloísa María Ximena (1), Luviano Ortiz José Luis (2)

1 [Ingeniería mecánica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [emx.saldanasanchez@gmail.com]

2 [Departamento de ingeniería mecánica, División de ingenierías, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] |

Dirección de correo electrónico: [luis.luviano@ugto.mx]

Resumen

La tendencia actual en los equipos de cómputo ha sido tal que éstos cada vez son más compactos por lo que pueden ser muy ligeros y fáciles de transportar, sin embargo, esto tiene como consecuencia que la temperatura en estos dispositivos sea mayor debido a la reducción de área de disipación. En este proyecto se propuso el desarrollo de una nueva configuración de un disipador de calor para el enfriamiento de estos dispositivos. Por lo tanto, se desarrolló la medición de temperaturas sobre el disipador de calor aplicando diferentes flujos másicos y flujos de calor, censando al mismo tiempo las temperaturas superficiales en el disipador de calor para los diferentes flujos, así como las temperaturas del fluido a la entrada y salida del disipador. Aunado a esto, estas mismas pruebas se realizaron en un disipador comercial; esto con la finalidad de comparar con la geometría propuesta y de esta forma conocer y analizar la capacidad que tiene el líquido de disipar calor. Para lo anterior, el banco de pruebas experimental se instrumentó y se implementó un sistema de enfriamiento para el líquido. Es importante mencionar que la temperatura superficial máxima medida no excedió la temperatura límite de 80 °C.

Abstract

The current trend in computer equipment has been such that they are becoming more compact, so they can be very light and easy to carry, However, this has as consequence that the temperature in these devices is greater due to the area reduction of dissipation. In this project the development of a new configuration of a heat sink for cooling these devices is proposed. Therefore, temperature measurement on the heat sink was developed applying different mass flow and heat fluxes, measuring at the same time the surface temperatures in the heat sink for different flows and temperatures of fluid at the inlet and outlet of the heat sink. In addition to this, these same tests were performed in a heatsink commercial; this in order to compare with the proposed geometry and thus know and analyze the liquid capacity to dissipate heat. For this, the experimental test bench was instrumented and a liquid cooling system was implemented. It is noteworthy that the surface temperature did not exceed the maximum permissible temperature of 80 °C.

Palabras Clave

Disipación de calor, flujo másico, flujo de calor; disipadores de calor; enfriamiento de equipo

INTRODUCCIÓN

Disipadores de calor con refrigeración líquida para procesadores computacionales

Con el paso del tiempo se ha llegado al punto en que la tecnología en equipos de cómputo es capaz de procesar una gran cantidad de información, esto ha conducido a tener una mayor densidad de circuitos y como resultado un incremento en la velocidad de procesamiento. Sin embargo, este aumento en la densidad de circuitos ha generado que se requiera de una mayor cantidad de disipación de calor en estos dispositivos, aunado a lo anterior, este calentamiento genera que se tengan eficiencias bajas y una vida útil más corta en el procesador. En base a lo anterior, ha pasado a ser de suma importancia el poder tener un sistema que sea capaz de disipar el calor generado por los sistemas computacionales.

Procesador

Es el componente encargado de realizar la ejecución de las instrucciones de los programas y permite que se realicen enormes cantidades de tareas computacionales. El procesador debe leer las instrucciones de la memoria, buscar datos, realizar la operación deseada y pasar a la operación siguiente, todo lo anterior son una serie de pasos que debe realizar un procesador [1]. El procesador es comúnmente una placa de silicio a la cual se le inserta una tarjeta madre.

Tipos de refrigeración

Hasta ahora existen varios tipos de refrigeración para procesadores y los más comunes son: refrigeración líquida (normalmente agua) y refrigeración por aire.

Refrigeración por aire

Hoy en día es quizás el método más antiguo y más utilizado para mantener los equipos informáticos a una temperatura adecuada.

Este sistema básicamente realiza un intercambio térmico entre el medio ambiente y el equipo a enfriar. Este intercambio térmico es conocido como *convección*. Para incrementar la capacidad de enfriamiento por convección es necesario aumentar el área efectiva de transferencia de calor del dispositivo a enfriar o incrementar el coeficiente de convección. Por lo que para lo primero se debe tener un número de aletas considerables, mientras que para lo segundo se debe buscar un fluido con una mayor capacidad de absorción de calor, por lo que es debido a esto que actualmente el aire ya no es capaz de remover la cantidad de calor generada por los equipos de cómputo.

Refrigeración líquida

La función principal que tiene la refrigeración líquida es el uso de agua o líquidos para disipar el calor. La eficiencia presentada por el enfriamiento líquido con respecto a los casos anteriores con la disipación por aire es mejor debido a que el líquido transporta el calor de manera más eficiente. Aunado a lo anterior, debido a que los líquidos poseen un coeficiente convectivo más alto que el aire, se han logrado avances importantes en cuanto a las placas disipadoras desde que comenzaron a ser estudiadas, sobre todo por el concepto de microcanales que fue introducido por *Tukerman y Peace 1981* [2].

En este trabajo se analiza y compara el comportamiento de la variación térmica con respecto al flujo másico, esto en una placa disipadora de tipo alberca en la cual no se tienen aletas y un distribuidor de flujo basado en la *teoría constructal* [3]. La comparación de la disipación de calor se realizó con el disipador manufacturado tipo alberca con respecto a uno comercial que tiene una geometría común. Para este caso, se considera que el disipador de tipo alberca al no

tener aletas representa la condición menos óptima para disipar el calor.

MATERIALES Y MÉTODOS

- *Equipo de trabajo*

El equipo de trabajo utilizado durante las pruebas experimentales incluye lo siguiente:

Banco de pruebas con resistencias térmicas: cuyo objetivo es el de generar el flujo de calor y transfiere el mismo por medio del cuerpo de aluminio donde se encuentran las resistencias de corriente directa y de esta manera transmitir el flujo de calor al disipador, cabe señalar que este flujo de calor puede ser variable.

Equipo de cómputo: Usado para procesar los datos recopilados durante las pruebas.

Bomba de flujo: esta bomba se utilizó para hacer fluir el fluido (agua destilada) refrigerante por las tuberías de $\frac{1}{2}$ in, aunado a esto, el flujo volumétrico de la bomba puede ser variable.

Reservorio: tanque de almacenamiento de agua de 0.5 L.

Radiador: marca Swiftech® modelo MCR320-QP, utilizado para el enfriamiento del fluido refrigerante.

Boquillas de conexión de $\frac{1}{2}$ in: usadas como conexiones del circuito de refrigeración y localizadas en la parte superior de la tapa de la placa disipadora.

Disipador de calor

El disipador de calor está constituido por las siguientes partes:

Placa de acrílico: realiza la función de tapa ya que permite que el fluido entre y salga directamente a la placa disipadora de cobre, con 9.5 mm de espesor.

Placa disipadora de cobre: esta placa de cobre cuenta con un grado de pureza del 99.9% con un espesor de 3.1 mm y una profundidad en el maquinado de la alberca de 1.5 mm. IMAGEN 1

Sujetador de aluminio: maquinado de una placa de aluminio de espesor de 3 mm usado para la sujeción del disipador sobre el banco de pruebas experimentales.

Sello O-ring: montado en la placa de cobre para evitar las fugas que pudiera haber entre la placa de cobre y la tapa.

Es importante mencionar que el contacto entre la placa de cobre y el cuerpo de aluminio del banco de pruebas es uno de los factores que influyen de forma relevante en la cantidad de calor que puede ser disipado. Por lo que la presión de sujeción del disipador de calor debe ser uniforme y suficiente para asegurar que no existe ningún espacio. Para asegurar lo anterior, se colocó una pasta térmica cuya función es reducir la resistencia térmica por contacto que existe entre el disipador y el banco de resistencias térmicas.

Disipador de calor comercial

Se utilizó un disipador de calor de la marca Cool Mater® modelo Element IMAGEN 2, el cual cuenta con una distribución de flujo de canales paralelos sobre una placa de cobre pureza 99.9%. En la IMAGEN 4, se muestra una fotografía del disipador de calor utilizado.

Método de medición

Fueron usados 4 termopares tipo J instalados en el banco de pruebas para censar y adquirir las temperaturas (en el fluido y disipador de calor) una vez que el disipador de calor alcanzó el estado estacionario, esto fue hecho para diferentes flujos de calor y diferentes flujos máxicos.

Las temperaturas de interés y las cuales fueron adquiridas en este proyecto son:

- Temperatura de entrada y salida de la placa de disipación
- Temperatura de entrada y salida del fluido refrigerante.

Usando un termopar para cada temperatura mencionada anteriormente. Aunado a esto, la resolución temporal con la cual se registraron las temperaturas fue cada cinco segundos y el tiempo total de registro fue de cinco minutos.

El disipador de calor tipo alberca se montó sobre el banco de resistencias colocando previamente una cantidad suficiente de pasta térmica entre el banco y el disipador, posteriormente, se colocaron los tornillos de sujeción con sus respectivos resortes. A fin de garantizar que tenía el mismo torque en cada tornillo, la distancia de compresión en cada resorte fue la misma. Una vez que los datos de cada prueba experimental fueron recopilados, éstos fueron procesados analizados.

Por último, este mismo procedimiento se realizó para el disipador de calor comercial manteniendo las mismas condiciones de contacto y operación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las IMÁGENES 3-5 se muestran los resultados experimentales obtenidos para el disipador comercial, mientras que en las IMÁGENES 6-8 se muestran los resultados correspondientes al disipador tipo alberca. En las IMÁGENES 3-8 se muestra la variación de la temperatura con respecto al flujo de calor generado por el banco de pruebas para diferentes flujos máscos. En éstas se puede observar que el disipador de calor tipo alberca tiene una menor capacidad de disipación de calor que el disipador de calor comercial, esto se debe a que en el disipador tipo alberca no se tienen aletas al interior de éste y por ende se tiene una menor área de disipación de calor.

A pesar que el disipador de calor tipo alberca tiene una menor disipación de calor, la temperatura

máxima que llegó a registrarse para los diferentes flujos de calor aplicados no excedió la temperatura de 80 °C que corresponde a la máxima temperatura permisible para estos dispositivos, lo anterior comprueba que este disipador de calor tipo alberca a pesar de no tener aletas en su placa disipadora es capaz de operar satisfactoriamente con temperaturas aceptables aún y cuando éste esté operando con el flujo máscico más bajo usado en este estudio que fue de 1.05 Lt/min y para el cual se alcanzó una temperatura máxima de 76 °C con un flujo de calor máximo de 200 W.

Aunado a lo anterior, en las IMÁGENES 5-8 se puede observar que conforme se incrementa el flujo máscico se disipa una mayor cantidad de calor como era esperado. Se puede percibir además en estas imágenes que las temperaturas de los experimentos no tienen una tendencia lineal.

CONCLUSIONES

En este estudio se ha podido demostrar que el disipador de tipo alberca a pesar de tener las condiciones más críticas es capaz de disipar calor con más eficiencia que un disipador de calor por aire, sabiendo de antemano que los disipadores calor por aire no tienen la suficiente capacidad de disipar el suficiente calor en estos dispositivos por lo que se alcanzarían más altas temperaturas que un enfriamiento por líquido, esto debido a que la capacidad de absorción de calor del agua es superior que la del aire.

En este proyecto se ha demostrado que el enfriamiento por líquido supera las capacidades de un disipador por aire. Esta información crucial para conocer que las mejoras en este tipo disipadores aumentarán en gran medida esta capacidad de disipación de calor en otro tipo de placas disipadoras las cuales puedan contener diferentes geometrías.

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos son dirigidos a la Universidad de Guanajuato que nos da la oportunidad de tener

esta experiencia para poder adquirir conocimientos y mejorar como futuros profesionistas.

Así mismo, quiero agradecer al grupo del Dr. Abel Hernández Guerrero y el Dr. José Luis Luviano Ortiz por proporcionarme todo el apoyo necesario para ser capaz de terminar este trabajo.

A la coordinación de Jóvenes investigadores por aceptarme en este evento y así ser capaz de adquirir experiencia en el ámbito científico.

REFERENCIAS

- [1] R. P. Miguel, Departamento Sistemas Informáticos y Computación, El procesador, Centro Facultad de Administración y Dirección de Empresas.
- [2] D.B. Tuckerman, R.F.W. Pease, High-performance heat sinking for VLSI, IEEE Electron Devices Lett, EDI-2 (5), 1981, 126-129
- [3] 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
- [4] Sistemas de enfriamiento para el ordenador. Recuperado de <http://culturacion.com/sistemas-de-enfriamiento-para-el-ordenador-i/>

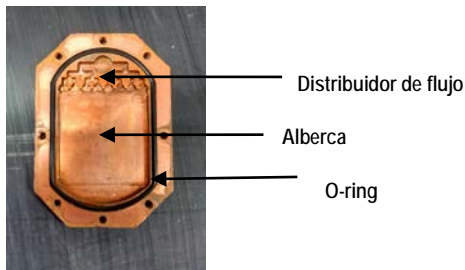


IMAGEN 1: Placa disipadora de cobre con tipo alberca.



IMAGEN 2: Disipador de calor comercial Cool Master.

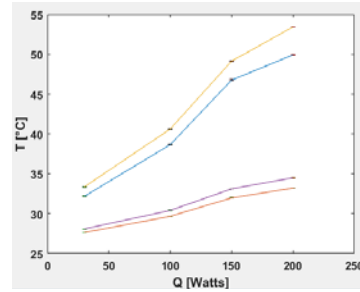


IMAGEN 3: Resultado disipador comercial con flujo másico 1.

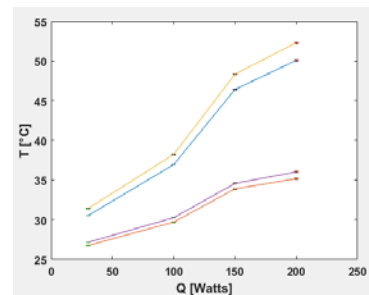


IMAGEN 4: Resultado disipador comercial con flujo másico 3.

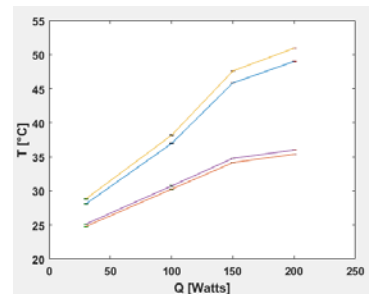


IMAGEN 5: Resultado disipador comercial con flujo másico 5.

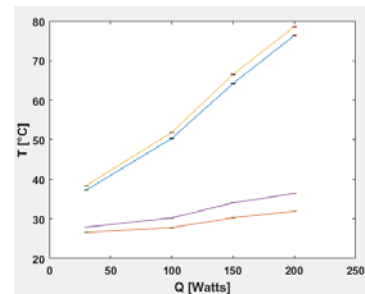


IMAGEN 6: Resultado disipador tipo alberca con flujo másico 1.

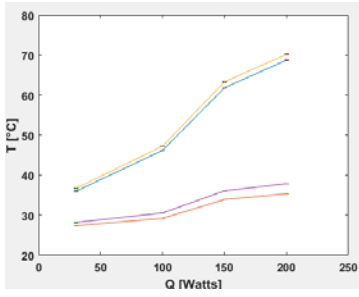


IMAGEN 7: Resultado disipador tipo alberca con flujo másico 3.

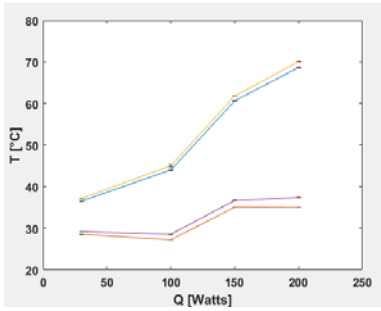


IMAGEN 8: Resultado disipador tipo alberca con flujo másico 5.