

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE DISIPADOR DE CALOR PARA CPU'S

García López Diego Arturo (1), Luviano-Ortiz J. Luis (2), Muñoz Chávez Luis Enrique (3)

1 [Ingeniería mecatrónica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [da.garcialopez@ugto.mx]

2 [Departamento de ingeniería mecánica, División de ingeniería, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [luis.luviano@ugto.mx]

3 [Ingeniería mecánica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [elk.ike10@hotmail.com]

Resumen

Actualmente la construcción de microprocesadores implica que cada vez se incremente el número de transistores; de acuerdo a la ley de More, esto implica que éstos incrementen su consumo de Watts lo que genera un incremento en la temperatura, debido a esto, se requieren desarrollar nuevos disipadores de calor. En este proyecto se realiza el análisis experimental en un nuevo disipador de calor de enfriamiento líquido y se compara con uno comercial bajo las mismas condiciones de operación. Los parámetros medidos en ambos disipadores fueron la caída de presión, temperaturas y flujos máscicos para un flujo de calor de 100 W que corresponde a un valor de operación típico de los CPUs comerciales. Las pruebas se desarrollaron en un banco experimental en el que se implementó un sistema de refrigeración y el cual fue instrumentado con termopares, flujómetros y transductores de presión. Los datos fueron adquiridos por medio tarjetas Arduino y DAQ en una plataforma de LabView. Los resultados muestran un desempeño satisfactorio en el disipador propuesto ya que no se excedió la temperatura límite de operación para los CPU's, la cual es de 80 °C.

Abstract

Currently the construction of microprocessors means that every time the number of transistors increases, according to Moore's law, this implies that the consumption of Watts increases too which generates an increase in temperature, that's why is necessary the development of new heat sinks. In this project, the experimental analysis is performed on a new liquid cooling heat sink and it's compared with a commercial one for the same operating conditions. The parameters measured in both heat sinks were the pressure drop, the temperatures and the mass flow for a heat flux of 100 W that is the typical operation value of commercial CPUs. The tests were developed in an experimental bench where a cooling system was implemented and was instrumented with thermocouples, flow meters and pressure transducers. The data was acquired with Arduino and DAQ modules in a LabView platform. The results show a satisfactory performance in the proposed heat sink because it doesn't exceed the operating limit temperature for the CPUs, which is 80°C.

Palabras Clave

Enfriamiento Líquido; Caída de Presión; Flujo de Calor; Microprocesador; Disipación de Calor.

INTRODUCCIÓN

Sistemas de enfriamiento líquido para CPUs

La Unidad de Procesamiento Central o *Central Processing Unit* (CPU, por sus siglas en inglés) es la parte principal de una computadora pues en ella se llevan a cabo todas las funciones de procesamiento. Es un microprocesador que contiene un circuito integrado con millones de transistores [1]. Un gran avance en la ciencia se presentó con la invención de los transistores y de ahí llegaron los microprocesadores que actualmente se encuentran en prácticamente todos los dispositivos electrónicos, por lo que el desarrollo de nuevos microprocesadores no ha parado desde entonces. La ley de Moore expresa que cada dos años se duplica el número de transistores en un microprocesador y, al ocurrir esto, también se requiere de implementar en ellos una mayor potencia eléctrica, esto conlleva a un incremento de temperatura en los mismos por lo que es necesario desarrollar nuevos disipadores de calor a fin de que se mantengan en su temperatura de operación que en general se encuentra alrededor de 80°C.

A fin de enfriar el disipador de calor del CPU, actualmente se utilizan sistemas de enfriamiento líquido en los que comúnmente se usa agua como fluido de trabajo debido a su gran capacidad de absorción de calor. La principal ventaja de estos sistemas de enfriamiento es que se disipa el calor sobre una parte específica a diferencia de los sistemas tradicionales de enfriamiento por aire [2].

El funcionamiento del sistema de enfriamiento es de cierta forma sencillo ya que se tiene un circuito cerrado por el que circula agua o algún otro líquido accionado por una bomba, de esta forma el calor generado en el procesador es removido y conducido por el líquido hacia un radiador en el cual se enfría el líquido, repitiéndose de esta forma el ciclo. Cabe señalar que este sistema de enfriamiento líquido es más eficiente que los sistemas de aire porque la conductividad térmica de un líquido (agua) es mayor que la de un gas (aire), por lo tanto, se puede remover una mayor cantidad de energía en forma de calor [3].

En este trabajo se presenta un análisis experimental y la comparación de la caída de presión con respecto a diferentes flujos máxicos, así como sus variaciones térmicas en dos disipadores de calor diferentes para CPUs. El primer disipador de calor es un disipador propuesto de tipo alberca sin aletas en su interior y con un distribuidor de flujo basado en la *teoría constructal* [4], mientras que el segundo es un disipador comercial. Cabe resaltar que el disipador de calor tipo alberca al no tener aletas en su interior tiene menos área de contacto y por lo tanto sus condiciones son menos favorables para la disipación de calor. Esto permitirá por lo tanto conocer cuál sería la capacidad mínima de remoción de calor si en el disipador sólo se implementa un distribuidor de flujo en la entrada del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El banco de pruebas experimentales en el cual se llevaron a cabo los experimentos consistió de:

- 1.- Reservorio de agua de 0.5 L.
- 2.- Bomba de agua de flujo variable usada para impulsar el fluido a través del circuito de enfriamiento.
- 3.- Radiador (marca Swiftech® modelo MCR320-QP) usado para enfriar el fluido.
- 4.- Boquillas de conexión de ½ in, usadas para hacer las conexiones del circuito de enfriamiento, localizadas en la parte superior de la tapa de la placa disipadora.
- 5.- Resistencias térmicas conectadas a la corriente directa, cuyo objetivo era generar el flujo de calor el cual se transmitió por medio de la placa de aluminio en la que estaban colocadas. Este flujo de calor puede ser variado mediante un dimmer de CD.

6.- Equipo de cómputo y tarjetas de adquisición de datos, usados para recopilar los datos y procesarlos. Para la adquisición de datos se usaron tarjetas DAQ y Arduino junto con una interfaz de LabView.

Por otra parte, los disipadores usados contenían las siguientes partes:

- 1.- Placa disipadora de cobre con un grado de pureza del 99.9%, espesor de 3.1 mm. Sobre esta placa se realizó el maquinado del disipador de calor de calor propuesto (IMAGEN 1) a una profundidad de 1.5 mm.
- 2.- Sello O-ring de caucho montado sobre la periferia de la placa de cobre del disipador de calor y la tapa de cierre. Este O-ring se usó para evitar fugas de líquido a través de la unión entre el disipador de calor y la tapa de cierre.
- 3.- Placa de acrílico de 9.5 mm, usada para el ingreso y salida del disipador de calor. Esta tapa era usada para cerrar el disipador de calor e iba acoplada a la placa de cobre.
- 4.- 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.

A fin de garantizar que los resultados eran confiables, fue necesario garantizar que el contacto superficial entre el disipador de calor y el banco de pruebas estaba bien, fue necesario garantizar que se tenía un apriete uniforme entre estas partes, esto se hizo a través de tener el mismo torque de apriete entre los tornillos sujetadores del disipador de calor. Aunado a esto, fue necesario disminuir la resistencia de contacto lo cual se hizo a través de aplicar pasta térmica entre la placa de aluminio y la placa de cobre del disipador de calor.

Con la finalidad de comparar los resultados obtenidos del disipador propuesto, se usó un disipador de calor comercial para CPU's. El disipador de calor comercial utilizado fue el disipador de marca EK® (modelo SUPREMACY-EVO), el cual cuenta con una distribución de flujo de canales paralelos sobre una placa de cobre de pureza del 99.9%, el cual es mostrado en la IMAGEN 2.

Para las mediciones de temperatura se usaron 4 termopares tipo J los cuales se acoplaron a una tarjeta DAQ. A su vez, estos termopares fueron colocados en la entrada y salida del flujo, así como en la entrada y salida de la placa de cobre del disipador. Esto permitió por lo tanto medir las temperaturas de entrada y salida del fluido, así como la temperatura a la entrada y salida del disipador de calor.

Aunado a lo anterior, para las medir la caída de presión del fluido que fluye a través del disipador se usaron dos transductores de presión, los cuales a su vez fueron conectados a una placa de Arduino para la adquisición de datos. Dichos transductores de presión fueron colocados a la entrada y salida del disipador de calor.

Por otra parte, cabe señalar que las mediciones se realizaron una vez que el sistema alcanzó su estado estacionario, para ello, se monitoreó la variación de las temperaturas hasta que la variación en éstas fue mínima. La resolución temporal con la cual se registraron los datos fue de cinco segundos ($\Delta t = 5$ s) mientras que el tiempo total de registro fue de cinco minutos, por lo tanto, se realizaron sesenta mediciones por cada prueba realizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la IMAGEN 3 se muestra la variación de la caída de presión (Δp) con respecto a la variación del flujo másico que ingresa al disipador de calor comercial, en esta imagen se observa que al incrementar el flujo másico también se incrementa la caída de presión, lo cual, era un resultado esperado. Por otra parte, en la IMAGEN 4 se muestra la variación de la temperatura del fluido a la entrada y salida del disipador, así como la variación de la temperatura superficial en la entrada y salida del disipador con respecto a la caída de presión

(Δp) del disipador comercial. En esta figura se observa que al incrementar la caída de presión se tiene una mayor disipación de calor, aunado a esto, se observa que las temperaturas decrecen linealmente.

En la IMAGEN 5 se muestra la variación de la caída de presión (Δp) con respecto al flujo másico para el disipador tipo alberca, en esta imagen se observa que al igual que en el disipador comercial, al incrementar el flujo másico se tiene una mayor caída de presión, pero ésta no es lineal. En la IMAGEN 6 se muestra la variación de la temperatura con respecto a la caída de presión (Δp) para el disipador tipo alberca. Al igual que en el disipador comercial, al incrementar la caída de presión se tiene una mayor disipación de calor.

A partir de los resultados obtenidos se puede determinar que de los cuatro flujos másicos medidos el más conveniente es el de 4.2 L/min debido a que la caída de presión está dentro de los valores reportados en el estado del arte. Al tener una caída de presión relativamente baja se evita que se dañe el equipo y se requiere de una menor potencia de bombeo, esta observación es válida para ambos disipadores. Por último, de ambos disipadores el que se tiene mayor caída de presión es el de tipo alberca lo cual se debe a la resistencia impuesta por el distribuidor de flujo, sin embargo, el disipador tipo alberca tiene una mayor disipación de calor aún y cuando éste sólo tiene un distribuidor de flujo y no tiene microcanales en su interior.

CONCLUSIONES

En este trabajo se demuestra que a pesar de que la geometría en el disipador de calor tipo alberca no es la más óptima, los resultados experimentales muestran que éste es capaz de disipar una mayor cantidad de calor cuando se tiene solamente un distribuidor de flujo, sin embargo, éste tiene también una mayor caída de presión de alrededor del 10%. En base a esto, se requiere hacer una mayor investigación sobre si es posible reducir la caída de presión en el disipador alberca a través con el distribuidor de flujo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Guanajuato por la oportunidad de participar en el programa para enriquecer el conocimiento y experiencia en la investigación. Agradezco también al Dr. Abel Hernández G. y al Dr. J. Luis Luviano O. por su ayuda y apoyo para realizar este trabajo, así como a su grupo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Definición de CPU. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/cpu.php>
- [2] Enfriamiento tradicional vs enfriamiento líquido: ¿cuál es mejor? Recuperado de <https://hipertextual.com/archivo/2013/12/enfriamiento-aire-vs-liquido/>
- [3] ¿Cómo funciona la refrigeración líquida en los PCs? Recuperado de <https://www.aboutespanol.com/como-funciona-la-refrigeracion-liquida-en-los-pcs-841340>
- [4] 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

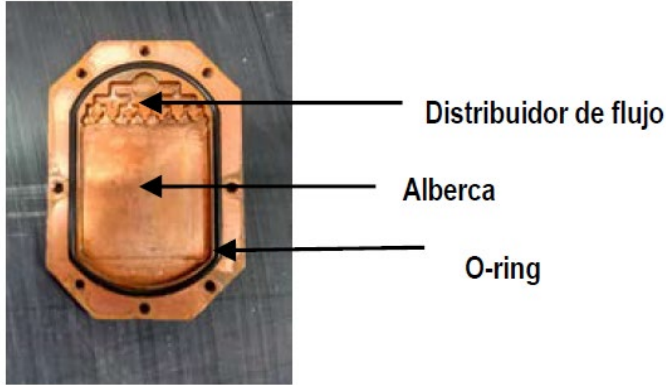


IMAGEN 1: Placa disipadora de cobre tipo alberca.



IMAGEN 2: Disipador de calor comercial EK SUPREMACY-EVO.

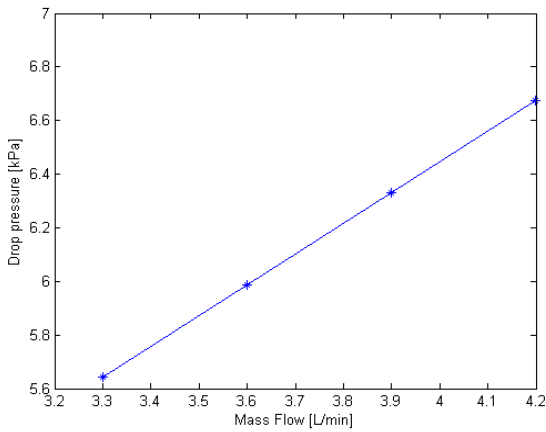


IMAGEN 3: Variación de la caída de presión con respecto al flujo másico en el disipador comercial.

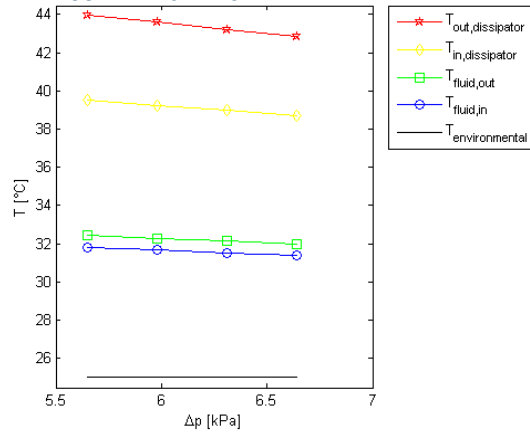


IMAGEN 4: Variación de las temperaturas en el disipador comercial con respecto a la caída de presión.

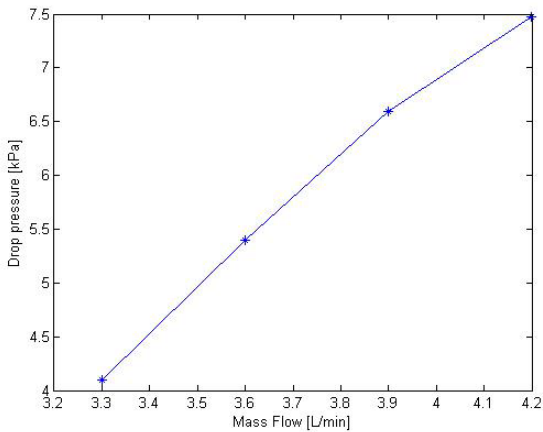


IMAGEN 5: Variación de la caída de presión con respecto al flujo másico en el disipador tipo alberca.

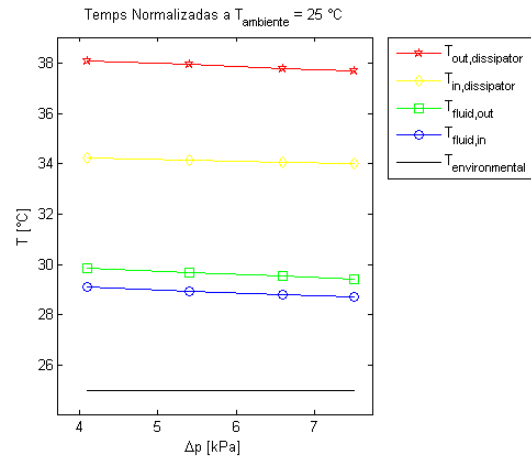


IMAGEN 6: Variación de las temperaturas en el disipador tipo alberca con respecto a la caída de presión.