

SIMULACIÓN DE LA DISIPACIÓN DE ENERGÍA USANDO ENFRIADORES LÍQUIDOS (ENERGY DISSIPATION SIMULATION USING LIQUID COOLERS)

Muñoz-Chávez, Luis Enrique (1), Hernández-Guerrero, Abel (2), Lorenzini-Gutiérrez, Luis Daniel (3)

1 [Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Gto. 36885, México] | [elk.ike10@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Gto. 36885, México] | [abel@ugto.mx]

3 [Departamento de Ingeniería Mecánica, Georgia Institute of Technology, North Ave NW, Atlanta, GA 30332, EE. UU.] | [Lorenzini.fimee@hotmail.com]

Resumen

El desarrollo tecnológico que se ha tenido en los nuevos procesadores de equipos de cómputo en los últimos años ha sido muy grande, el sobrecalentamiento de estos componentes por el alto procesamiento ha llegado a ser un problema de alta importancia; para esto, se ha optado por el uso de nuevas tecnologías de enfriamiento, como lo es el enfriamiento por líquido en los procesadores y otros dispositivos electrónicos pertenecientes a las computadoras. En el presente artículo se propone una nueva geometría para un disipador de calor enfriado por líquido para tarjetas de video, el cual es simulado con un software CFD y posteriormente se hacen comparaciones con un disipador de calor enfriado por líquido de marca comercial previamente caracterizado. Se muestra que el desempeño térmico del disipador propuesto es mejor que el comercial ya que las temperaturas se mantienen en el rango de trabajo permitido por las tarjetas de video y en menor magnitud que las del disipador comercial caracterizado.

Abstract

The technological development that has taken place in the new processors of computer equipment in the last years has been very great, the overheating of these components by the high processing has become a problem of high importance; For this, the use of new cooling technologies, such as liquid cooling in processors and other electronic devices belonging to computers, has been chosen. In this article, a new geometry for a heat sink cooled liquid for video cards, which is simulated by a CFD software and later comparisons are made with a heat sink cooled by liquid previously characterized trademark proposed. It is shown that the thermal performance of the proposed sink is better than the commercial as temperatures are maintained in the range permitted labor video cards and to a lesser extent than the commercial sink characterized.

Palabras clave

Heat Sink, Flujo de calor, Disipación de Calor, Enfriamiento con Líquido, Simulación

INTRODUCCIÓN

SIMULACIÓN DE ENFRIADORES LÍQUIDOS

- *Enfriamiento Líquido de Componentes Electrónicos*

Con la introducción de componentes electrónicos más potentes y sistemas de cómputo con mayor capacidad, el calor que generan ha aumentado de una manera importante y los problemas de sobrecalentamiento en estos sistemas es un tema de consideración para su desempeño, es por eso que se están adoptando nuevas técnicas de refrigeración como lo es el enfriamiento líquido, dejando atrás el enfriamiento por aire.

El agua, y cualquier líquido refrigerante, tienen mayor capacidad térmica que el aire. A partir de este principio, la idea es extraer el calor generado por los componentes de la computadora usando como medio el agua, enfriarla una vez fuera del CPU y luego volver a reintroducirla.

Con esta técnica se obtienen mejores resultados en cuanto a disipación de calor y con ello, obtener una mayor posibilidad de *overclocking*.

- *Sistemas de Enfriamiento por Líquido*

El objetivo de cualquier sistema de enfriamiento por líquido para un sistema de PC es disipar el calor generado por alguno de sus componentes, ya sea el procesador, la gráfica, el chipset, la memoria e incluso, los discos duros. La eficiencia media en cuanto a temperatura con respecto a la disipación por aire es de un 30% de mejora, debido a que el agua tiene una transferencia de calor de manera más alta debido a sus propiedades.

El sistema de enfriamiento por líquido funciona ocupando poco espacio y su objetivo principal es refrigerar un componente del sistema en concreto, el procesador de la computadora. [1]

Está formado por:

- Un radiador que puede ser de grosor simple o doble con uno o dos ventiladores por ambos lados
- Ventiladores.
- Un disipador de calor para el procesador el cual es generalmente de cobre.
- Una bomba que impulsa el circuito cerrado con el líquido refrigerante todo en un solo cuerpo o bloque.
- Tubos para el refrigerante que interconectan la bomba/bloque disipador de CPU con el radiador de forma estanca y transportan el líquido refrigerante. Por lo general son delgados y corrugados o flexibles.
- Líquido refrigerante preparado, sin mantenimiento.

En un principio el enfriamiento líquido se enfocó en el procesador de las computadoras, pero con el avance tecnológico ya los otros componentes tienen mayores capacidades, lo que genera que también tengan una gran generación de calor y también se tenga que emplear un método para enfriarlos.

- *Tarjeta de video*

La tarjeta de vídeo se encarga de traducir la información que se procesa en la computadora y mostrarla de manera visual que pueda ser entendible por el usuario común, a este dispositivo también se le conoce como controlador de vídeo, adaptador de vídeo, acelerador de vídeo o acelerador gráfico. En la actualidad existen muchas marcas y modelos de tarjetas de vídeo y se tiene gran variedad de modelos para sistemas de cómputo tanto de gama media, alta y gama súper alta. [2]

En este trabajo se presenta la generación, el mallado y la simulación de una nueva geometría para el enfriamiento líquido, enfocado hacia las tarjetas de video o tarjetas gráficas de la marca

NVIDIA. Para las tarjetas de video NVIDIA, el disipador comercial es compatible con tarjetas NVIDIA GTX 980, las cuales soportan una temperatura máxima de 98 °C, [6] que son las utilizadas y las que más comúnmente, en los equipos de cómputo de alto procesamiento, para este tipo de tarjeta se propondrá el nuevo disipador.

La nueva geometría presentada es comparada con una geometría comercial, en cuanto a desempeño térmico, la simulación de ambos se realiza utilizando el programa Fluent del paquete ANSYS.

MATERIALES Y MÉTODOS

- *Disipador para Tarjeta de Video*

El disipador de calor por líquido típico de una tarjeta de video (IMAGEN 1), consta de una placa de 6 mm de espesor por lo general de cobre, con dimensiones de 190 mm de largo y 127 mm de ancho, con una geometría adecuada para adaptarse a una tarjeta de video. En la parte frontal de la placa se tienen entradas para el líquido, canales de flujo por donde fluye el refrigerante, el cual es típicamente agua, y contiene una sección de aletas disipadoras que están posicionadas en la sección de mayor generación de calor, la cual es la sección del procesador de la tarjeta de video. En la parte posterior de la tarjeta (IMAGEN 2), se tienen ciertas geometrías con forma de cuadrado de distintas dimensiones las cuales están posicionadas en otros puntos de alta generación de calor que requieren de enfriamiento particular como en el procesador, aunque en menor intensidad, por ende, no tienen geometría particular como lo son las aletas.

- *Disipador Propuesto*

En el disipador propuesto, (IMAGEN 3), se ubica la entrada del líquido refrigerante en la parte central de la geometría de las aletas disipadoras (sección del procesador), que en esta geometría propuesta (IMAGEN 4) se basa en la geometría de un copo de nieve típico. El principio de tener la entrada del fluido en esta zona es para que éste entre a la

menor temperatura posible. Una vez que el líquido sale de la zona del procesador, pasa por todo el canal enfriando los otros componentes electrónicos de la tarjeta de video. Con esto se obtiene una mejor distribución de la energía en el disipador, lo que se traduce a tener una mejor capacidad disipativa de calor.

- *Disipador Comercial*

Se caracteriza un disipador comercial de la marca ALPHACOOL, para las tarjetas NVIDIA GTX 980. En este disipador la entrada, se encuentra en la parte superior izquierda y salida de líquido refrigerante se encuentran ubicada en la parte superior derecha, separadas entre sí, donde el fluido al entrar, pasa primero por alguno de los circuitos electrónicos de la tarjeta de video y después se dirige por el canal hacia la parte donde está el procesador, lo que genera que el líquido ya llegue caliente para disipar la parte central donde se genera calor, por lo que lo hace menos eficiente, (IMAGEN 1).

- *Método de Simulación*

En la Simulación se plantea la comparación del nuevo disipador propuesto en contra del disipador comercial.

Se comienza por realizar los dos disipadores en sólido utilizando el programa SolidWorks, después se ubican las entradas, las salidas y las divisiones de las partes sólidas y las partes líquidas en los disipadores.

Para el mallado, se utilizan tetraedros en las regiones sólidas y hexaedros en las regiones líquidas; la malla se refina a detalle varias veces para obtener los mejores resultados posibles. Obteniendo un mallado de 19 millones de elementos en el modelo propuesto y 22 millones de elementos en el modelo comercial caracterizado, lo que produce un trabajo de cómputo pesado.

En la parte de la simulación de las geometrías se utiliza el programa Fluent para correr cada caso, se realiza una simulación tanto para el disipador propuesto como para el disipador comercial donde las condiciones iniciales en cada caso son: un flujo

de calor en la parte del procesador de la tarjeta de video de 150000 W/m^2 y en los circuitos electrónicos de 10000 W/m^2 , ambos datos de acuerdo a los datos que presenta la tarjeta gráfica NVIDIA GTX 980, [6]. Para el flujo másico del líquido refrigerante, se utiliza de 0.02 kg/s , esto de acuerdo a las dimensiones de entradas en los disipadores y al flujo que las bombas comerciales de los sistemas de refrigeración para CPUs presentan. Se propone que la placa disipadora en ambos casos sea de cobre [5,7].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la IMAGEN 5, se muestran los contornos de temperatura del disipador propuesto después de la simulación. La configuración propuesta obtiene resultados en los rangos de temperatura, ya que oscila en el rango entre $33 \text{ }^\circ\text{C}$ y $38 \text{ }^\circ\text{C}$, lo cual da un mejor rendimiento respecto a la transferencia de calor que se presenta en el disipador comercial, que está entre los $41 \text{ }^\circ\text{C}$ y $59 \text{ }^\circ\text{C}$. Es notable que, con el cambio de la entrada del líquido, propuesta se llega a lograr una mayor capacidad disipativa de calor.

También es observable que los circuitos electrónicos de la tarjeta en los cuales se tienen geometrías especiales no tienen gran efecto en la generación de energía en forma de calor gracias a las modificaciones realizadas en la geometría propuesta.

En la IMAGEN 6, se presentan los contornos de temperatura que se desarrollan en el disipador comercial caracterizado de ALPHACOOL, el rango de estos ya se mencionó anteriormente.

La caída de presión es muy similar en ambos disipadores, para el disipador comercial se tiene una caída de 1340 Pa a 307 Pa , (IMAGEN 7), para el disipador propuesto va de 1400 Pa a 250 Pa , dado esto se tiene una caída de presión grande por la trayectoria y la geometría de las aletas presentes en los disipadores que el líquido tiene que pasar desde la entrada hasta la salida de los disipadores.

CONCLUSIONES

Al tener un componente electrónico a una temperatura baja de operación se obtiene un mayor rendimiento de parte de este, así como una mayor vida útil. La nueva configuración propuesta para el disipador presenta mayor desempeño y logra disipar una mayor cantidad de calor. El desempeño del nuevo disipador presentado es muy aceptable por el rango de temperaturas de operación obtenidas en la simulación en comparación con el disipador comercial.

Como trabajo futuro se busca la optimización de la geometría de este, para lograr que tenga el mejor rendimiento posible, también como la generación de nuevas configuraciones, llegando a la construcción de los mismos y hacer el análisis experimental.

AGRADECIMIENTOS

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

Universidad de Guanajuato, por el proyecto de FITUG 2017 aprobado "Diseño y fabricación de sistemas de enfriamiento líquido para tarjetas de video GPU".

Al Dr. Abel Hernández por su apoyo y gran motivación en la realización de este proyecto.

Al Dr. J. Luis Luviano Ortiz por su gran motivación, consejos y apoyo en el proyecto.

Al M.I Daniel Lorenzini Gutiérrez por el apoyo y consejos brindados a este proyecto.

Grupo de investigación dirigido por el Dr. Abel Hernández y el Dr. J. Luis Luviano Ortiz por su ayuda.

REFERENCIAS

[1] Definición de Sistemas de Enfriamiento por Líquido. Recuperado de

<http://www.guru-store.com/blog/tutoriales/12739-2/>

[2] Definición de Tarjeta de video. Recuperado de

<http://www.partesdeunacomputadora.net/tarjeta-de-video>.

[3] Paisarn Naphon , Setha Klangchart , Somchai Wongwises, (2009) , Numerical investigation on the heat transfer and flow in the mini-fin heat sink for CPU, International Communications in Heat and Mass Transfer 36 834–840.

[4] Paisarn Naphon □, Songkran Wiriyasart, (2009), Liquid cooling in the mini-rectangular fin heat sink with and without thermoelectric for CPU, International Communications in Heat and Mass Transfer 36 (2009) 166–171.

[5] Garro, S; Díaz, L; Liang, J; Martínez, F; Meneses, W; Ortega, H; Ramírez, G; Stradi, B. Modelación y simulación de disipadores de calor para procesadores de computadora. *Tecnología en Marcha*. Vol. 25, N° 3. Julio-Setiembre 2012. Pág 70-80.

[6] Definición de Datos para las Tarjetas de video. Recuperado de <http://www.nvidia.es/object/geforce-gtx-980-es.html#pdpContent=2>

[7] N. Sahiti, F. Durst *, A. Dewan, Heat transfer enhancement by pin elements, International Journal of Heat and Mass Transfer 48 (2005) 4738–4747.

IMÁGENES



Imagen 1.- Disipador comercial.

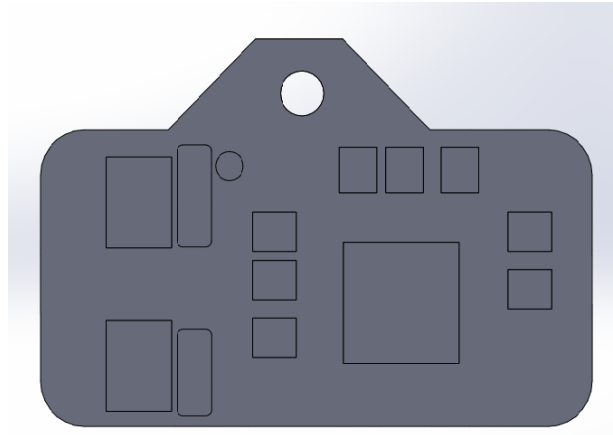


Imagen 2.- Parte posterior del disipador.

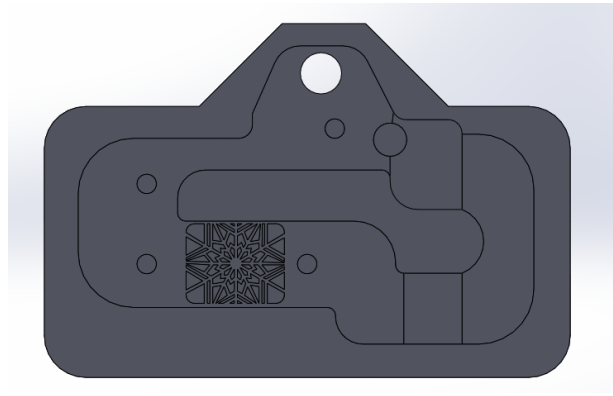


Imagen 3.- Disipador propuesto.

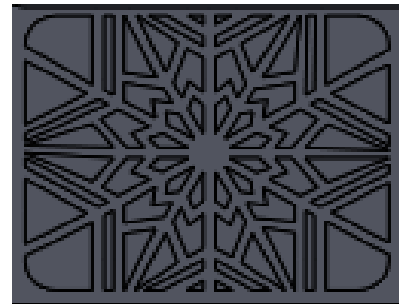


Imagen 4.- Geometría del disipador propuesto.

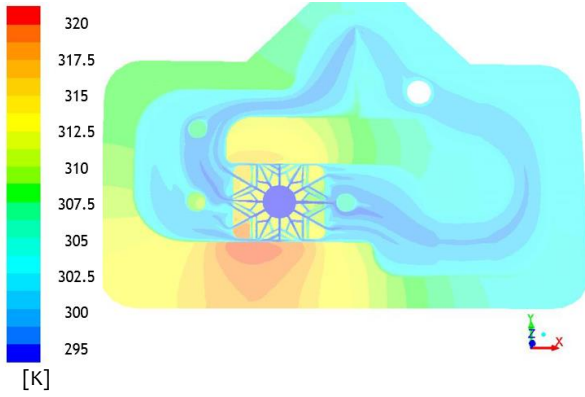


Imagen 5.- Contornos de temperatura del disipador propuesto.

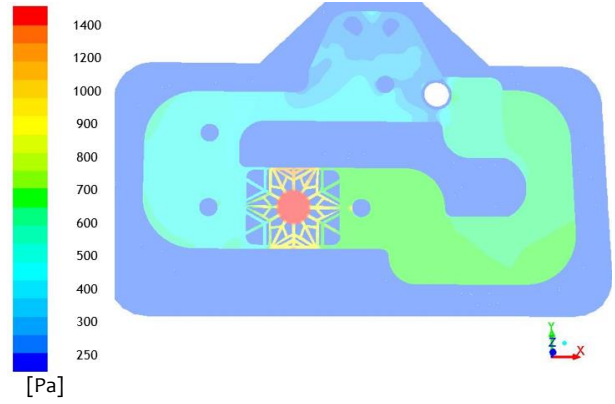


Imagen 8.- Caída de presión en el disipador propuesto.

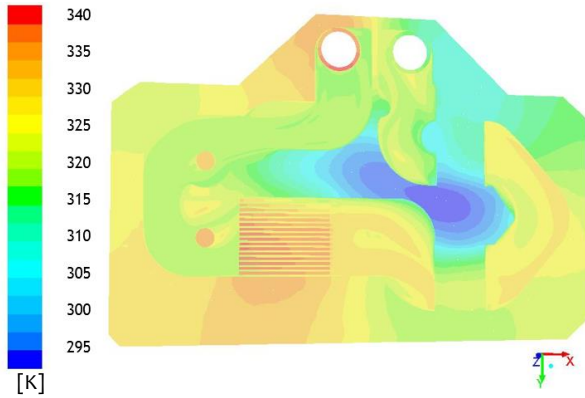


Imagen 6.- Contornos de temperatura del disipador comercial.

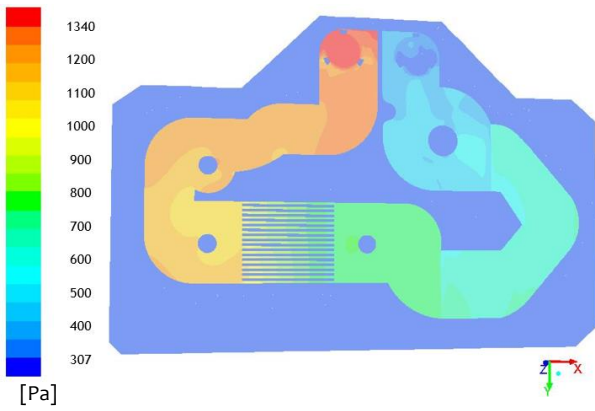


Imagen 7.- Caída de presión en el disipador comercial.