

CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTA TEMPERATURA DE UNA TARJETA GRÁFICA USANDO CFD

Carlos Alberto Rodríguez (1), Juan Antonio Ramírez Vázquez (2)

1 [Licenciatura en ingeniería mecánica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [carlosrodriguez_fimee@hotmail.com]

2 [Departamento de ciencias ambientales, División de ciencias de la vida, Campus Irapuato- Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [juan.ramirez@ugto.mx]

Resumen

En este trabajo se mostrara la metodología y los resultados obtenidos al momento de simular numéricamente el comportamiento de un flujo de aire que pasa a través del enfriador de la tarjeta gráfica GTX 780 de NVIDIA, con la intención de disipar el calor generado por la unidad de procesamiento gráfico. Debido a las cargas de trabajo a las que son sometidas, las tarjetas gráficas alcanzan temperaturas muy altas. Si no es tenido en cuenta, el calor generado puede hacer fallar, bloquear o incluso averiar el dispositivo. Para evitarlo, se incorporan dispositivos refrigerantes que eliminen el calor excesivo de la tarjeta. Estos son el disipador y el ventilador. En este trabajo solo se tratara el tema del disipador, siendo el volumen de control a analizar, puesto que se tienen que encontrar las zonas de la tarjeta con una mayor temperatura. El disipador está compuesto de un metal muy conductor del calor, en este caso se consideró aluminio. Su eficiencia va en función de la estructura y la superficie total, por lo que a mayor demanda de refrigeración, mayor debe ser la superficie del disipador. El disipador sobre la GPU extrae el calor, y en ventilador sobre él aleja el aire caliente del conjunto.

Abstract

This work will demonstrate the methodology and the results obtained at the moment of simulating the behaving of an air flux that passes through the cooler of the graphic target GTX 780 of NVIDIA, trying to dissipate the heat generated by the graphic processing unit. Due to the hard work that targets have to do, these get temperatures very high. If we don't take care about it, the heat could damage the electronic equipment. For avoiding it, cooling devices are incorporated into the system to eliminate the excess of heat in the graphic target, these are the heat sink and the fan. This work is only about the heat sink, being this the control volume to analyze, thus there should be funded the higher temperature zones. The heat sink is composed of steels with a very high thermal conductivity, in this case aluminum was considerate to have the work done. The efficiency of the material of the heat sink depends of its structure and of the total surface, this means that when more cooling is required, the surface of the heat sink has to be bigger. The heat sink over the graphic processing unit takes the heat out, and the fan over it takes the hot air away from the whole system.

Palabras Clave

Temperatura; Flujo; Disipación; Calor; Tarjeta

INTRODUCCIÓN

Disipadores de calor

Disipación de calor en tarjetas gráficas

- Disipadores de calor de tarjetas gráficas en la actualidad.

El calor generado por la unidad de procesamiento gráfico (GPU) en las tarjetas gráficas siempre ha sido una complicación para el diseño de enfriadores de aire en estas mismas, es por esto que en la actualidad ya existe una gran diversidad de geometrías de disipadores de calor para las tarjetas, cada vez haciendo más eficiente la disipación del calor, que este último, podría llegar a lograr que el equipo o dispositivo electrónico no funcione correctamente.

La mayoría de estos disipadores se fabrican a partir de aluminio o cobre, aunque ya se han encontrado aleaciones que pueden llegar a tener una mayor eficiencia y un menor costo. El disipador utilizado en este trabajo fue fabricado de aluminio. Actualmente existen diferentes técnicas de enfriamiento, como la refrigeración líquida, donde se usa agua en lugar de disipadores de calor y ventiladores, ya que esta tiene mayor capacidad térmica que el aire, y disipa el calor con una mayor eficiencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para poder encontrar las zonas con mayor temperatura dentro de la tarjeta, se utilizó el software GAMBIT para dibujar la geometría del enfriador de la tarjeta gráfica, y posteriormente solo se utilizó la zona por donde pasa el fluido que disipa el calor.

Después se analizó numéricamente la geometría realizada anteriormente, mediante el software numérico FLUENT, resolviendo estas ecuaciones de continuidad, momento y energía, y poder así observar gráficamente las zonas en la tarjeta con mayor temperatura, con sus respectivos valores numéricos.

También se pudieron observar valores numéricos de otras propiedades del fluido, como los son presión, velocidad, etc.

En la imagen 1 se muestra la geometría realizada en el software GAMBIT, que posteriormente se le asignaron las correspondientes condiciones de frontera en este mismo.

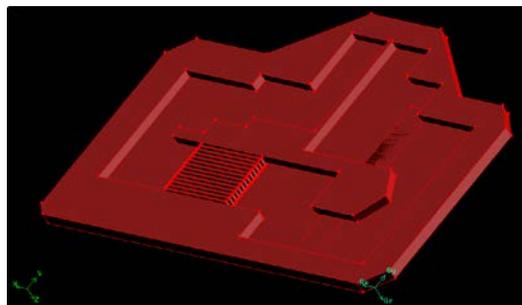


IMAGEN 1: Geometría del enfriador de la tarjeta gráfica realizada en el software GAMBIT.

En la tabla 1 se presentan las propiedades del material del disipador de calor.

Tabla 1: Propiedades del disipador de calor

Propiedades del disipador de calor	Valores numéricos
1. Conductividad térmica (W/m-K)	202.4
2. Densidad (kg/m ³)	2,719
3. Calor específico (J/kg-K)	871

Así mismo, en la tabla 2 se presentan las condiciones de frontera del fluido en operación.

Tabla 2: Condiciones de operación del fluido

Condiciones de operación del fluido	Valores numéricos
1. Conductividad térmica (W/m-K)	0.0242
2. Densidad (kg/m ³)	1.225
3. Calor específico (J/kg-K)	1006.43
4. Viscosidad (kg/m-s)	1.79e-05
5. Temperatura de entrada (K)	300 o 27 °C
6. Flujo másico (kg,s)	1
7. Flujo de calor a disipar (W.m ²)	62, 500

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de haber asignado las condiciones de operación al fluido y las propiedades correspondientes al material del disipador, se simuló numéricamente el comportamiento del fluido por medio del software FLUENT, para después simular estos últimos resultados obtenidos en el software TECPLOT, y así poder observar gráficamente las zonas de mayor temperatura en la tarjeta gráfica.

En el software TECPLOT se lograron realizar animaciones gráficas mostrando las líneas de corriente del flujo de aire que entra dentro del enfriador de la tarjeta gráfica.

Se realizaron dos contornos en la misma geometría, el de la velocidad del fluido pasando a través de la tarjeta, y el de temperatura, mostrando las zonas con diferente temperatura sobre toda la geometría.

En la imagen 2 se observa solo el contorno de temperatura en la parte del fluido sobre la tarjeta gráfica.

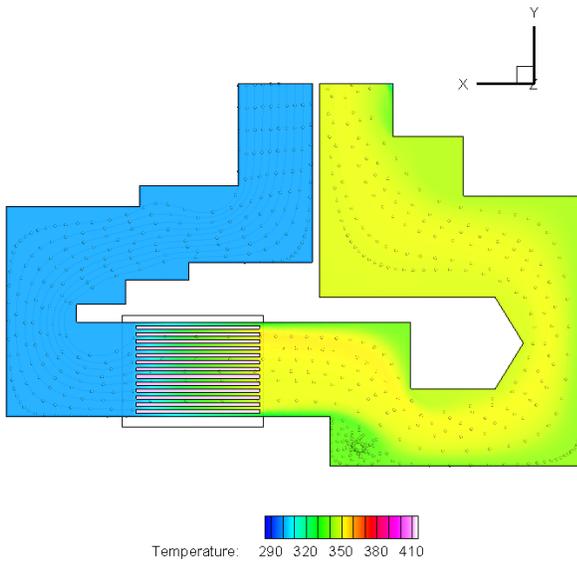


IMAGEN 2: Contorno de temperatura realizado en el software TECPLOT.

De la misma forma, en la imagen 3 se logra apreciar el contorno de velocidad de la misma geometría que en la imagen 2.

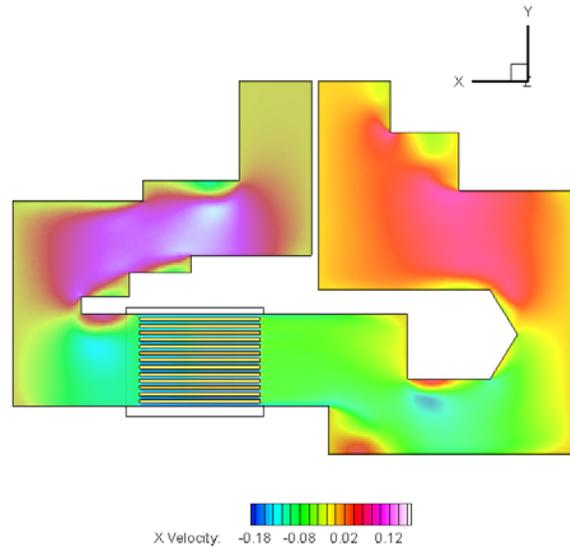


IMAGEN 3: Contorno de velocidad realizado en el software TECPLOT.

Después de haber realizado los dos anteriores contornos, se graficaron los contornos de temperatura y velocidad en el mismo plano, donde las líneas de corriente representan la temperatura en la tarjeta, y esta va cambiando de color de acuerdo a la temperatura que tiene en cada diferente punto de la geometría (véase la imagen 4).

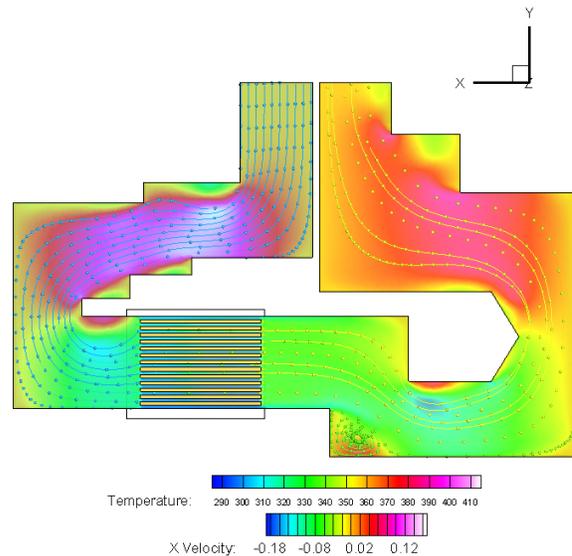


IMAGEN 4: Contorno de temperatura y velocidad dentro del mismo plano realizado en el software TECPLOT.

Una vez ya teniendo los diferentes contornos de la tarjeta gráfica, se encontraron las zonas de mayor temperatura, siendo este el objetivo principal de esta investigación.

En la imagen 4 se observa la zona de la tarjeta con mayor temperatura, y el valor de la temperatura en este punto.

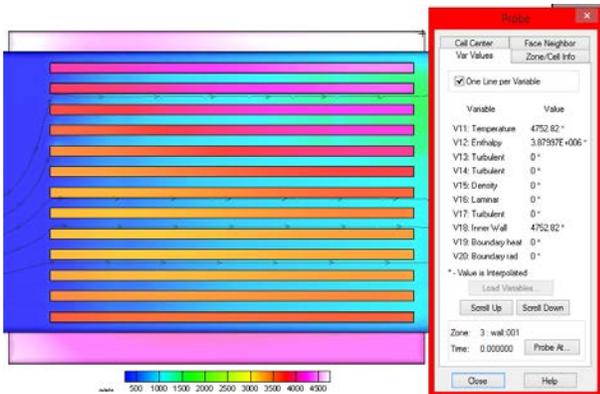


IMAGEN 5: Zona de la tarjeta gráfica con mayor temperatura.

Como se pudo observar en la imagen 4, la zona con mayor temperatura oscila entre los 4, 630 y 4, 752 K, siendo este último el valor registrado con mayor temperatura sobre toda la tarjeta gráfica.

CONCLUSIONES

Como se observa en la figura que representa el contorno de temperatura (imagen 5), la zona con mayor temperatura es justo arriba de la unidad de procesamiento gráfico, ya que esta es la que genera el calor que podría llegar a averiar el dispositivo si no se disipa adecuadamente.

Es por esta razón que tiene un conjunto de aletas rectangulares en esta zona para lograr una mayor transferencia de calor y así disipar el calor más rápido.

Se continuara trabajando sobre este tema, buscando diferentes geometrías innovadoras con mayor eficiencia, y además de diferentes fluidos que tengan mayor capacidad térmica para disipar el calor más rápidamente.

REFERENCIAS

Libro:

Incropera, Frank P., De Witt, David P., (1999). Fundamentos de transferencia de calor (4^{ta} ed.). México, D.F: PRENTICE HALL.

Incropera, Frank P., De Witt, David P., (1999).). Conducción bidimensional en estado estable. Fundamentos de transferencia de calor (4^{ta} ed.). (pp. 162-194). México, D.F: PRENTICE HALL.

Sullivan, James A., (1989). Fluid Power, Theory and Applications (3rd ed.). Carbondale, Illinois: PRENTICE HALL.

Sullivan, James A., (1989). How fluids flow. Fluid Power, Theory and Applications (3rd ed.). (pp. 56-70). Carbondale, Illinois: PRENTICE HALL.

Artículo:

Rosaguti, Nathan R., Fletcher, David F., Haynes, Brian S. (2006). A general implementation of the H1 boundary condition in CFD simulations of heat transfer in swept passages: International Journal of heat and mass transfer, 50(2007), 1833-1842.

Ramos-Alvarado, Bladimir., Li, Peiwen., Liu, Hong., Hernandez-Guerrero, Abel. (2011). CFD study of liquid-cooled heat sinks with microchannel flow field configurations for electronics, fuel cells, and concentrated solar cells: Applied Thermal Engineering, 31(2011), 2494-2507.

Ismail, M.A., Abdullah, M.Z., Mujeebu, M.A. (2008). A CFD-based experimental analysis on the effect of free stream cooling on the performance of micro processor heat sinks: International Communications in Heat and Mass Transfer, 35(2008), 771-778.