

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO TERMO-HIDRODINÁMICO DE UN DISIPADOR DE CALOR DE ALETAS CILÍNDRICAS

Hernández García Y., Duarte Rostro F. U., Hernández Montecillo V. M., Hernández Carlos E., Sáinz García L., Cerroblanco Ortiz A., Luviano Ortiz J. L.
Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato

Abstract

En el presente trabajo se presenta el diseño, modelo y simulación numérica de disipadores de calor de base cuadrada con aletas circulares tipo aguja. Las ecuaciones de transporte que representan el fenómeno físico son resueltas numéricamente mediante un software Computacional de Dinámica de Fluidos (CFD). Se analizan tres diferentes configuraciones en las aletas. Una vez obtenidos los resultados de las diferentes configuraciones geométricas se compararon para determinar cuál modelo tiene el mejor desempeño termo-hidrodinámico. Este desempeño se evaluó mediante factores como la distribución adecuada de temperatura, temperaturas máximas y resistencia térmica. Los resultados de este trabajo concluyen en la propuesta de un disipador de calor eficiente para diversos dispositivos electrónicos.

Introducción

En varios campos de investigación de dispositivos electrónicos (transistores de potencia de radiofrecuencia, unidades de procesamiento central (CPU) y diodos emisores de luz (LED)), se requieren nuevas soluciones para la gestión del calor. Los disipadores de calor son elementos que remueven el calor generado por dichos dispositivos. Se ha demostrado que el diseño apropiado de los disipadores de calor mejora la eficiencia y alargan la vida útil de los equipos electrónicos donde se emplean. Por lo tanto, se deben diseñar y construir disipadores de calor que sean confiables, eficientes y económicos.

Análisis del Modelo Matemático

El modelo 3D de la geometría de los disipadores de calor que se presentan a lo largo de este trabajo se observan en la Figura 1.

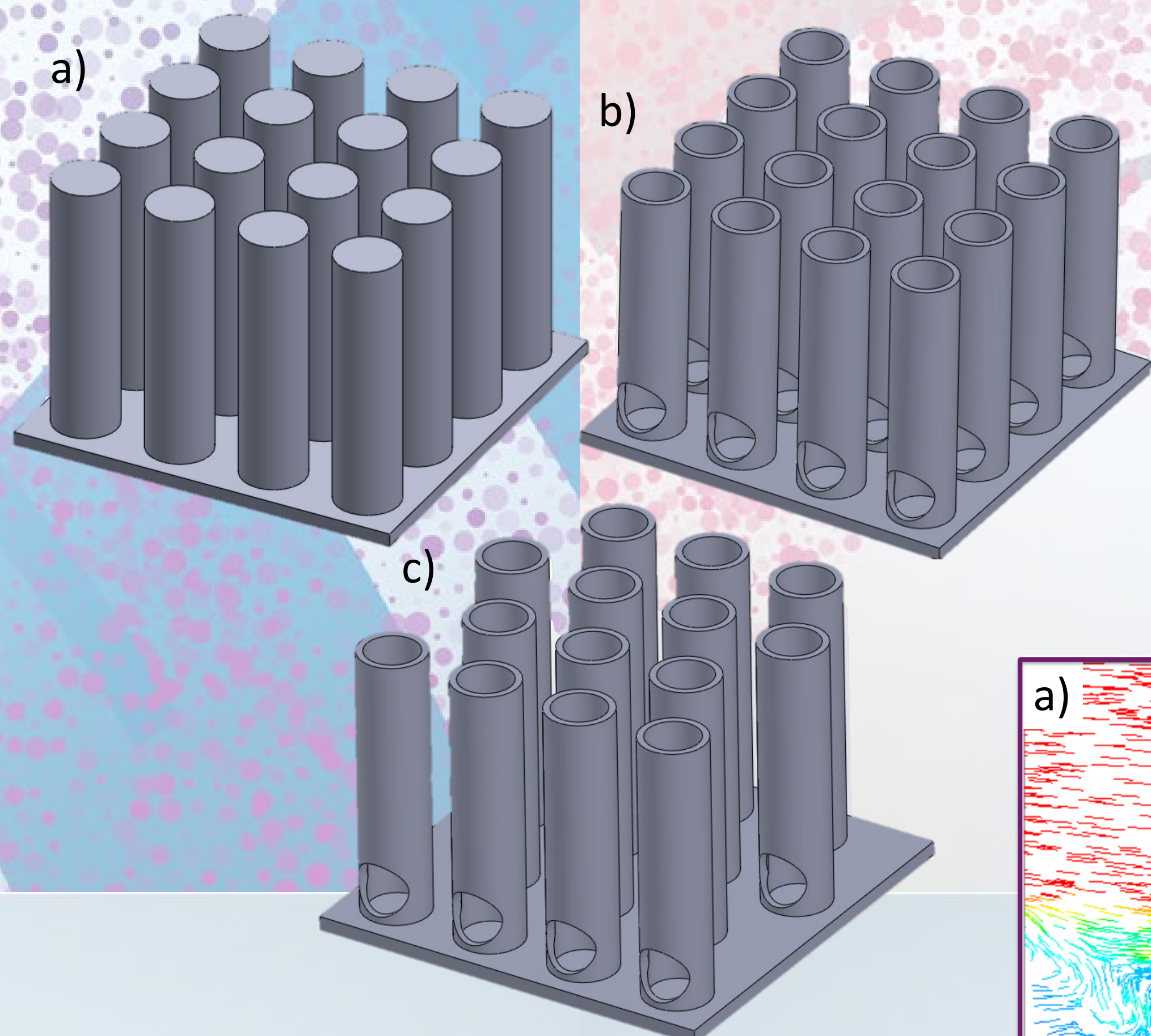


Figura 1. Modelo 3D de los disipadores de calor propuestos, a) aletas sólidas, b) aletas cilíndricas en línea, c) aletas cilíndricas escalonadas.

Condiciones de Frontera

Las consideraciones de frontera son:

- Estado estacionario.
- Base del disipador: flujo de calor uniforme, $Q = 8578 \text{ W/m}^2$.
- Análisis 3D en coordenadas cartesianas.
- Entrada uniforme de flujo de fluido, $T_\infty = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ y 2 m/s .

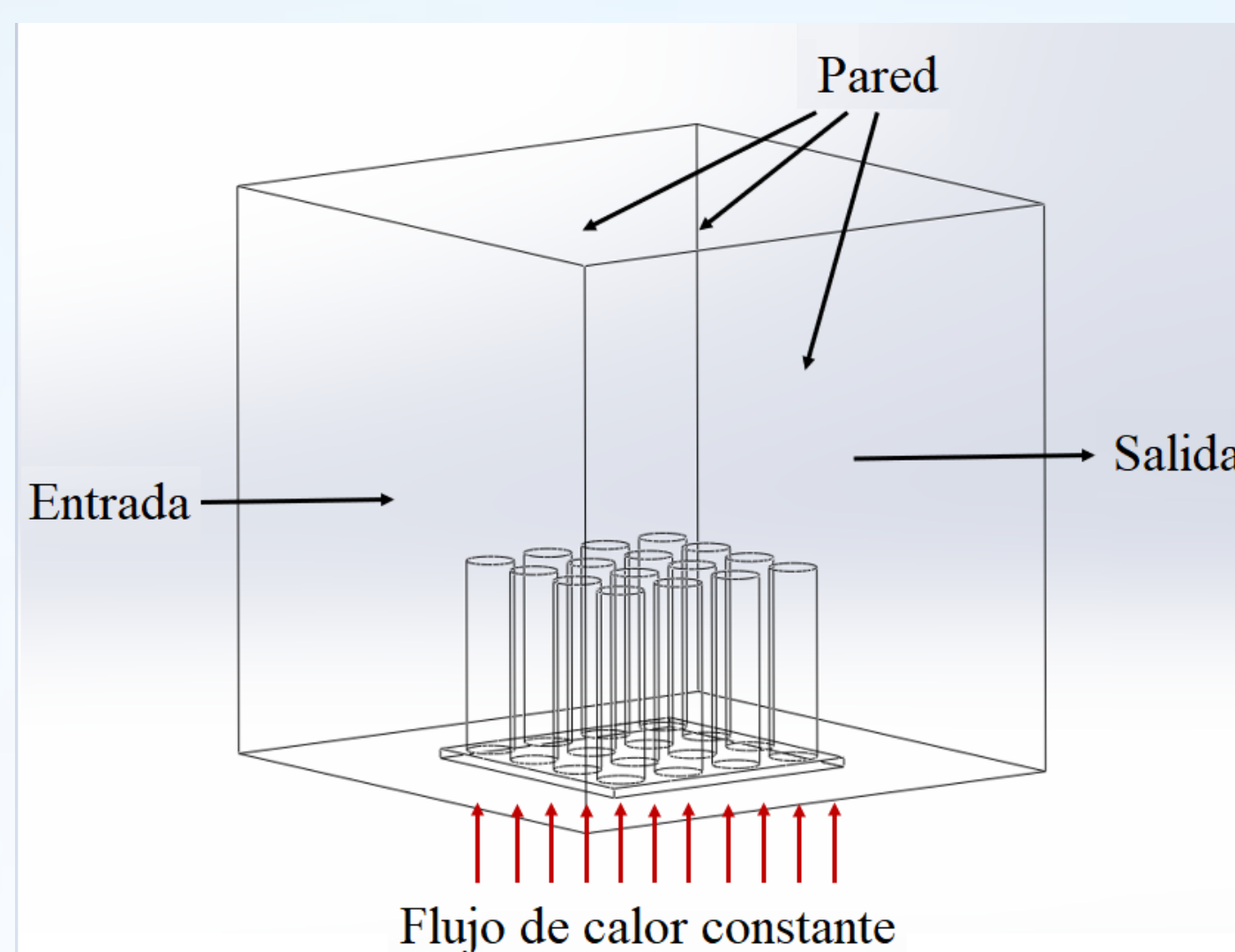


Figura 2. Condiciones de frontera.

Ecuaciones Gobernantes

Las ecuaciones gobernantes para simular los fenómenos físicos y el desempeño térmico de los disipadores de calor propuestos son:

Ecuación de continuidad

$$\nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 \quad (1)$$

Ecuación de momento

$$\rho \left[u \frac{\partial \vec{v}}{\partial x} + v \frac{\partial \vec{v}}{\partial y} + w \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right] = -\nabla P + \rho \vec{g} + \mu \nabla^2 \vec{v} \quad (2)$$

Ecuación de energía

$$\rho C \left[u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right] = k \nabla^2 T \quad (3)$$

Resultados

Los resultados obtenidos se ilustran en las Figuras 3 y 4, los cuales muestran que el Modelo de Aletas Perforadas en Línea tiene un mejor desempeño térmico con una disminución de la resistencia térmica de 17.8%. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de masa total y temperatura de cada disipador propuesto.

Modelo	R_T [K/W]	Masa [g]
Aletas sólidas	1.304	57.5
Aletas cilíndricas en línea	1.072	24.3
Aletas cilíndricas escalonadas	1.165	22.2

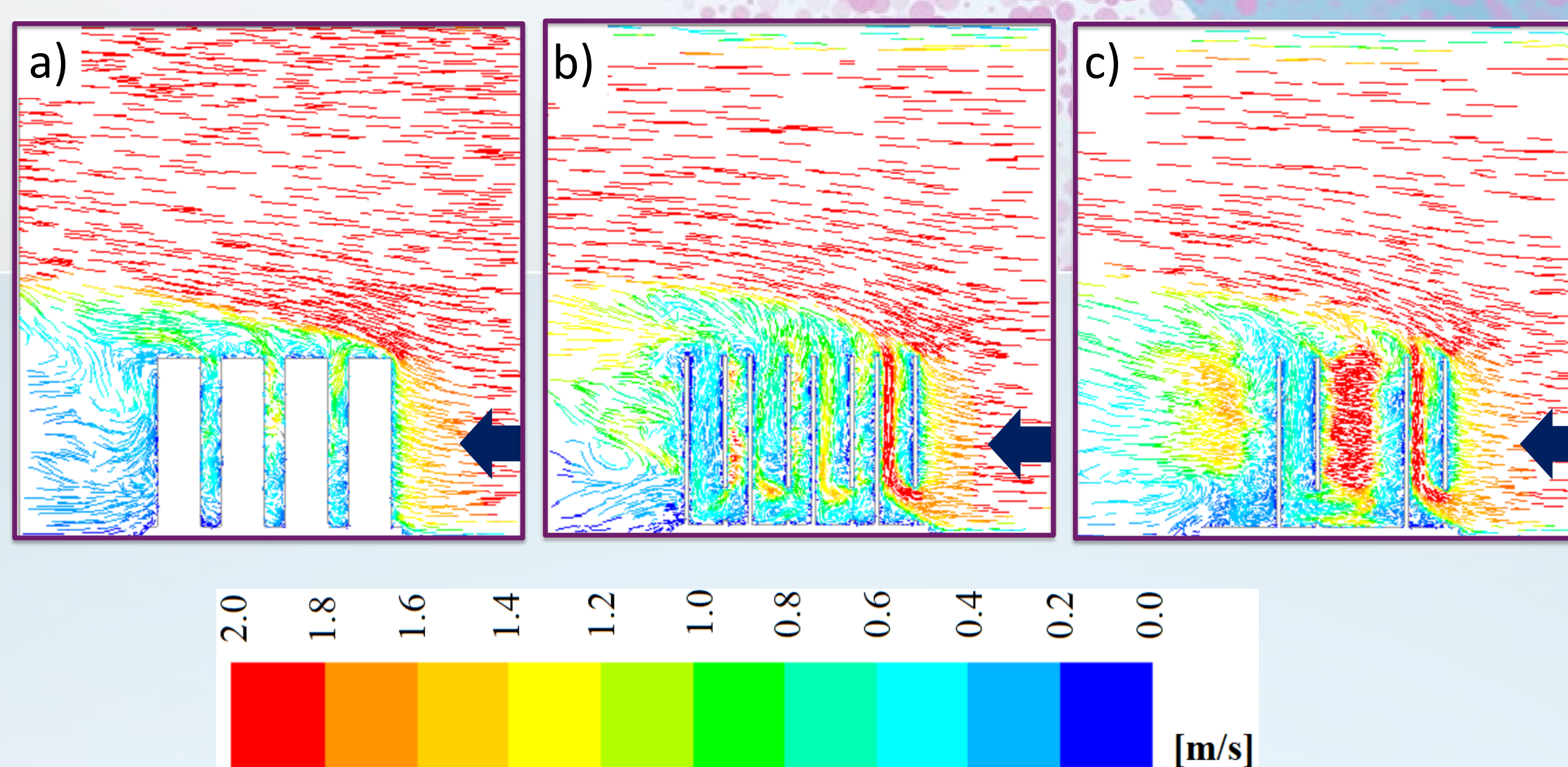


Figura 3. Líneas de corriente en plano localizado entre la segunda línea de aletas, a) aletas sólidas, b) aletas cilíndricas en línea, c) aletas cilíndricas escalonadas.

Resultados

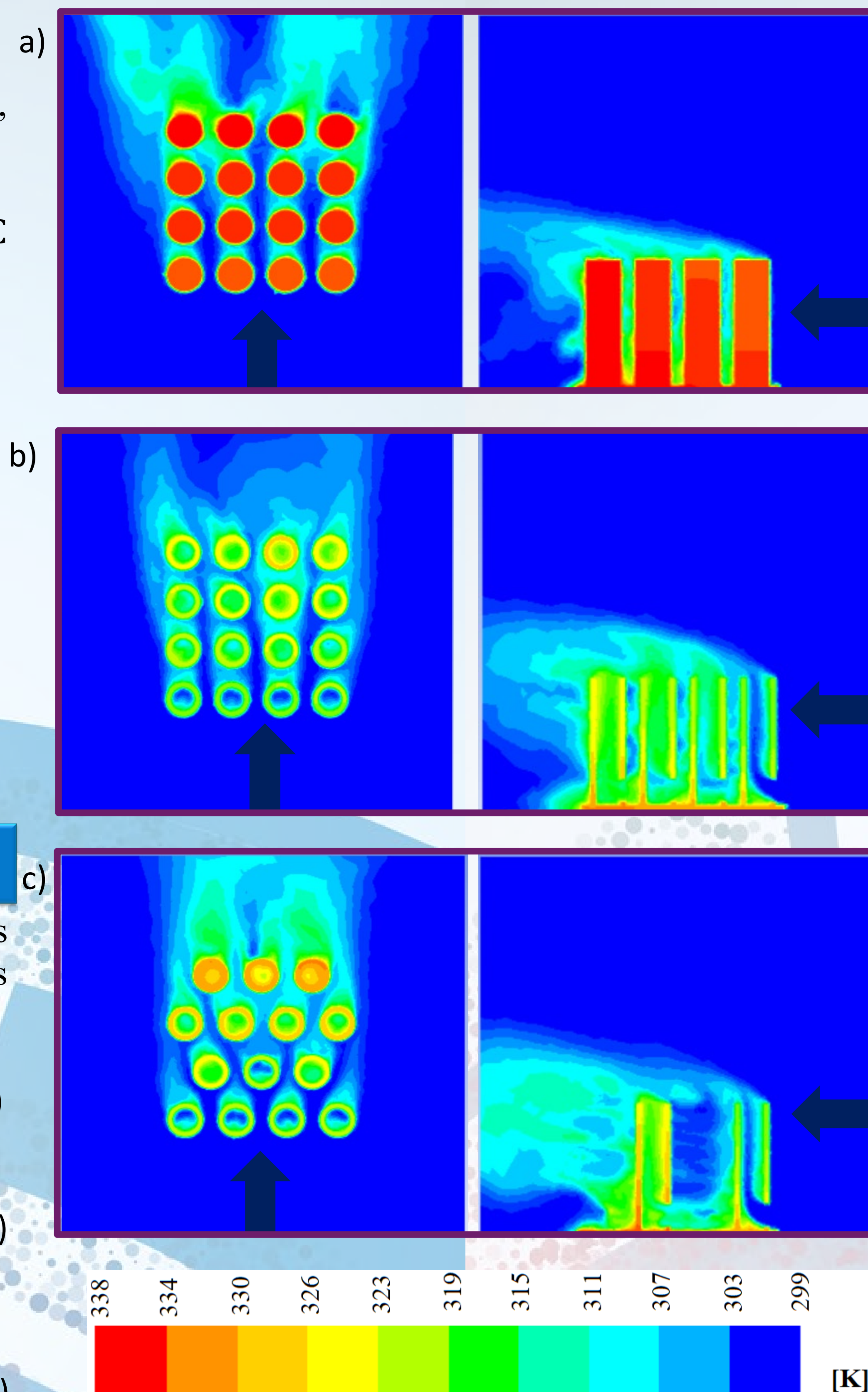


Figura 4. Contornos de temperatura en plano medio y plano entre la segunda línea de aletas, a) aletas sólidas, b) aletas cilíndricas en línea, c) aletas cilíndricas escalonadas.

Conclusiones

Los Modelos de Aletas Cilíndricas en Línea y Aletas Cilíndricas Escalonadas obtuvieron un mejor desempeño termo-hidrodinámico presentando una disminución de la resistencia térmica del 17.8% y 10.65% respectivamente, aunado a ello es importante resaltar el gran decremento de masa de estos dos modelos los cuales disminuyeron 57.61% y 61.33% respectivamente, esto implica por lo tanto que son dispositivos muy ligeros y pueden ser considerados en múltiples equipos electrónicos que requieran dispositivos pequeños, livianos y que ofrezcan un buen desempeño termo-hidráulico.

Para trabajos futuros se pretende variar la altura de las aletas, la apertura de entrada a la aleta, el diámetro del ducto interior, la distribución de las mismas e investigar el uso de deflectores para mejorar la fluido-dinámica y con ello garantizar disipadores de calor aún más eficientes.

Agradecimiento

Los autores de este trabajo expresan su apreciación y agradecimiento al programa Verano de la Ciencia 2022 de la Universidad de Guanajuato.