



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Análisis de la transferencia de calor de un sistema de refrigeración a partir de nanofluidos.

Authors: GARCIA-FLORES, José Luis, VALLE-HERNANDEZ, Julio, GALLARDO-VILLARREAL, José Manuel y ALONSO-ALFARO, Jorge Guillermo

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-305
BCIERMMI Classification (2019): 241019-305

Pages: 13
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

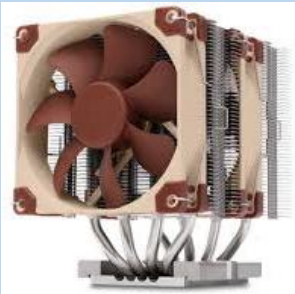


Industrial



Comercial.

**SISTEMAS DE
REFRIGERACIÓN.**



Electrónica.



Transporte.



Espacial.

Introducción.

- Los nanofluidos.

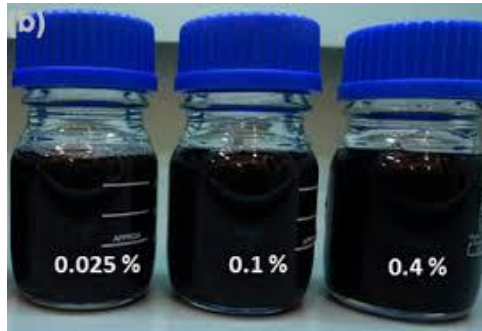
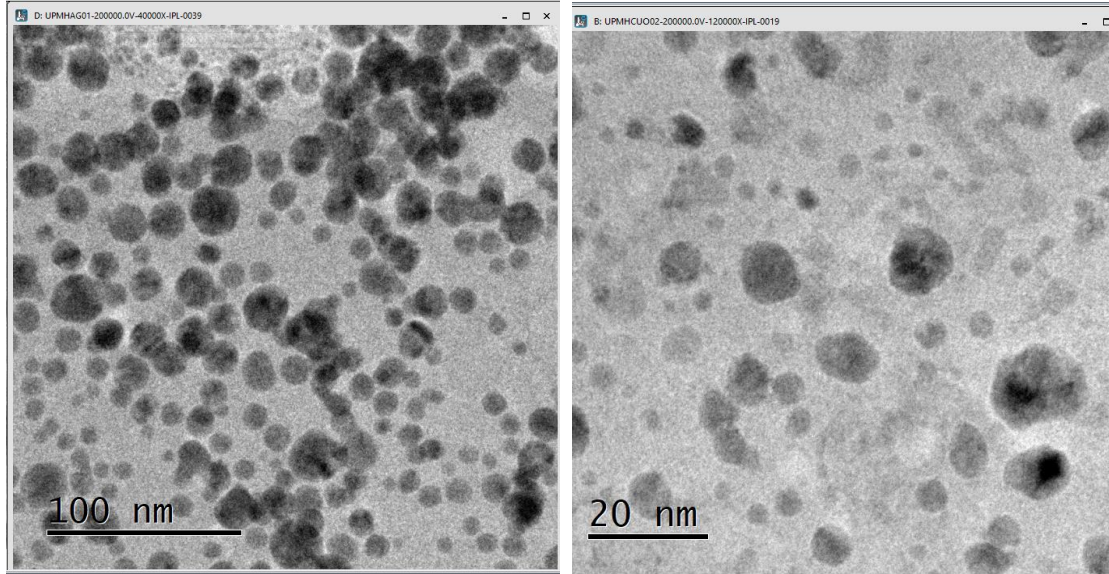


Fig.1: Nanofluidos[4].

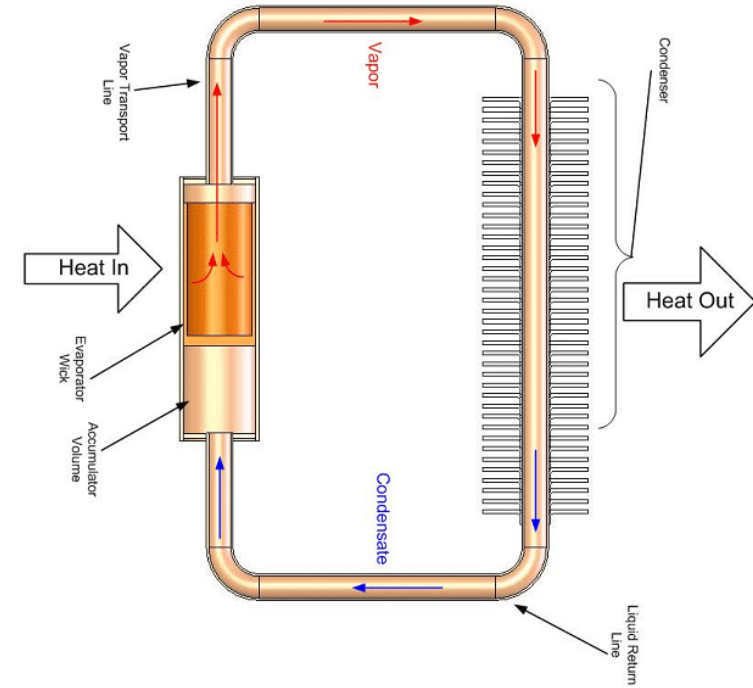


Fig.2: Diagrama de un tubo de calor[3].

Metodología

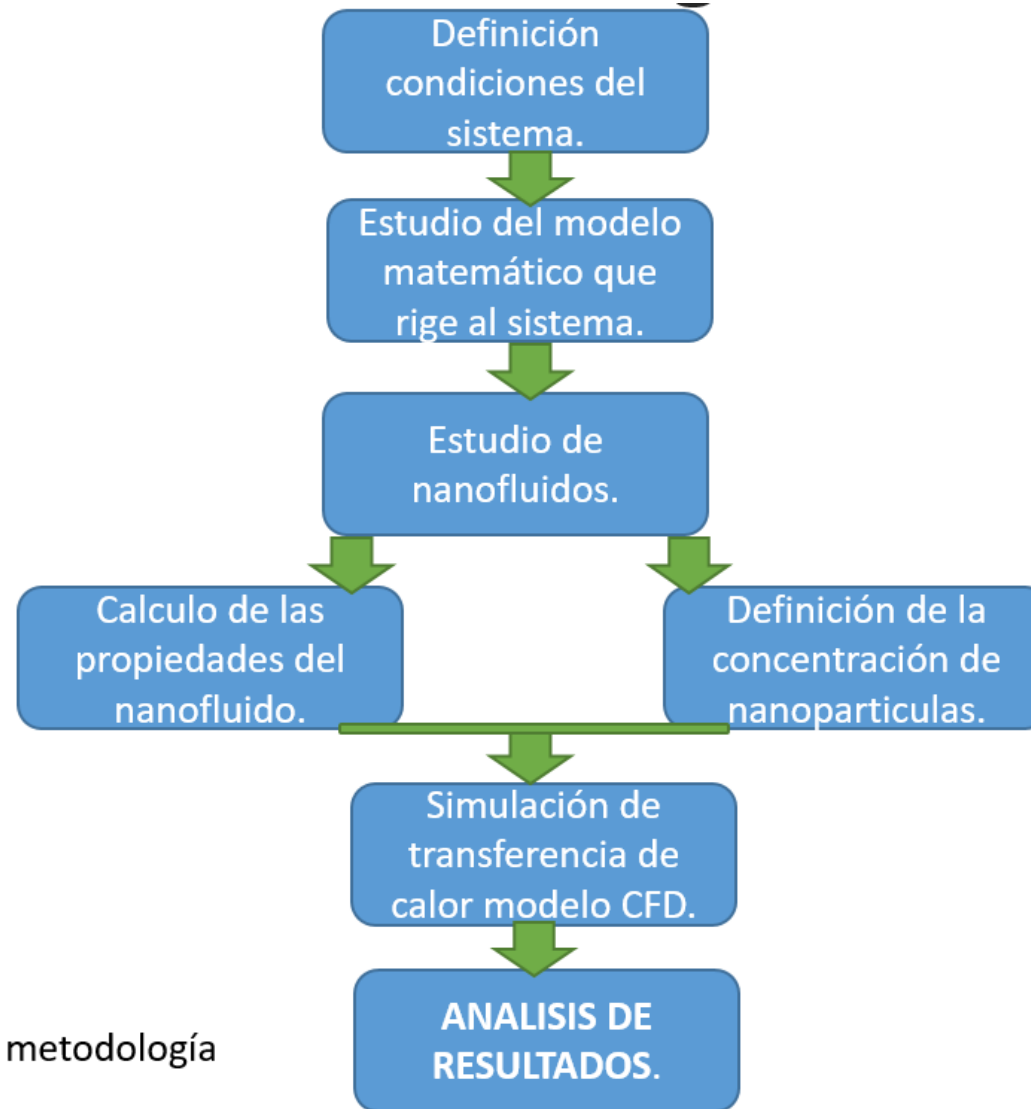


Fig.2: Diagrama de la metodología

Metodología

Descripción del tubo.

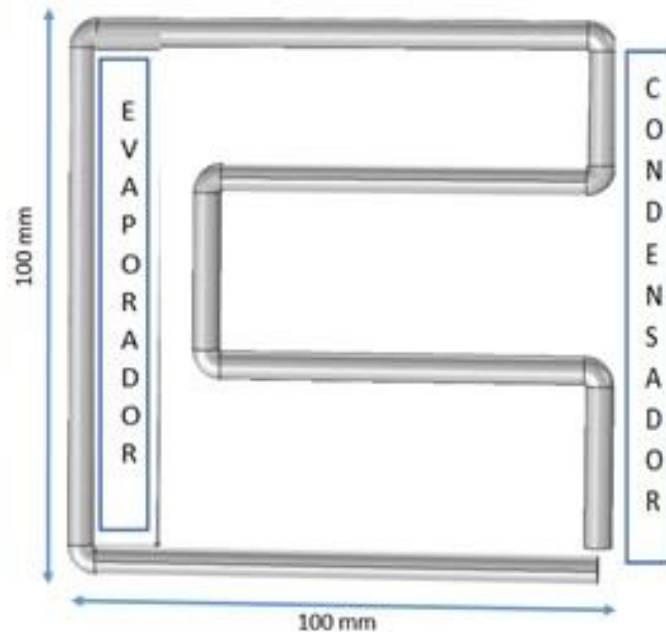


Figura 1: Configuración del sistema. *Elaboración propia.*

Material del tubo	Cobre
Largo del tubo	640 mm
Largo evaporador	103 mm
Diámetro interior	4.4 mm
Diámetro exterior	5.2 mm
Largo condensador	130 mm
Radio de las curvas	3 mm

Tabla 1: Geometría del sistema. *Elaboración propia.*

Metodología

Propiedades de las nanoparticulas.

Propiedad	Densidad [Kg/m ³]	Cp [J/gK]	Viscosidad [mPas]	Conductividad [W/mK]
Plata	10.5	0.49	2	12.3
Cobre	8.96	0.24	2.57	48.3

Tabla 2: Propiedades nanoparticulas. *American elements.*

Metodología

- Cálculo de propiedades promedio del nanofluido.

Viscosidad:

$$\mu_{nf} = \frac{\mu_{fb}}{(1-\phi)^{2.5}}$$

Donde: μ_{nf} : Viscosidad nanofluido.

μ_{fb} : Viscosidad fluido base.

Densidad:

$$\rho_{nf} = (1 - \phi)\rho_{fb} + \phi\rho_{np}$$

Donde: $\rho_{nf}, \rho_{fb}, \rho_{np}$: Densidad nanofluido, fluido base y nanopartícula.

ϕ : Concentración volumétrica.

Calor específico:

$$\rho C p_{nf} = (1 - \phi)(\rho C p)_{fb} + \phi(\rho C p)_{np}$$

Conductividad térmica:

$$K_{nf} = \frac{2K_{np} + K_{fb} + \phi(K_{np} - K_{fb})}{2K_{np} + K_{fb} - 2\phi(K_{np} - K_{fb})}$$



Metodología

-Valores calculados de las propiedades de los nanofluidos.

Propiedad / ϕ	0.05	0.75	0.1
Viscosidad.[Pa*s]	2.273	2.43	2.60
Densidad.[Kg/m ³]	1472.15	1709 .72	1947.3
Calor especifico[J/Kg*K]	2.86	2.48	2.19
Conductividad Térmica. [W/mK]	14.8	14.9 7	15.48

Tabla 3: Propiedades nanofluido de Plata.

Propiedad / ϕ	0.05	0.75	0.1
Viscosidad.[Pa*s]	2.29	2.41	2.60
Densidad.[Kg/m ³]	1392.45	1590.17	1789.9
Calor especifico[J/Kg*K]	2.86	2.67	2.38
Conductividad Térmica. [W/mK]	57.22	57.90	58.59

Tabla 4: Propiedades nanofluido de Cobre

Metodología

Condiciones en el tubo.

a) Sección de vapor:

$$\rho c_p \left(v \frac{\partial T}{\partial r} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right) = k \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right]$$

Donde: ρ : Densidad.
 μ : Viscosidad dinamica,
 p : Presión.
 T : Temperatura.
 C_p : Calor especifico.

b) Interfaz liquido-vapor:

$$T = \frac{1}{\frac{1}{T_0} - \left(\frac{R}{h_{fg}} \right) \ln \left(\frac{p_v}{p_0} \right)}$$

Donde:

R : Constante del gas

h_{fg} : Calor latente del fluido de trabajo.

p_0 : Presion de saturación.

T_0 : Temperatura de saturación.

c) Velocidad.

$$v_i = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

Donde:

\dot{m} = Flujo masico en la interfaz vapor – liquido.

d) Flujo de calor en el tubo:

$$k_w = \frac{\partial T_w}{\partial r} = \pm \frac{Q}{A}$$



Resultados

- Distribución de temperatura del sistema utilizando agua como fluido de trabajo.

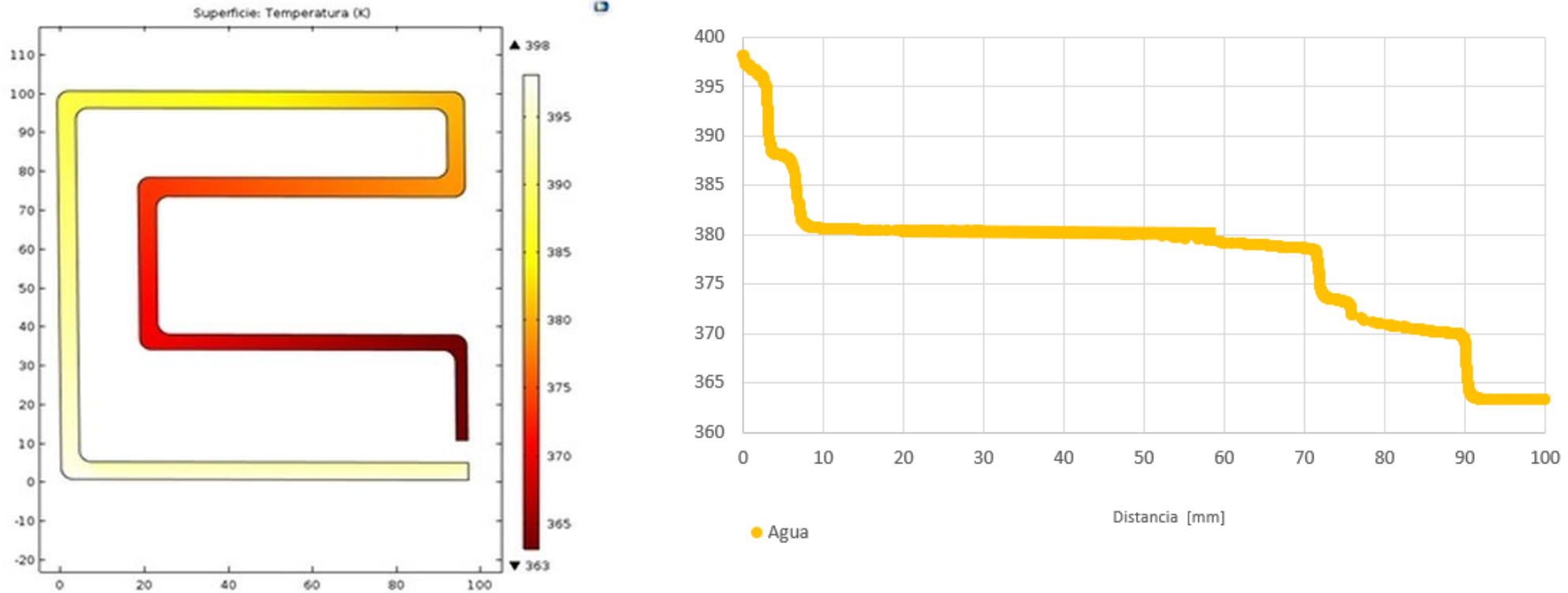


Fig. 1. Distribución de temperatura utilizando agua como fluido refrigerante.

Resultados.

- Distribución de temperatura del sistema utilizando nanofluido plata como refrigerante.

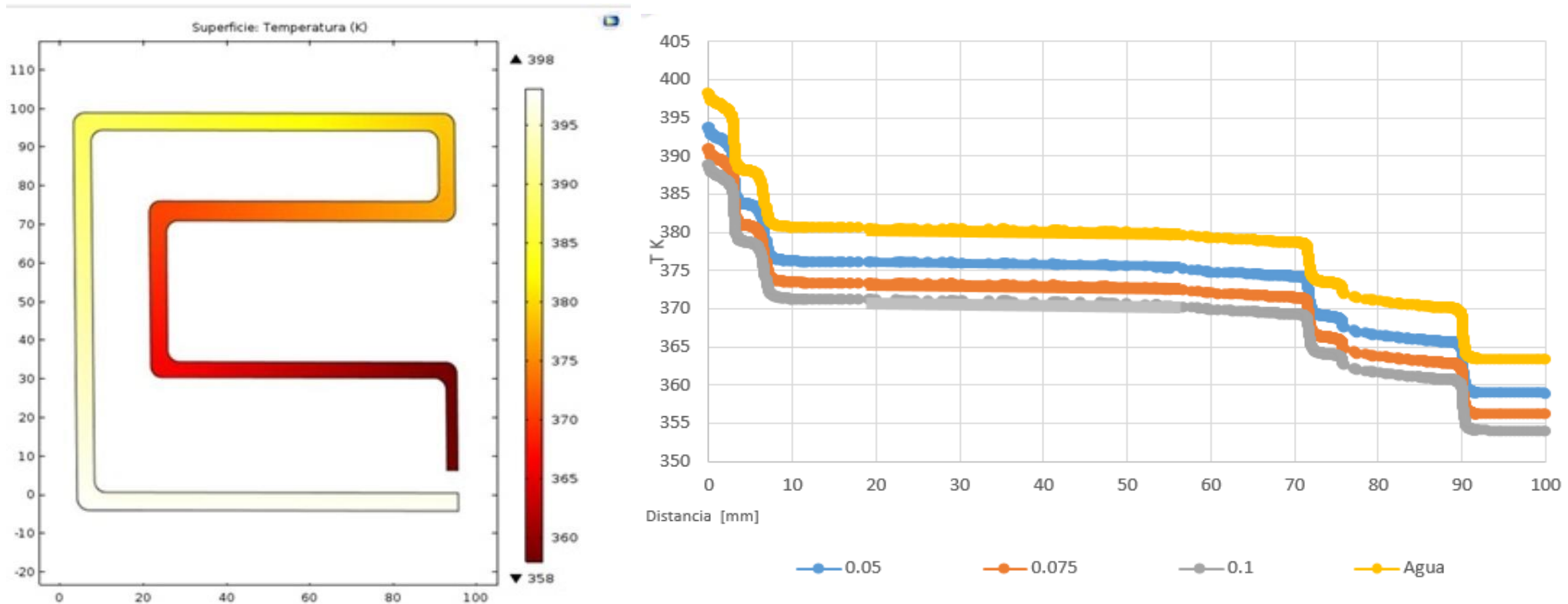


Fig. 2. Distribución de temperatura utilizando nanofluido de plata a diferentes concentraciones como fluido refrigerante.

Resultados.

- Distribución de temperatura del sistema utilizando nanofluido cobre como refrigerante.

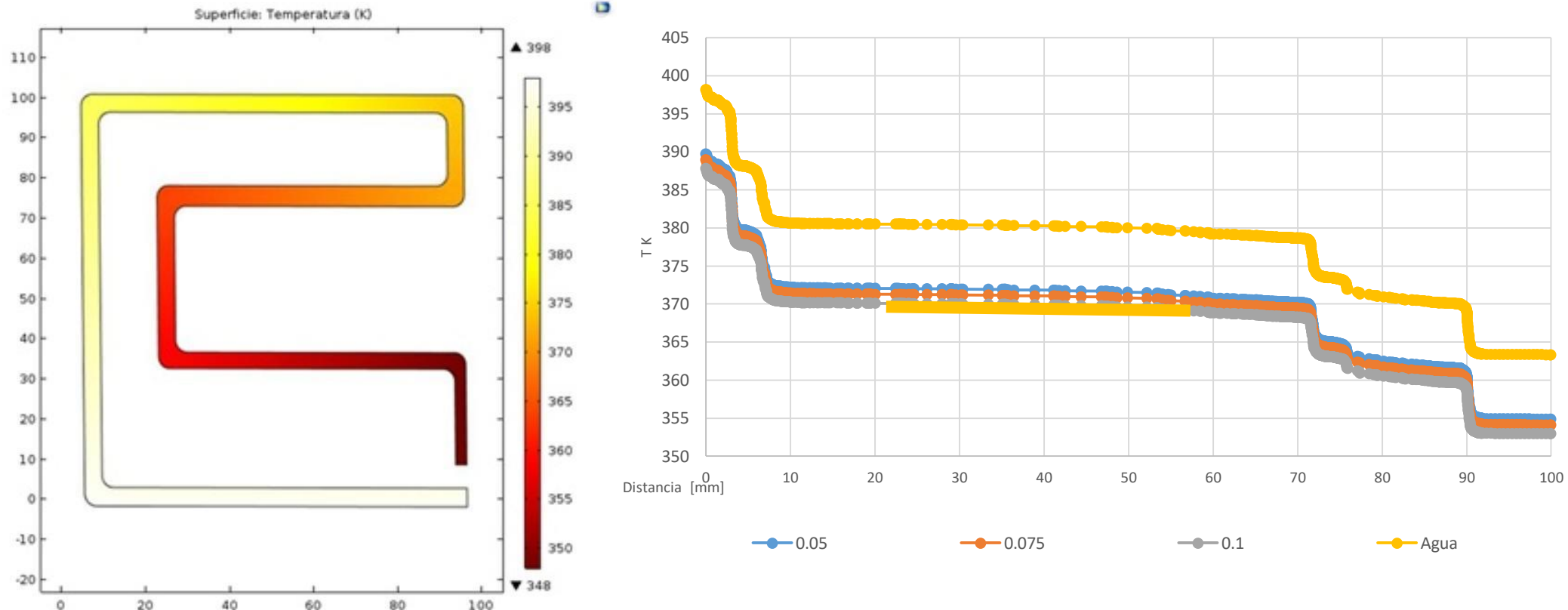


Fig. 3. Distribución de temperatura utilizando nanofluido de cobre a diferentes concentraciones como fluido refrigerante.

Conclusiones

- Se encontró una mejora en la distribución de temperatura en el tubo, por lo que este estudio se puede llevar a cabo en condiciones transitorias, 3D e incluso validar con un prototipo experimental.

Concentración ϕ	T mínima [°C]
0.05	85.6
0.075	82.9
0.1	80.75

a)

Concentración ϕ	T mínima [°C]
0.05	81.8
0.075	78.2
0.1	75.75

b)

Tabla 1: a) Temperatura mínima a cada concentración de nanofluido de plata, b) Temperatura mínima a cada concentración de nanofluido de cobre.

Referencias

- Aheswaran, R. (2018). Estimation of Thermo-Physical Properties of Nanofluids using Theoretical Correlations. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13.
- Mameli1, M. (2018). Large Diameter Pulsating Heat Pipe for Future Experiments on the International. *School of Computing, Engineering and Mathematics, University of Brighton*, 10.
- Maxwell, J. C. (1891). *Electricity and Magnetism (Vol. unabridged 3rd ed)*. . UK: Oxford.
- Mishkinis, D. (2018). Loop Heat Pipes: Fundamentals and Applications. *International Electronics Cooling Technology* , 68.
- P. D. Dunn and D. A. Reay, c. 4. (1994). *Heat Pipe*. New York: Pergamon, pp. 45-60.
- P.R.Mashaeia, *. M. (2016). Analytical study of multiple evaporator heat pipe with nanofluid; Asmart material for satellite equipment cooling application. *Aerospace Science and Technology*, 112-121.
- Philip, J. S. (2008). Evidence for enhanced thermal conduction through percolating structures in nanofluids. *Nanotechnology*, 19.
- S. U. S. Choi, & J. (1995). Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles. *Materials Science*, 99-105.
- Shukla, K. N. (2018). Heat Pipe for Aerospace Applications—An. *Journal of Electronics Cooling and Thermal Control*, 1-14.
- Sidik, N. A. (2017). Recent advancement of nanofluids in engine cooling system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137-144.
- Smith, J. M. (2005). *Introduction to chemical engineering thermodynamics*. . New York: McGraw-Hill.
- Stéphane Launay, *. V. (2018). Analytical Model for Characterization of Loop Heat Pipes. *JOURNAL OF THERMOPHYSICS AND HEAT TRANSFER*.





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)