



# Title: Análisis energético de un sistema de generación termoeléctrica utilizando calor residual de celdas de combustible

**Author:** Julio, VALLE-HERNÁNDEZ, Omar A., OLVERA-RODRÍGUEZ, Raúl,  
ROMÁN-AGUILAR, Apolo, ROJAS-AVILA

**Editorial label ECORFAN:** 607-8534  
**BCIERMMI Control Number:** 2018-03  
**BCIERMMI Classification (2018):** 251018-0301

**Pages:** 13  
**Mail:** [omaralejandrolvera@gmail.com](mailto:omaralejandrolvera@gmail.com)  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 | 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: [contacto@ecorfan.org](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

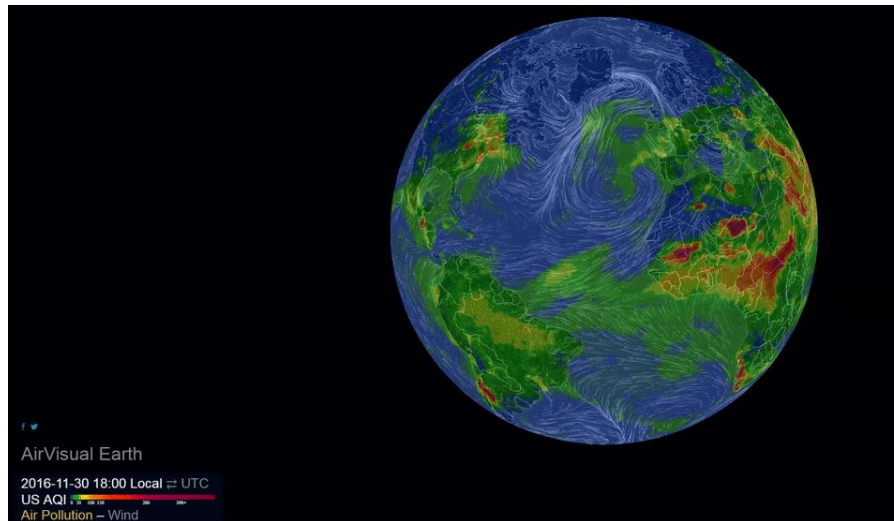
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Contenido

- 1. Introducción
- 2. Metodología
  - 2.1. Parámetros de entrada
  - 2.2. Identificación de materiales termoeléctricos
  - 2.3. Análisis de transferencia de calor
  - 2.4. Cálculo de parámetros máximos
- 3. Resultados
  - 3.1. Análisis de flujo de calor y temperatura entre TEG y PEM
  - 3.2. Análisis de la distribución de la temperatura a través del material termoeléctrico
  - 3.3. Análisis del disipador de calor sobre la cara fría del TEG
  - 3.4. Potencia generada
- 4. Conclusiones

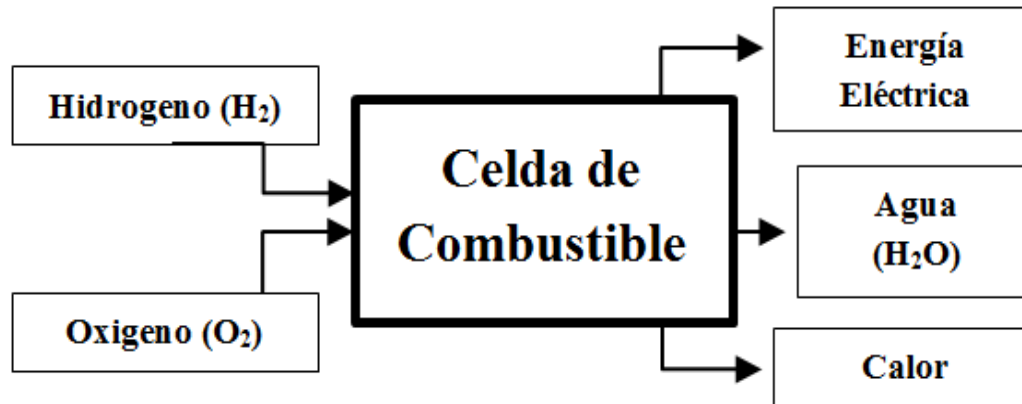
# Introducción

El aumento en el precio de los combustibles derivados del petróleo y el impacto negativo hacia el planeta que implica su obtención y consumo, ha promovido la investigación en tecnologías alternativas. Se prevé que entre los años 2010-2050 existirá un incremento en la producción de CO<sub>2</sub> del 370% que es equivalente a 536 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> más respecto al valor actual producido.



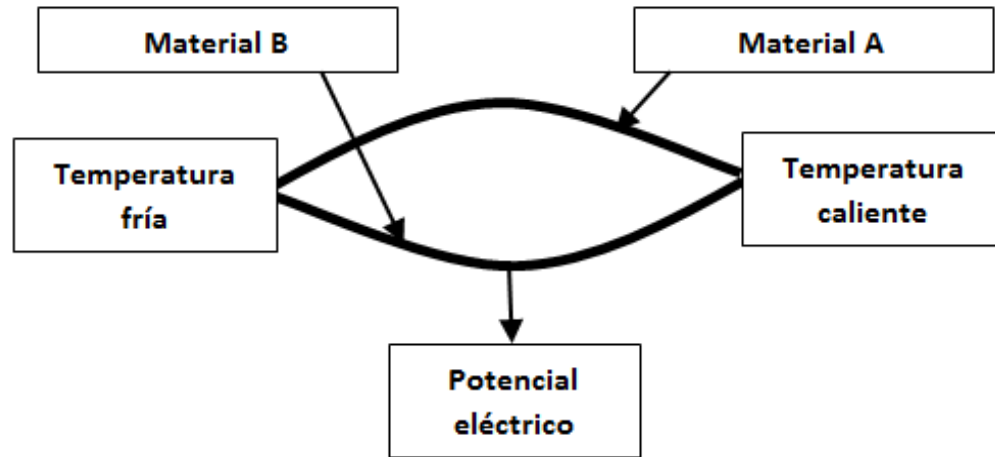
# Introducción

Una celda de combustible tiene la capacidad de convertir energía electroquímica obtenida a partir de una reacción entre hidrogeno ( $H_2$ ) y oxigeno ( $O_2$ ) en energía eléctrica, agua ( $H_2O$ ) y calor. El calor generado por la celda de combustible no siempre es aprovechado por algún proceso, considerándose como energía residual de la celda.



# Introducción

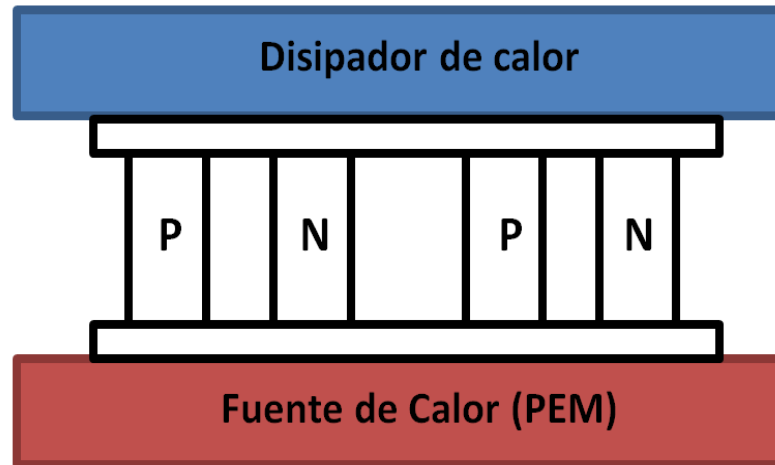
Efecto Seebeck o efecto termoeléctrico:



# Metodología

Acomodo del sistema de generación termoeléctrica mediante los siguientes compuestos:

- Dispositivo TEG
- Celda de combustible PEM, mayormente utilizada en automóviles.
- Disipador de calor



# Metodología

Ecuaciones que rigen el comportamiento del efecto Seebeck:

$$Q_H = \alpha T_H I - \frac{1}{2} I^2 R + kA \frac{(T_H - T_C)}{L}$$

$$Q_C = \alpha T_C I + \frac{1}{2} I^2 R + kA \frac{(T_H - T_C)}{L}$$

# Metodología

## Parámetros de entrada:

Propiedades del material tipo-n ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ )				
Modulo	$K_n$ W/m*K	$\rho_n$ $\Omega^*m$	$\alpha_n$ $\mu V/K$	
A	1.8	$2.11 \times 10^{-4}$	-162	
B	1.8	$2.11 \times 10^{-4}$	--162	
C	1.8	$2.11 \times 10^{-4}$	-162	

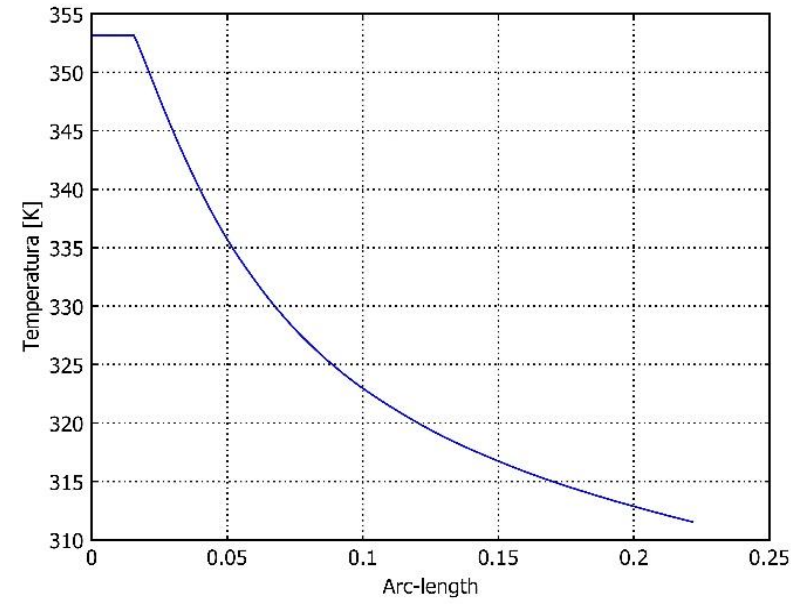
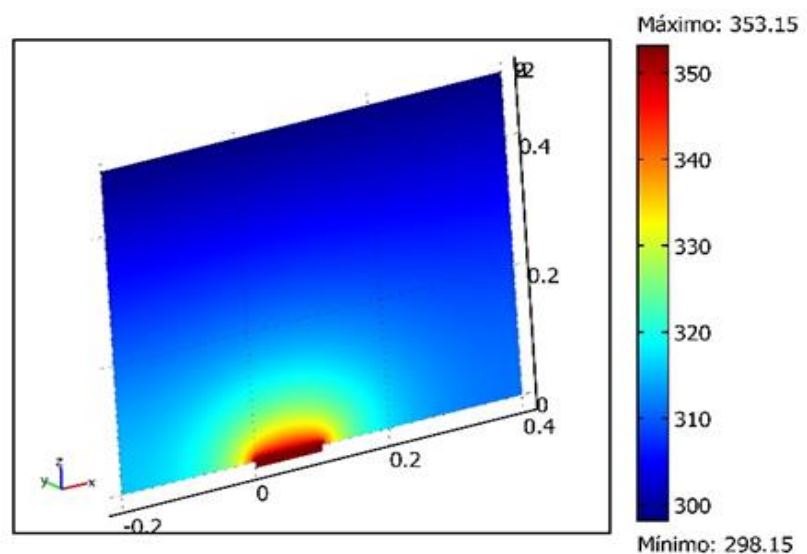
Propiedades del material tipo-p ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ )				
Modulo	$k_p$ W/m*K	$\rho_p$ $\Omega^*m$	$\alpha_p$ $\mu V/K$	
A	1.468	$0.55 \times 10^{-5}$	200	
B	1.468	$0.55 \times 10^{-5}$	200	
C	1.468	$0.55 \times 10^{-5}$	200	

Dimensiones de los materiales p y n				
Modelo	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Transversal ( $\text{mm}^2$ )
A	0.8	1.4	1.4	1.96
B	1.15	1.4	1.4	1.96
C	1.3	2	2	4



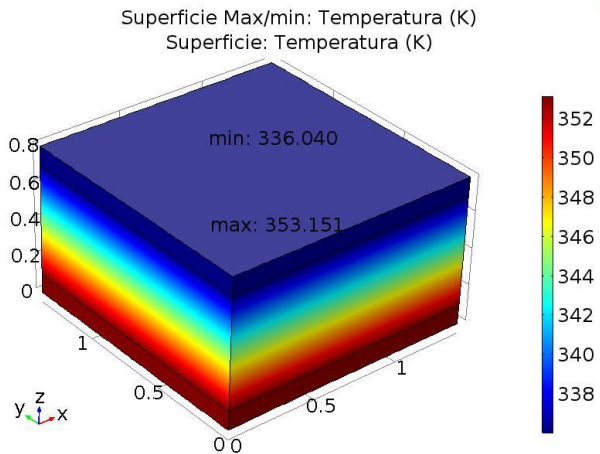
# Resultados

Análisis de transferencia de calor:

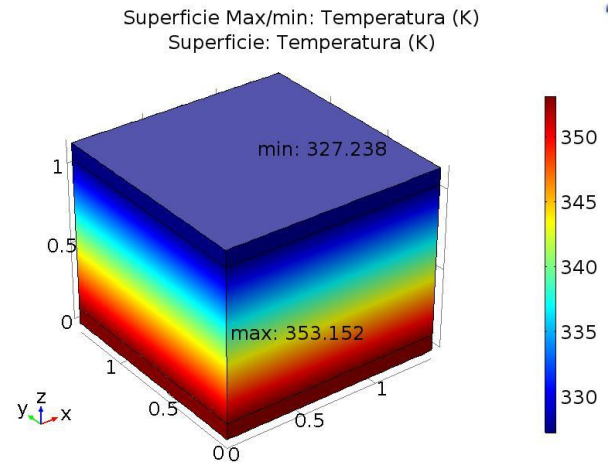


# Resultados

- Análisis de la distribución de temperatura a través de los materiales termoeléctricos:



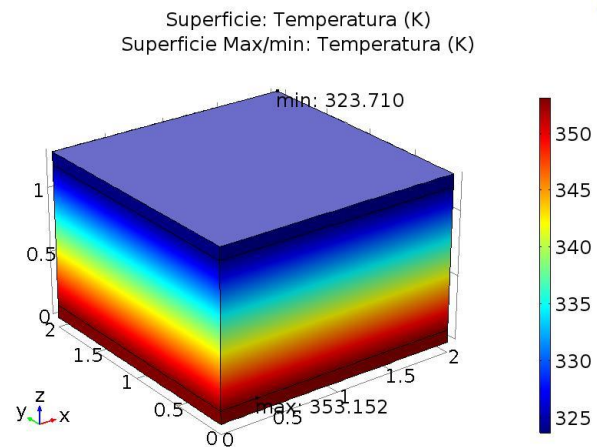
Modelo A



Modelo B

# Resultados

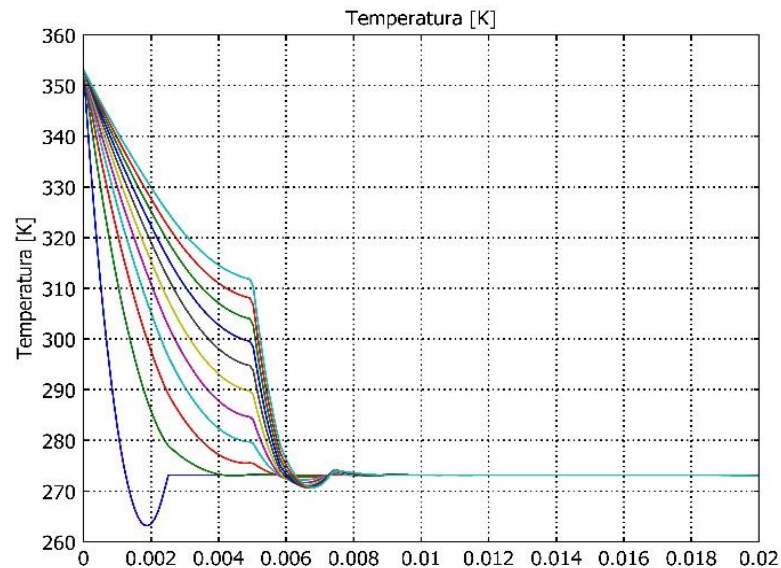
- Análisis de la distribución de temperatura a través de los materiales termoeléctricos:



Modelo C

# Resultados

- Análisis del disipador de calor sobre la cara fría del TEG:



Distribución de la temperatura sobre las aletas

# Resultados

- Potencia generada:

Modulo B	$\alpha$ V/K	R $\Omega$	n Juntas
Potencia generada = 7 W	$3.74 \times 10^{-4}$	$3.2 \times 10^{-3}$	398

Un dispositivo termoelectrico, como el TGM-199-1,4-0,8 de la compañia Kryotherm, tiene unas dimensiones de 40 x 40 x 3,2 mm, y consta de 6 placas cerámicas conectadas en serie. Considerando estas caracteristicas para el TEG propuesto, se obtendra una potencia por dispositivo de 84 Watts

# Conclusiones

- Los dispositivos termoeléctricos presentan una buena capacidad para la generación de energía, además de que en el proceso de obtención de dicha energía no se produce ningún tipo de residuo contaminante.
- El modelo B propuesto y con ayuda de un disipador de calor se obtuvo un gradiente de temperatura de 40° C, el cual permite generar una potencia de 84 Watts por arreglo termoeléctrico.
- Los resultados del presente trabajo contribuye a impulsar el uso de energía limpia, como la generada con hidrógeno, ya que tomando en cuenta que se utiliza el calor residual de la celda de combustible se mejora el rendimiento del hidrógeno, reduciendo costos.



**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/](http://www.ecorfan.org/) booklets)