



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -  
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

*Booklets*



**RENIECYT**

Registro Nacional de Instituciones  
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

**CONACYT**

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

# Title: Evaluación del Cambio de Potencia en Paneles Solares Expuestos a Ciclos Térmicos

**Author: Araceli SALAZAR PERALTA**

**Editorial label ECORFAN:** 607-8324  
**BCIERMIMI Control Number:** 2017-02  
**BCIERMIMI Classification (2017):** 270917-0201

**Pages:** 13  
**Mail:** *Araceli\_Salazar\_p@Hotmail.com*  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
244 – 2 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](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

**Twitter:** @EcorfanC

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

### Holdings

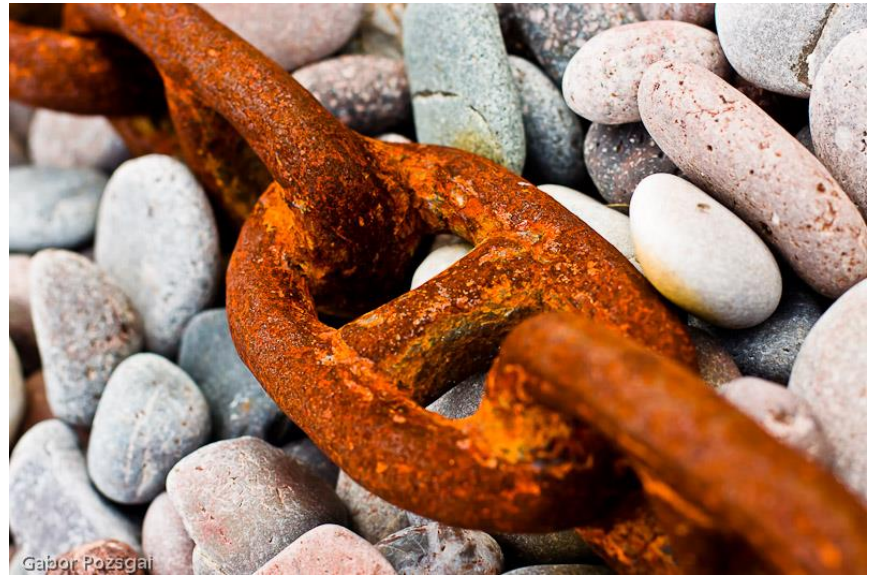
Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
<b>Peru</b>	<b>Spain</b>	<b>Cuba</b>	<b>Haití</b>
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



## PROBLEMATICA



*Todos los materiales, cuando se exponen al contacto con otros materiales y diversas condiciones climáticas, sufren cambios en su estructura y propiedades*



Gabor Pozsgai

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



## Justificación



El módulo fotovoltaico bajo estudio está constituido por celdas de silicio policristalino, el tipo de celda y la calidad de la misma contribuye para generar la potencia requerida en el módulo.

*San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



## Objetivo

El objetivo de este estudio , fue evaluar el cambio de potencia en los paneles solares sujetos a 50 y 150 ciclos térmico de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$  en una cámara climática de acuerdo a la Norma IEC 61215

*San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



## INTRODUCCIÓN



La degradación es un proceso natural en el cual los materiales sufren cambios por la acción de algunos factores como la temperatura, la humedad, lluvia y microorganismos entre otros. En 1883 el inventor norteamericano Charles Fritts, construyó la primera celda solar usando como material semiconductor el Selenio, con una capa delgada de oro y cuya eficiencia fue de solamente 1%, y un costo elevado, por lo que solamente se usó para sensores de luz en la exposición de cámara fotográfica [3,4]. Actualmente el elemento más utilizado en las celdas solares es el silicio [9]. La celda solar es el principal material que se utiliza para la fabricación de los módulos fotovoltaicos. La celda es un cristal frágil, susceptible a sufrir daños durante su fabricación, transporte, almacenamiento y manejo durante la fabricación del módulo fotovoltaico, lo cual puede influir en cambios en la generación de potencia del módulo.

La potencia es la propiedad más importante de un módulo fotovoltaico, la cual puede verse afectada por diversos factores durante el proceso de producción, de ahí la importancia de realizar pruebas de durabilidad como la de ciclos térmicos para determinar el cambio en potencia del módulo y poder garantizar su buen funcionamiento durante un tiempo establecido. El presente trabajo tuvo como finalidad medir la potencia del módulo fotovoltaico antes y después de ser sometido a prueba de ciclos térmicos durante 50 y 150 ciclos, dentro de una cámara climática marca Weiss, para determinar los cambios de potencia después de la prueba. Y tomar acciones predictivas para mejorar el proceso, así como los materiales.

*San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**





## METODOLOGÍA

1. Se fabricaron 6 paneles fotovoltaicos de forma manual. Utilizando celdas de silicio policristalino como material semiconductor (Figura 1).
2. Se les midió la potencia inicial antes de someterlos a choques térmicos en una máquina flasher.
3. Se colocaron los módulos en el equipo de montaje dentro de la Cámara para ciclos térmicos marca Weiss. (Figura 2).



Figura 1. Paneles fotovoltaicos de silicio policristalino



Figura 2. Módulos fotovoltaicos colocados dentro de la cámara climática, en posición vertical

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

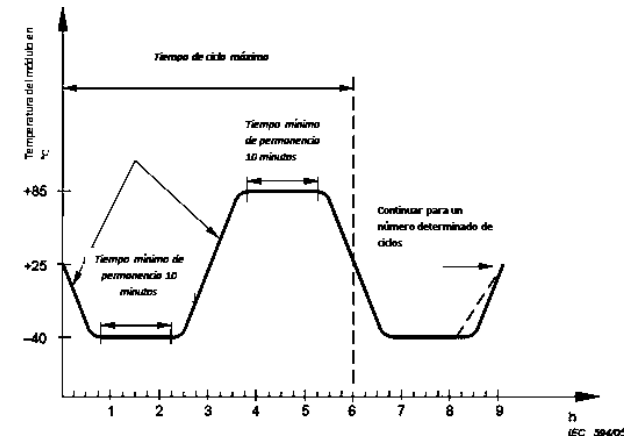
**2017**

4 Se conectó cada módulo, para suministrarle corriente, mediante la conexión de la terminal positiva del módulo a la terminal positiva de la fuente, de igual manera la terminal negativa se conectó a la terminal negativa de la fuente.  
Figura 3.



*Figura 3. Conexión de los módulos a la fuente de corriente.*

5 Se colocaron los parámetros en el programa de la cámara para cumplir con 50 ciclos de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$  (Figura 4).



*Figura 4. Gráfica para Ciclos térmicos*

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



6 Se sacaron los paneles de la cámara climática y se les midió la potencia (Tabla 1).  
 2.7 Se metieron otros paneles hasta cumplir con 150 ciclos de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$   
 2.8 Se sacaron de la cámara y se les midió la potencia después de la prueba de 150 ciclos térmicos (Tabla 2, gráfica 1).

No. De muestra	Potencia inicial en Watt	Potencia final en Watt	Pérdida de potencia en Watt	% Pérdida de potencia
1	252.698	251.210	1.488	0.60
2	256.373	253.294	3.079	1.2
3	260.241	256.671	3.57	1.37
4	259.873	256.655	3.210	1.2
5	256.424	253.124	3.3	1.3
6	258.872	255.346	3.526	1.4

*Tabla 1. Pérdida de Potencia en paneles solares después de 50 ciclos térmicos*

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



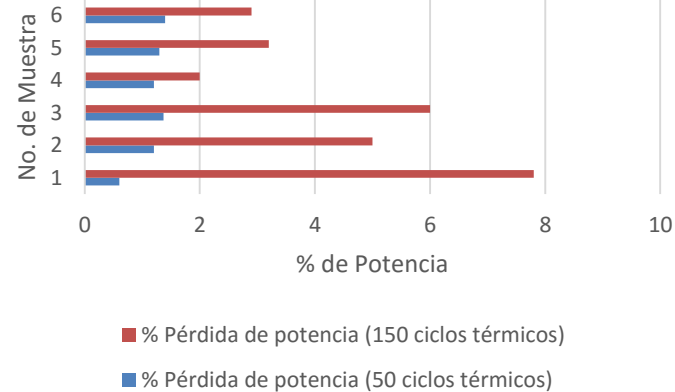




No. De muestra	Potencia inicial en Watt	Potencia final en Watt	Pérdida de potencia en Watt	% Pérdida de potencia
1	259.318	239.13	20.188	7.8
2	258.933	245.75	13.183	5.0
3	262.563	246.561	16	6.0
4	260.263	254.875	5.388	2
5	259.259	251.009	8.25	3.2
6	255.825	248.42	7.405	2.9

*Tabla 2. Pérdida de Potencia en paneles solares después de 150 ciclos térmicos.*

**Pérdida de Potencia en módulos fotovoltaicos expuestos a choques térmicos**



*Gráfica 1. Pérdida de potencia en Módulos fotovoltaicos expuestos a 50 y 150 ciclos térmicos*

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.





## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como puede observarse en la tabla 1, a los 50 ciclos, la variación de potencia cumple con los requerimientos establecidos de máximo 5% con respecto al valor medido antes de la prueba. Después de 150 choques térmicos, de las 6 muestras analizadas, 2 rebasaron la tolerancia de 5% máximo, lo cual indica que se deben verificar las propiedades del material en la entrega, así como revisar cada etapa de fabricación para poder determinar la causa de la variación, y asegurar el cumplimiento de la especificación establecida, para un buen desempeño del panel en servicio.

*San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



# Conclusiones



4.1 De este estudio se concluye que la fabricación del panel solar tomando en consideración los ensayos que establece la Norma IEC 61215, permite evaluar, controlar y asegurar la calidad del panel solar, ya que las pruebas permiten verificar el cambio en potencia, lo cual se debe a cambio en las propiedades de los materiales, pudiendo tomar acciones correctivas que conlleven a mejorar el producto.

4.2 Esta prueba sirvió para determinar la capacidad del módulo fotovoltaico para soportar desajuste térmico, fatiga y otras tensiones causadas por los repetidos cambios de temperatura de 85. ° C a -40 ° C.

4.3 Este estudio sienta las bases para revisar en forma general todos los componentes del panel para llegar a evitar la potencia fuera de especificación encontrada en dos de los paneles probados después de la prueba de 150 ciclos térmicos.

4.4 En este estudio, la prueba de ciclos térmicos nos da información aproximada sobre la durabilidad del panel.

4.5 La prueba de potencia permitió determinar la eficiencia que tiene el módulo fotovoltaico, después de ser sometido a la prueba de ciclos térmicos.

4.6 Se sugiere realizar estudios posteriores de electroluminiscencia para poder visualizar defectos, como fisuras u óxidos o manchas en el panel. Y tomar acciones correctivas durante el proceso.

*San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



## Agradecimientos

-Al Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán por las horas de investigación asignadas

-Al ININ Proyecto EA 006

*San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



# Referencias



- [1] A. Halm, V. Mihailetchi, G. Galbiati, L. Koduvelikulathu, R. Roescu, C. Comparotto, R. Kopecek, K. Peter, J. Libal, “The Zebra cell concept-large área n-type interdigitated back contact solar cells and one-cell modules fabricated using standard industrial processing equipment, “ Proceedings of the 27 th EUPVSEC”, Frankfurt and Main, Germany, 2012, pp.567-570.
- [2] A. Schneider, M. Pander, T. Korvenkangas, S. Aulehla, R. Harney, T. Hortana, “Cell to Module Loss reduction and Module Reliability Enhancements by Solder Ribbon Optimization, “ Proceedings of the 29th EUPVSEC, Amsterdam, Netherlands, 2014, pp. 165-170
- [3] Barrera, P. (2009).” Simulación y caracterización de celdas solares multijuntura y de silicio cristalino para aplicaciones espaciales.” (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de General San Martín Comisión Nacional de Energía Atómica Instituto de Tecnología. República Argentina.
- [4] D.E. Arvizu, “Meeting the renewable energy challenge: what will it take to reach solar PV's ultimate potential”, en *IEEE Fourth Conference on Photovoltaic Energy Conversion*, Waikoloa, Hawaii, 2006.
- [5] Duran, J. C., Bruno, C. J., y Bolzi, C. G. (2002). “Convenio de cooperación CONAE-CNEA: Desarrollo, fabricación y ensayo de paneles solares para misiones satelitales argentinas.” *Profesional Independiente*, 20(1), 0329-5184.
- [6] Berbeglia G., Fernández Slezak D., Godfrin E.M. y Durán J.C (2003). Simulación del sistema eléctrico de la misión satelital SAOCOM, enviado a *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 7.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**





# Referencias



- [7] Bolzi C.G., Bruno C.J., Godfrin E.M., Martínez Bogado M.G., Plá J., Rodríguez S.E., Tamasi M.J.L., Alurralde M., Cabot P., Carella E., Fernández Vázquez J., Franciulli C.D., Goldbeck V., MezzBOLTA E., Antonuccio F., Nigro S.L. y Durán J.C. (20019). Convenio de cooperación CONAE-CNEA: desarrollo, fabricación y ensayo de paneles solares para misiones satelitales argentinas, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 6, 04.07-04.12.
- [8] Durán J.C., Bruno C.J., Alurralde M., Antonuccio F., Bolzi C.G., Cabot P., Carella E., Fernández Vázquez J., Filevick, A., Franciulli C.D., Godfrin E.M., Goldbeck V., Martínez Bogado M.G., MezaBolta E., Nigro S.L., Plá J. Rodríguez S.E., Tamasi M.J.L. (2002). Convenio de Cooperación CONAE-CNEA: desarrollo, fabricación y ensayo de paneles solares para misiones satelitales argentinas, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 6, 04.13-04.17.
- [9] Tamasi M.J.L., Alurralde M, Prario I., Filevich A., Mayer R., Durán J.C., Martínez Bogado M.G. y Plá J. (2003). Comparación del daño por radiación producido por protones y electrones en celdas solares para uso especial, enviado a Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 7.
- [10] Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica Madrid: Ministerio de Ciencia y Tecnología: CIEMAT, 2004. M. Ibáñez Plana, J.R. Rosell Polo, J.I. Rosell Urrutia.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



**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. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)