



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

# Title: Tablero para entrenamiento de interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica

Author: Rosa Guadalupe Brión-González

Editorial label ECORFAN: 607-8324  
BCIERMIMI Control Number: 2016-01  
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 18  
Mail: [rbrion@upsin.edu.mx](mailto:rbrion@upsin.edu.mx)  
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
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



# Entrenamiento de Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica



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





# Entrenamiento de Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica

## Objetivo:

Desarrollar competencias en los alumnos de la unidad académica de ingeniería en energía y a la vez entrenarlos para cumplir con los estándares de la compañía de suministro de energía eléctrica (Comisión Federal de Electricidad).



# Entrenamiento de Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica

## Justificación:

La formación de recursos humanos en el sector de energías renovables es de suma importancia para lograr incrementar la producción de energía eléctrica, especialmente la fotovoltaica. Para ello se diseñó el prototipo para entrenamiento de interconexión de sistemas fotovoltaicos, para el estudio de un sistema conectado a escala de laboratorio de forma real, donde el estudiante de ingeniería tenga la oportunidad de realizar una instalación de un sistema fotovoltaico interconectado y de esta manera medir los parámetros eléctricos y la potencia entregada de un sistema de forma real.



# Propuesta

La propuesta consiste en un tablero para entrenamiento de interconexión a la red eléctrica de sistemas fotovoltaicos que consta de medidor bidireccional, voltímetro, amperímetro, conectores Mc4, wattímetro, termómetro, interruptores termo magnéticos, inversor, microinversor, panel fotovoltaico de 100W y tomas de corriente. De igual forma el tablero permite analizar y evaluar los factores que afectan la producción de energía en este tipo de sistemas tales como, polvo, sombra y temperatura.

El tablero tiene una dimensión de 76 cm de ancho y 61 cm de altura. El diseño del prototipo se realizó con el software Solid Word® para la determinación de las medidas, referentes al peso y dimensiones de cada equipo.



# Componentes



## Panel solar fotovoltaico:

Dispositivo que aprovecha y convierte las ondas electromagnéticas del sol en energía eléctrica de corriente directa.



## Inversor de voltaje:

Dispositivo que convierte el voltaje de corriente directa de los paneles fotovoltaicos a corriente alterna.



# Componentes



## Medidor bidireccional:

Dispositivo eléctrico que mide la corriente consumida y aportada de un sistema interconectado a red.



## Sistema de protección:

Interruptores termo-magnéticos para la protección del sistema interconectado a red.



# Componentes



## Wattímetro:

Dispositivo que mide el consumo eléctrico y parámetros de cargas eléctricas.



## Voltímetro y amperímetro:

Dispositivo que mide el voltaje y amperaje del sistema interconectado.



# Prueba piloto

Se tomó a un grupo piloto de estudiantes donde el 50% de la muestra eran estudiantes del programa de ingeniería en energía de la asignatura de sistemas fotovoltaicos los cuales conectaron de manera autónoma el sistema solo con indicaciones, posteriormente el otro 50% de la muestra eran estudiantes de diferentes programas académicos que no tenían conocimientos de los sistemas solares fotovoltaicos interconectados a red.





# Prueba piloto

Sin embargo, mediante las instrucciones y diagramas fue posible la conexión del sistema, dando como resultado satisfactorio la implementación del prototipo para fomentar el trabajo teórico llevado a la práctica.





# Pruebas de producción

Se llevo a cabo la medición de la irradiación solar recibida en el lugar de trabajo a lo largo de un día soleado de verano con un radiómetro, para estudiar el comportamiento de la producción de energía eléctrica del sistema fotovoltaico.

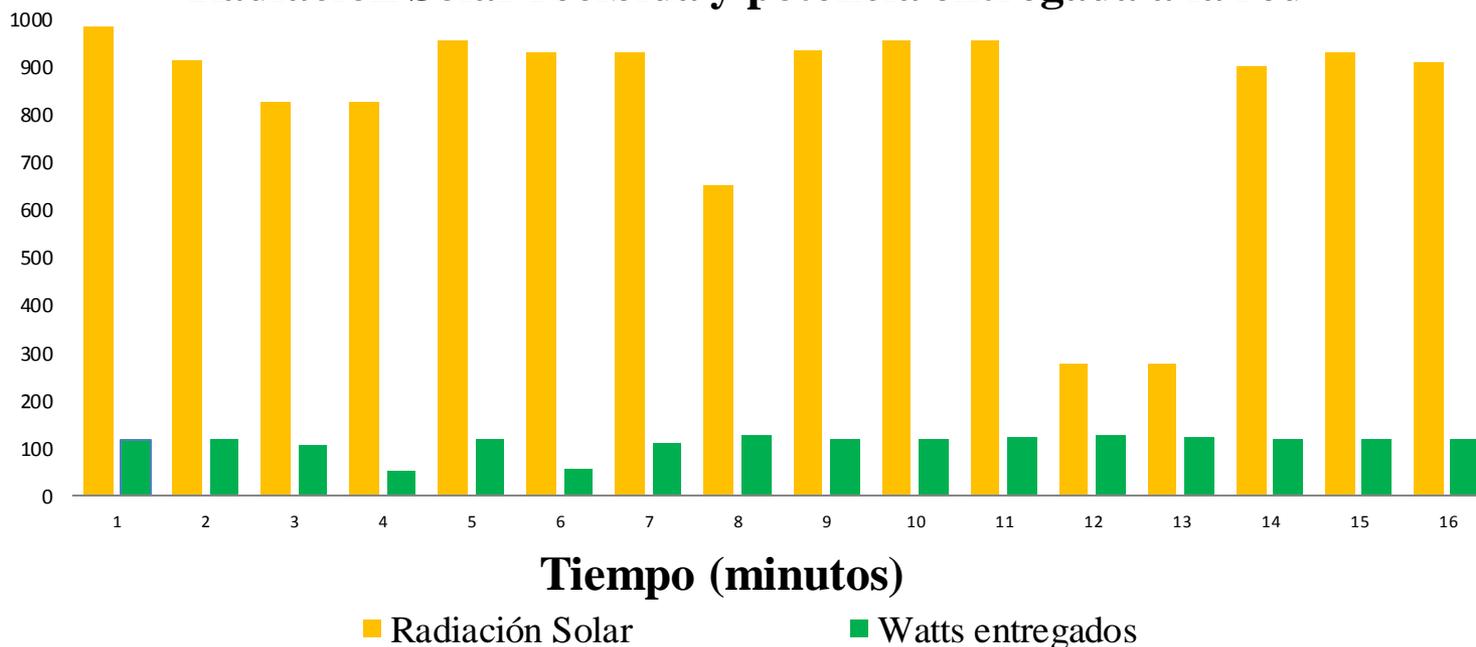
En el Grafico 1 se muestran 16 minutos de medición donde se aprecia que la producción energética fotovoltaica es directamente proporcional a la irradiación solar recibida, ya que al disminuir la radiación solar, decae la producción eléctrica sustancialmente.



# Pruebas de producción

## Radiación Solar recibida y potencia entregada a la red

Radiación Solar ( $W/m^2$ )



**Grafico 1.** Energía entregada a red eléctrica respecto a la irradiación solar recibida durante un día soleado de verano.



# Pruebas de producción

La caída de la potencia del panel fotovoltaico se debe a que la corriente eléctrica de dichos paneles disminuye a medida que decae la irradiancia solar. Sin embargo, las variaciones de voltaje son mínimas, interpretándose como constante, lo que permite que los paneles sigan manteniendo un rango de potencial eléctrico adecuado para que funcione el inversor y convierta la energía directa generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.

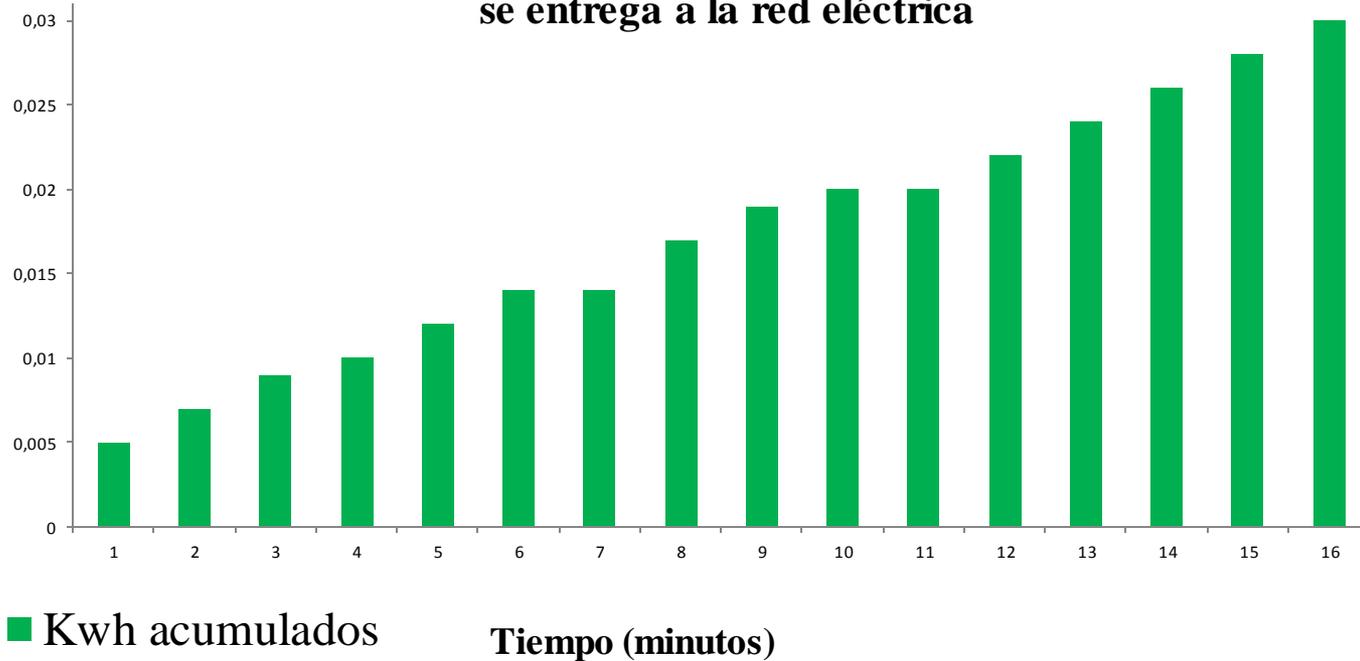
En el grafico 2 se muestra la acumulación de energía eléctrica (Kwh) en los 16 minutos de trabajo realizado. Al ser una prueba tan corta se alcanzan solamente  $3 \times 10^{-2}$  Kwh. Cabe mencionar que esta prueba se realizó solamente con un panel solar fotovoltaico de 250 Watts de potencia.



# Pruebas de producción

Acumulación de la energía producida por el sistema fotovoltaico que se entrega a la red eléctrica

Energía acumulada ( Kwh)



**Grafico 2.** Acumulación de Kwh en un lapso de 16 minutos por un panel de 250 watts.



# Pruebas de producción simulación de cargas en el sistema

La simulación consiste en ver al prototipo creado como un sistema fotovoltaico interconectado a red en un hogar residencial, con la intención de demostrar al alumnado que cuando se tengan cargas eléctricas conectadas que sean mayor a la producción energética del sistema fotovoltaico se estará consumiendo la energía internamente, y cuando no se tengan aparatos encendidos o su consumo eléctrico sea menor a la energía producida, la energía será inyectada a la red eléctrica mediante el medidor bidireccional.

Esto le permite al estudiante el aprendizaje de las ventajas que presenta un sistema fotovoltaico interconectado frente a un sistema fotovoltaico autónomo o aislado



# Pruebas de producción simulación de cargas en el sistema

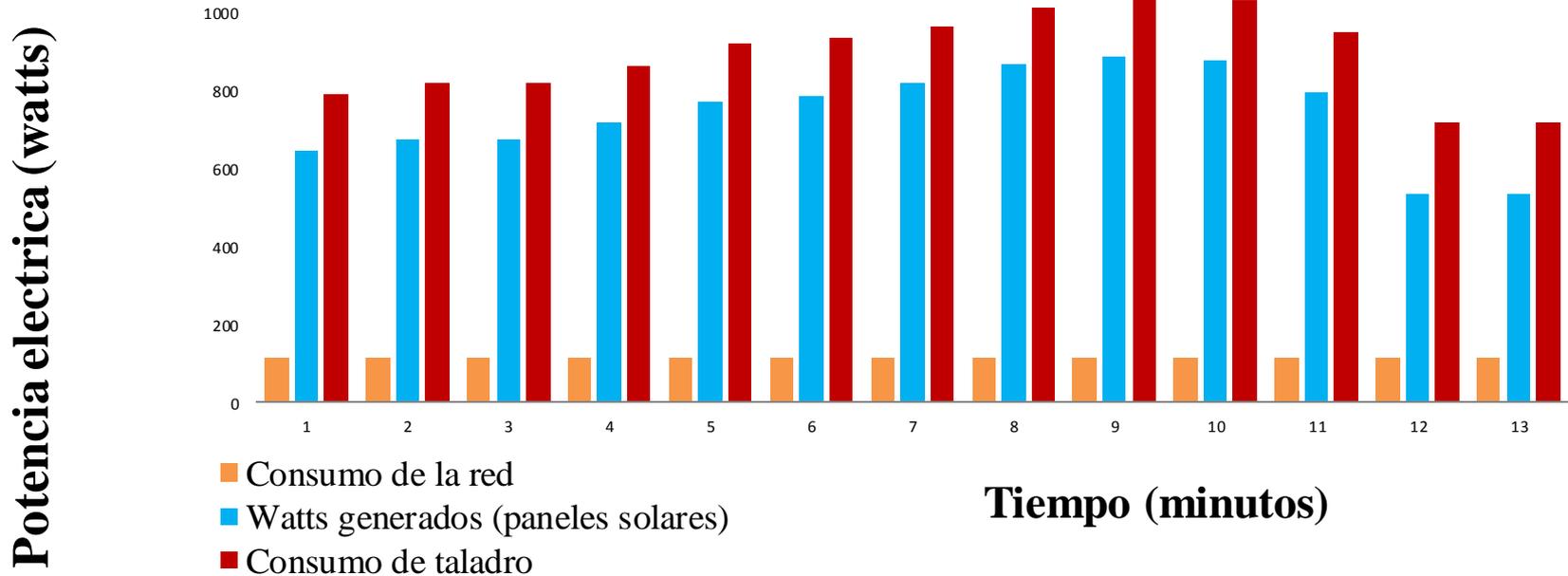
Para ello se realizaron pruebas con algunos aparatos existentes en el hogar (licuadora, plancha para ropa y taladro). En el grafico 3 se aprecia la energía producida por el sistema fotovoltaico, la cual es constante; el consumo eléctrico por parte del equipo de trabajo (taladro) y el consumo eléctrico suministrado dado por la red de suministro de energía (Comisión Federal de Electricidad CFE), dejando claro que, en este caso, existe una demanda eléctrica que el sistema fotovoltaico no es capaz de cubrir pero que se suministra por la red eléctrica (CFE).





# Pruebas de producción simulación de cargas en el sistema

Consumo eléctrico de un equipo eléctrico (taladro) suministrado por paneles solares en conjunto con la red eléctrica



**Grafico 3.** Consumo eléctrico de un taladro y su suministro de energía a través de la red eléctrica y un sistema fotovoltaico



# Conclusión

Un tablero eléctrico da las opciones para simular una instalación real, donde se pueden cometer errores y buscar una solución, que es una parte fundamental en el desarrollo académico y profesional de los estudiantes. El desarrollo de las conexiones eléctricas permite a los alumnos ser capaces de instalar un sistema fotovoltaico domestico, obteniendo habilidades para prevenir y detectar fallas eléctricas, realizar la obtención de energía en un determinado tiempo y determinar cuanto puede ser el ahorro económico y el tiempo de amortización si una persona adquiere un sistema fotovoltaico de esta capacidad u otra.



# Agradecimientos

Este proyecto de investigación se llevo a cabo gracias al apoyo del Programa para el Desarrollo Profesional de Docentes (PRODEP) bajo la Convocatoria de apoyo a Cuerpos Académicos y con ingresos propios de la Universidad Politécnica de Sinaloa.



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

**2016**





**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)