



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

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

Title: Fabricación automatizada de películas delgadas compactas en el desarrollo de celdas solares tipo Grätzel

Authors: Jorge Luis ALONSO PÉREZ, Edgar REYNOSO SOTO, Balter TRUJILLO NAVARRETE, Nohé CAZAREZ CASTRO.

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

Pages: 14
Mail: jalonso@tectijuana.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
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

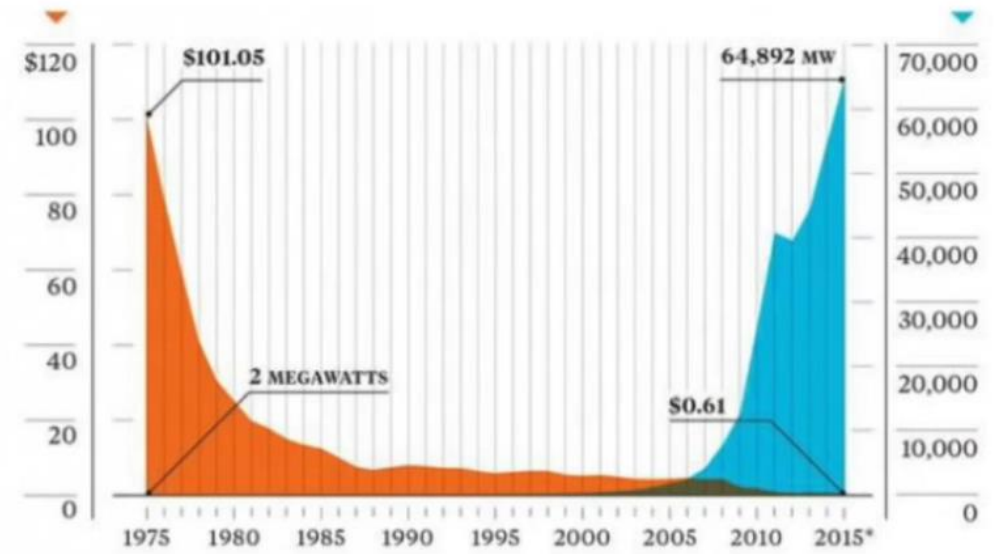
Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

Introduction



Precio de un panel solar por watt

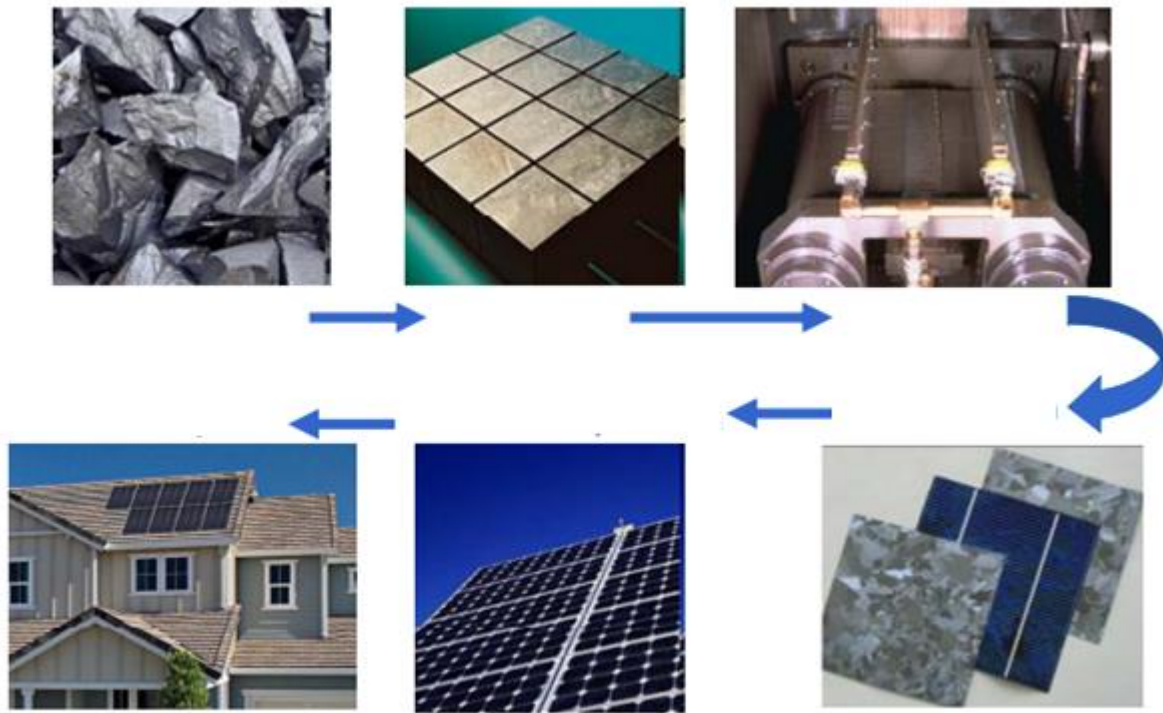
Instalacion global de paneles solares



Graph: Earth Energy Policy Institute/Bloomberg
 Michael McGehee: Solar Energy | Energy @ Stanford and SLAC 2016

Solar Cell Generations

- **Primera generación:** Se basa en monocristales de silicio, estos tienen una alta eficiencia, pero tienen un alto costo de fabricación.
- **Segunda generación:** Se clasifica como a-Si, CdTe, CIGS, los métodos de fabricación son de menor costo de producción; sin embargo, tienen mayor toxicidad que la primera.
- **Tercera generación:** Surgió en las últimas décadas como una alternativa viable: menores costos de fabricación, uso de materiales ambientalmente compatibles y eficiencia de conversión de energía aceptable. Estas celdas solares se clasifican orgánicas, perovskita y Grätzel



[1] McGehee, Mike (2011). An Overview of Solar Cell Technology, Materials Science, available at: web.stanford.edu/group/mcgehee/presentations/McGehee2011.pdf



Baño Químico



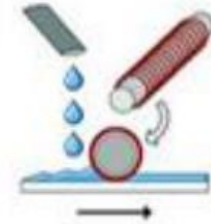
Centrifugado



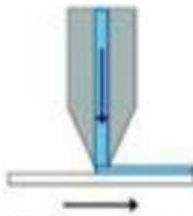
Inmersión



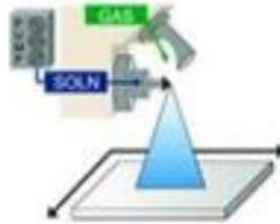
Paleta dosificadora



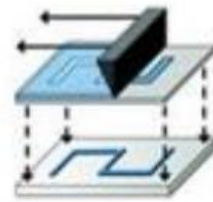
Varilla dosificadora



Fundición de ranura



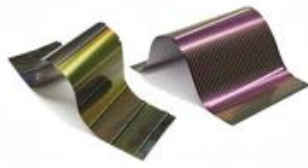
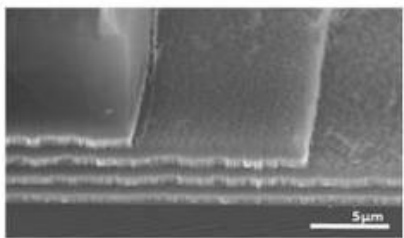
deposición por rocío impresión de pantalla



impresión de tinta

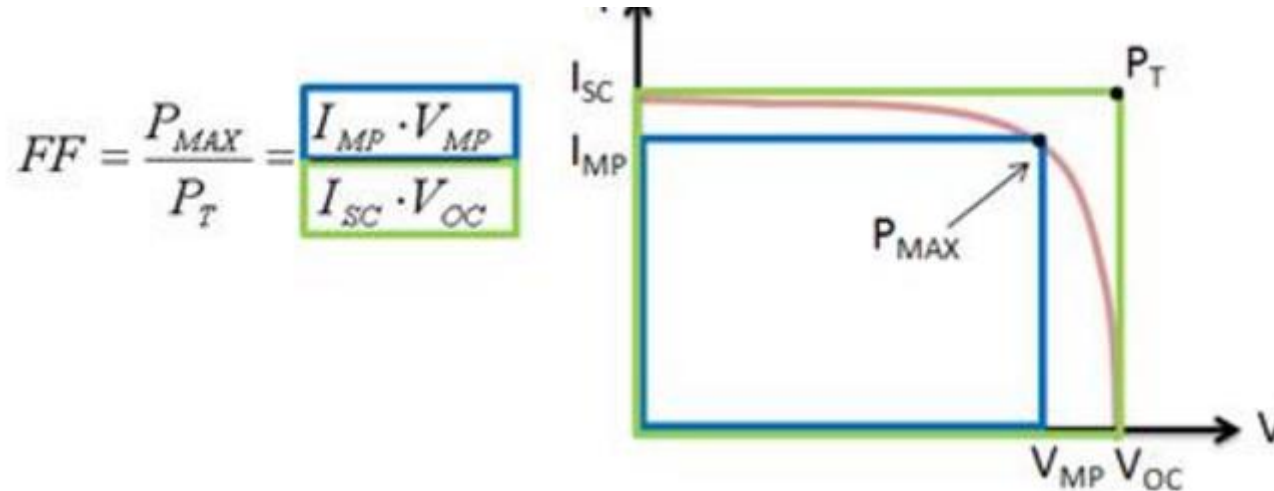


Chorro de jet



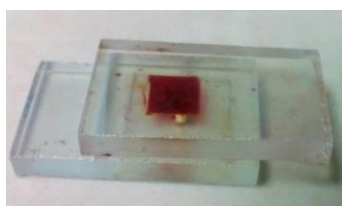
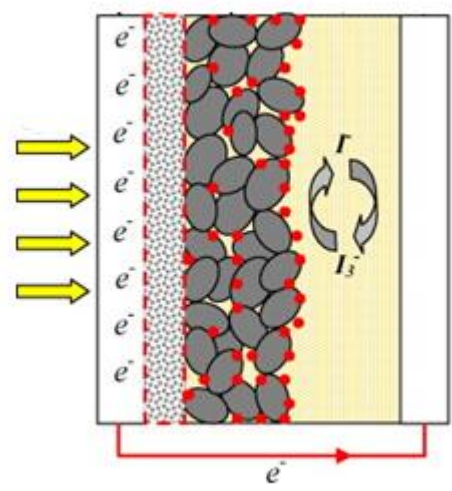
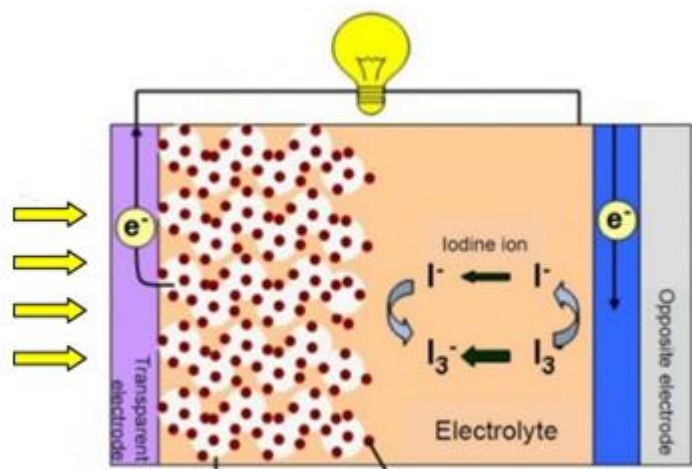
Factor de llenado

Factor de llenado (FF) [2], el cual es una medida de la calidad de la celda solar. Se calcula comparando la potencia máxima con la potencia teórica (P_T) que se produciría tanto a la tensión de circuito abierto como a la corriente de corto circuito.



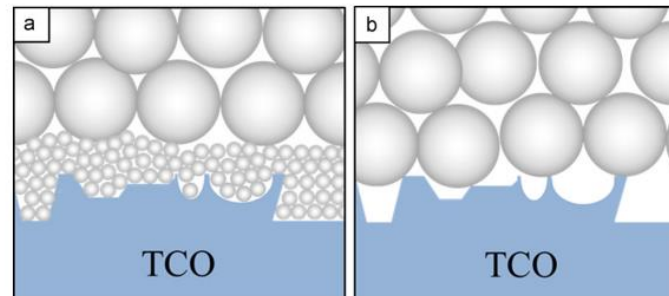
[2] Photovoltaic Cell, I. V. (2012). Characterization Theory and LabVIEW Analysis Code. Tutorial, National Instruments.

Celda tipo Grätzel



Películas compactas

Tomando como referencia la investigación de **Wang** y colaboradores [3] referente a la mejora de las propiedades de las celdas solares tipo Grätzel, utilizando películas delgadas compactas, se menciona que se puede tener impacto en el rendimiento de este tipo de celda solar, ya que la capa compacta de TiO_2 es el primer material que encuentra la luz transmitida a través del vidrio TCO.

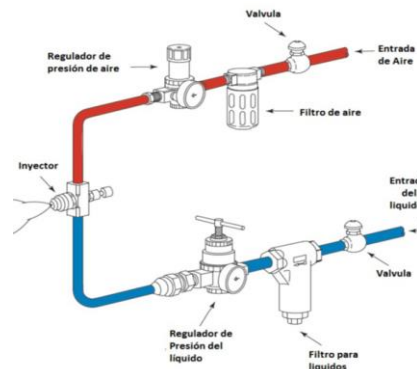
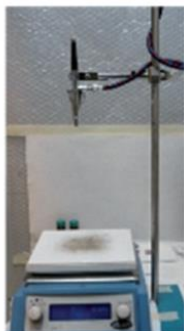


[3] Wang, H. F., Chen, L. Y., Su, W. N., Chung, J. C., & Hwang, B. J. (2010). Effect of the compact TiO_2 layer on charge transfer between N3 dyes and TiO_2 investigated by Raman spectroscopy. *The Journal of Physical Chemistry C*, 114(7), 3185-3189.

[4] Kovash, C. S., Hoefelmeyer, J. D., & Logue, B. A. (2012). TiO_2 compact layers prepared by low temperature colloidal synthesis and deposition for high performance dye-sensitized solar cells. *Electrochimica Acta*, 67, 18-23.

Deposición por rocío

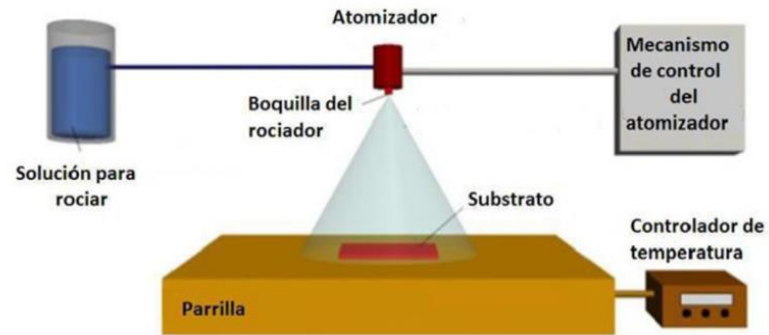
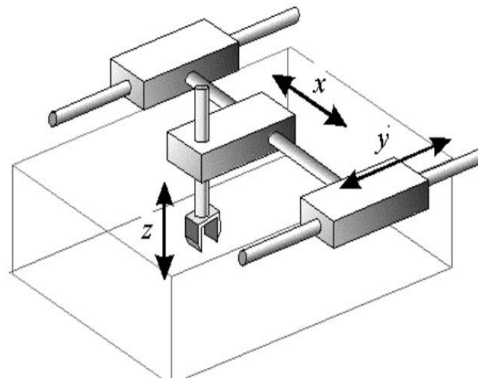
Algunos trabajos informan sobre las películas delgadas de nanomateriales realizados con un enfoque totalmente en aerógrafo y se tomaron como base nuestros trabajos anteriores [5,6].



[5] Reynoso-Soto, E., **Alonso-Perez, J.**, Trujillo-Navarrete B., Cazarez-Castro, N. (2016). Automatización en la deposición de películas delgadas de nanomateriales para la posible utilización en celdas solares, **CIERMMI**, 1er. Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

[6] **Alonso, J.**, Cazarez-Castro, N., Reynoso, E. (2016). Diseño de un robot cartesiano para la deposición de películas delgadas de nanomateriales, **CIINDET**, XIII International Congress on Innovation and Technology Development.

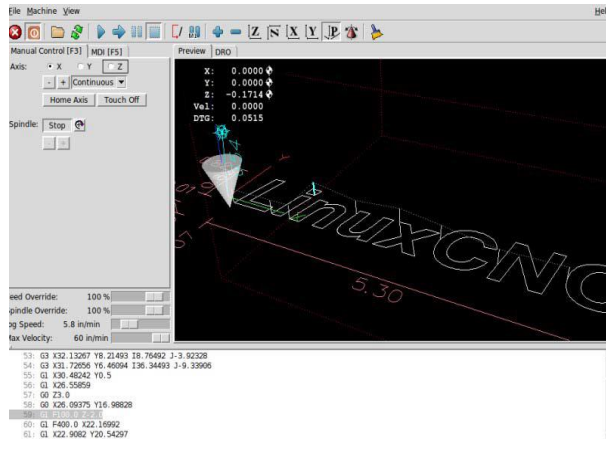
Propuesta del prototipo



Robot cartesiano

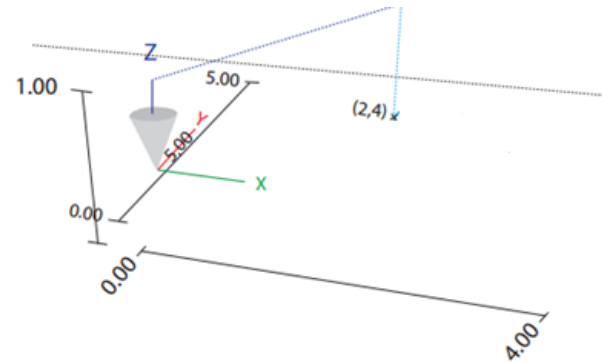
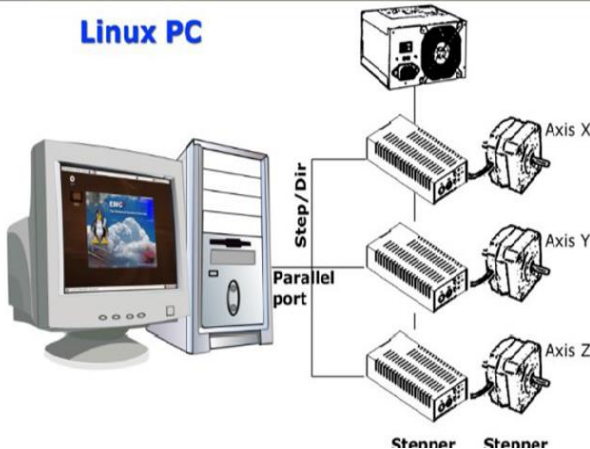


LinuxCNC



Caracter	Significado
N	Número de bloque
G	Funciones de recorrido
X, Y, Z	Nombre de ejes principales
A, B, C	Nombre de ejes rotativos
R	Radio de un arco
I, J, K	Coordenadas del centro de un arco o círculo
F	Velocidad de avance
()	Los comentarios del programa van entre paréntesis
M	Funciones auxiliares

Linux PC



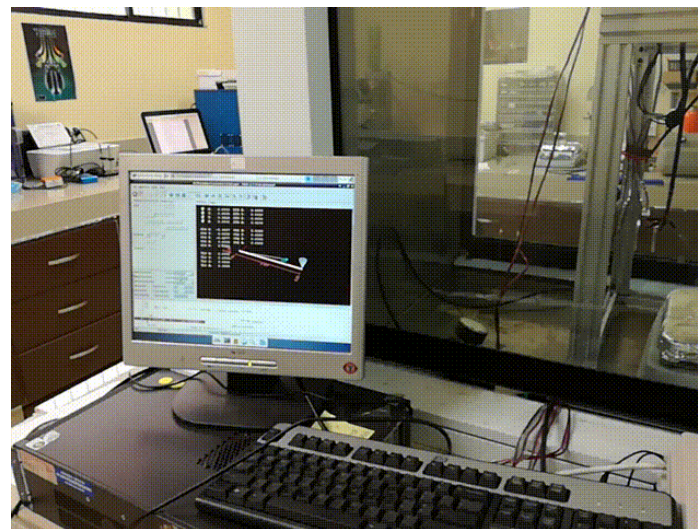
Metodología

Todos los productos químicos se usaron tal como se recibieron sin purificación adicional y se compraron a Sigma-Aldrich:

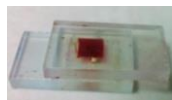
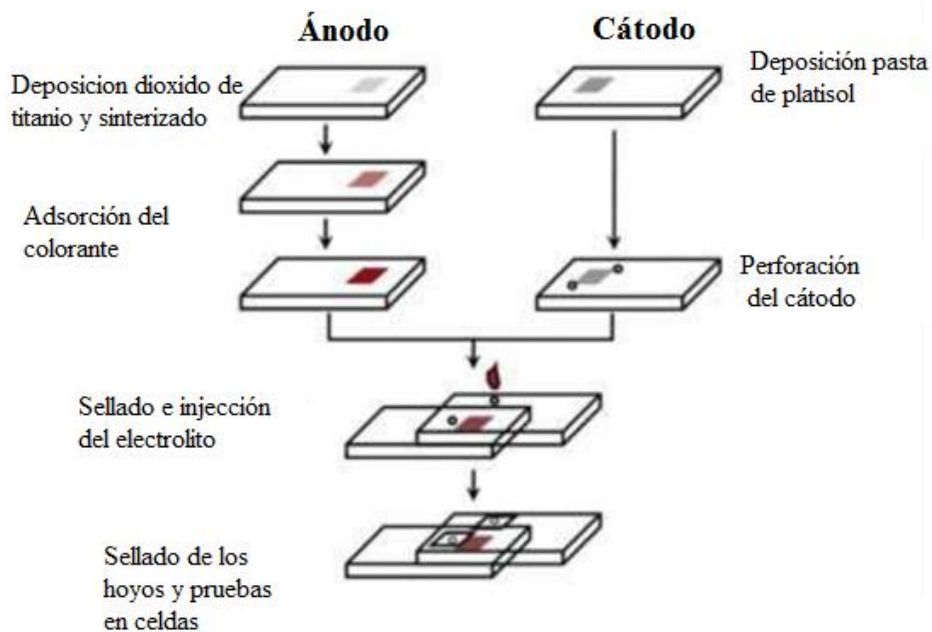
- *Peróxido de hidrógeno (H_2O_2 , 30%)
- *Etanol (C_2H_5O , 96%)
- *Oxido de titanio (TiO_2)
- *Isopropoxido de titanio ($C_{12}H_{28}O_4Ti$, 99%)
- *Acetilacetona ($C_5H_8O_2$, 99%)
- * Tetracloruro de titanio ($TiCl_4$, 98%)

Parametros:

- Presión de aire comprimido (25 psi),
- Velocidad de inyección de flujo 2 ml /min,
- distancia aerógrafo de sustrato (30 cm),
- velocidades de 205 in/min



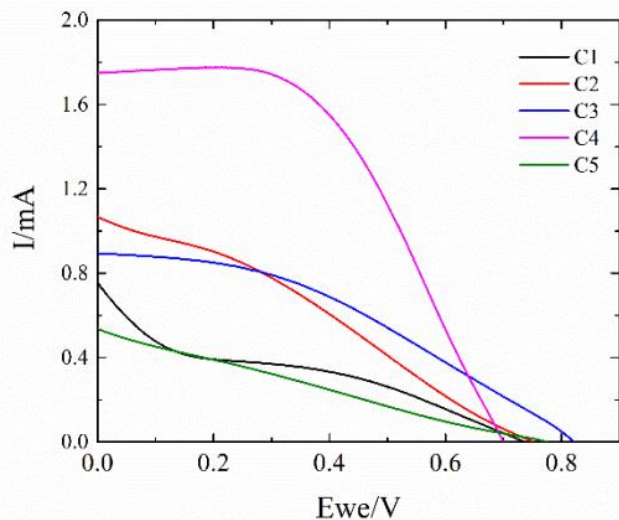
Metodología



Id. de la celda solar	C1	C2	C3	C4	C5
Número de deposiciones por rocío	0	10	10	10	10
Distancia de la boquilla al sustrato	0	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm
Número de deposiciones por serigrafía	10	10	10	4	10

Resultados

Se procedió a evaluar la eficiencia de conversión energética utilizando un simulador solar (Solar Oriel, LCS-100) con calibrador Newport bajo irradiación 100 mWcm² y un 1 sol de distancia.



Id. de la celda solar	C1	C2	C3	C4	C5
Corriente de corto circuito (Isc)	0.755 mA	1.067 mA	0.893 mA	1.749 mA	0.536 mA
Voltaje de circuito abierto (Eoc)	0.737 V	0.752 V	0.822 V	0.700 V	0.775 V
Potencia teorica (PT)	0.557mW	0.802mW	0.734mW	1.22 mW	0.415mW
Potencia maxima Pmax	0.136mW	0.245mW	0.279 mW	1.224 mW	0.100mW
Factor de llenado (FF)	24.5 %	30.5 %	38 %	51 %	24.2 %

Conclusiones

Se reporta la investigación y desarrollo de celdas solares tipo Grätzel en donde se implemento un prototipo de deposición por rocío controlado vía una arquitectura de software de tipo LinuxCNC.

En este estudio, las celdas solares producidos con capa compacta automatizada presentan un incremento en el FF con respecto a aquellas sin capa compacta.

En base a los resultados obtenidos son alentadores pero se requiere una serie de cambios importantes que deben hacerse. Por ejemplo, la deposición de la capa comercial de TiO_2 del ánodo y del plastisol del cátodo, los cuales se realizaron de forma artesanal y deben ser automatizados para tener un control riguroso del proceso de elaboración de la celda solar.



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/ booklets)