



Title: Factores que influyen en el Proceso de Soldadura para generar el Fenómeno de Dedos Cortados en Módulos Fotovoltaicos

Authors: SALAZAR-PERALTA, Araceli, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo, PICHARDO-SALAZAR, Ulises and CHÁVEZ-ROSA Hilda

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 23

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

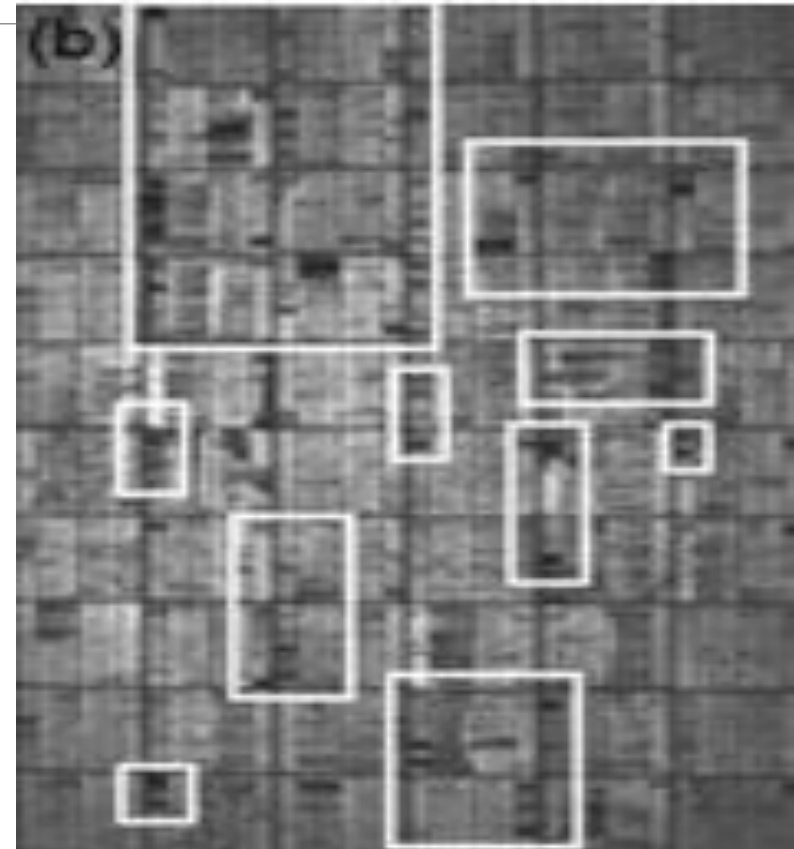
Introducción

Dentro del proceso de producción de Módulos Fotovoltaicos se presentan diferentes problemas los cuales se ven reflejados en el producto terminado, así como en la vida útil del módulo. Para algunos de ellos existen métodos que permiten detectar y corregir durante el proceso tales como mala soldadura, celdas rotas o defectos en la materia prima, pero hay problemas que solo se pueden ver con el paso del tiempo y el deterioro del módulo [Ferrara (2011)]. El deterioro afecta la eficiencia que produce el módulo a través de factores ambientales.



OBJETIVO

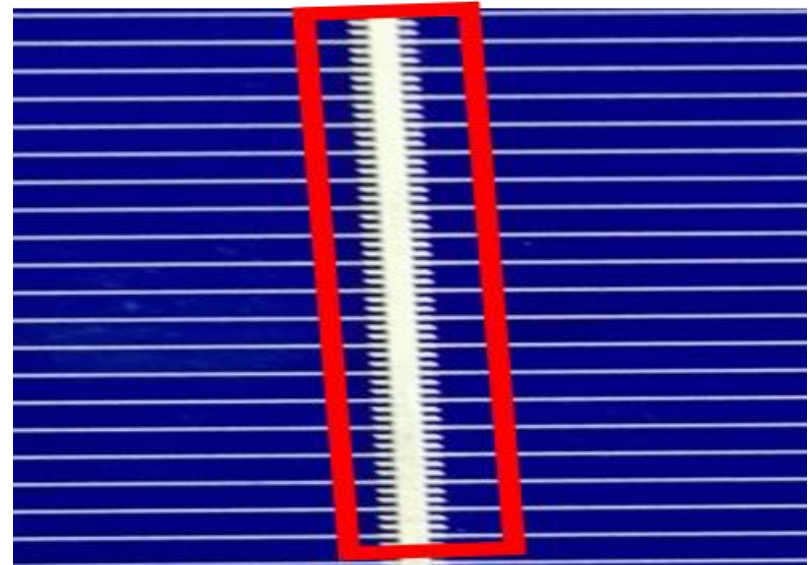
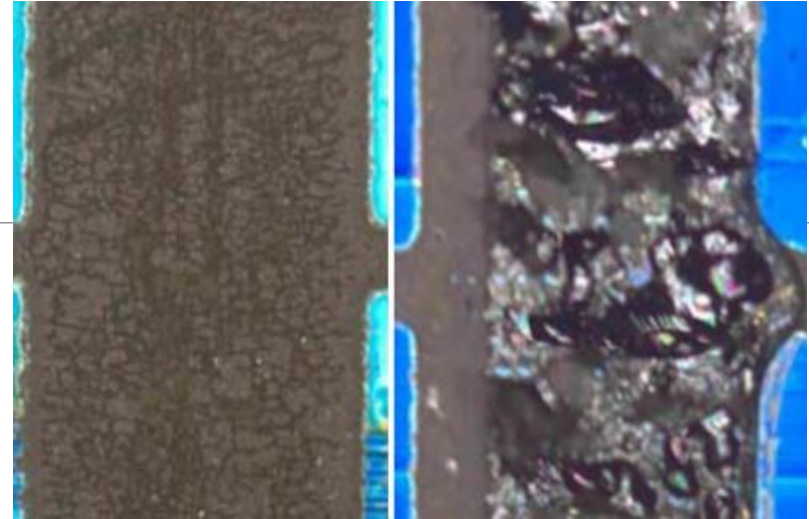
El objetivo de este estudio consistió en determinar la variación de temperatura en los cabezales de la máquina Stringer, para el encintado de celdas solares, así como los factores que influyen en el proceso de soldadura para generar el defecto de dedos cortados.



METODOLOGÍA

1.1 Ribbon. El ribbon o cinta de interconexión está compuesta de estaño, plomo y plata, material que sirve como soldadura para unir celda con celda y así mismo generar un circuito en serie.

1.2 Flux. El flux o también llamado fundente es una sustancia química la cual se utiliza en el proceso de soldadura y sus principales funciones son aislar del contacto del aire, disolver y eliminar los óxidos que pueden formarse y favorecer el “mojado” del material base por el metal de aportación fundido, consiguiendo que el metal de aportación pueda fluir y se distribuya en la unión.



METODOLOGÍA

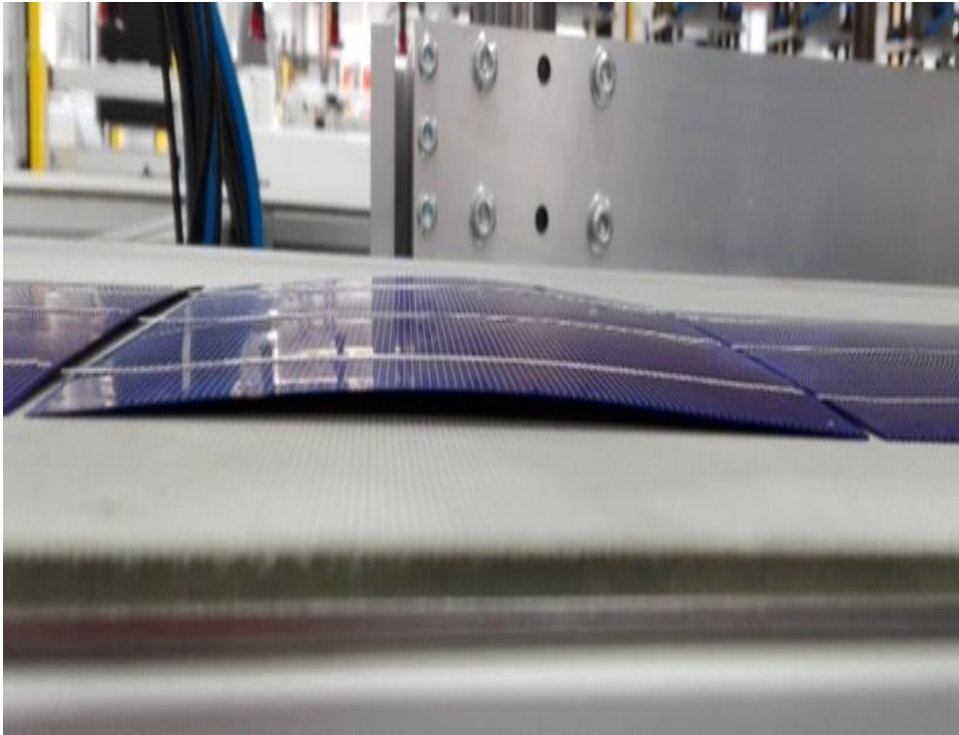
Medición de la temperatura.

3.1 En primer lugar se midió la temperatura ambiente, tanto del entorno como de la Máquina Stringer, durante 2 días. Tabla 1

Tabla 1. Temperatura ambiente dentro y fuera de la Soldadora Stringer. Elaboración propia.

HORA	Temperatura Ambiente en planta	Temperatura Ambiente en STRINGER
9:00	20,6	29,4
10:00	25,3	36,8
11:00	25,6	39,3
12:00	26,5	42
16:00	28,9	34,5
9:00	16,5	20
10.00	22,3	37,6
11.00	20,5	21,9
12:00	22,6	37,8
16:00	24,8	38,2

METODOLOGÍA



Coeficiente de Expansión Térmica.

Es bien conocido el hecho de que un sólido se

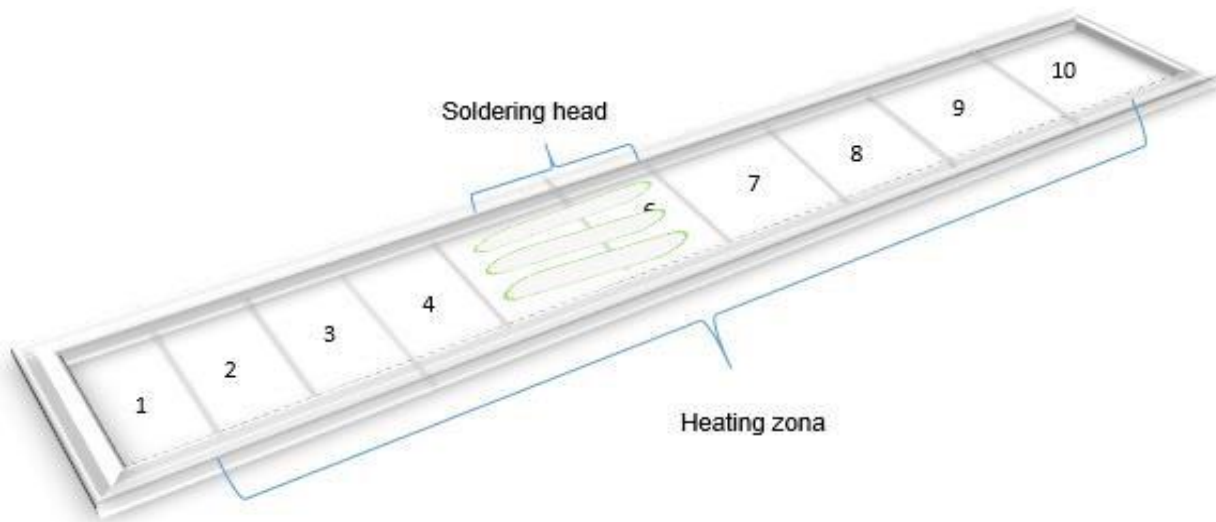
expande cuando se calienta, o se contrae cuando

se enfría. El problema que causa un espesor

mayor del ribbon, es que incrementa el CTE

ocasionando que la oblea de silicio se torne curva y al mismo tiempo ocasione la ruptura de los colectores (dedos) de la celda

METODOLOGÍA



Medición de la temperatura en las zonas de precalentamiento de la máquina stringer, 3 veces al día (mañana, al medio día y por la tarde).
Tablas (2, 4, 6).

El tren de calentamiento está dividido en diez zonas donde las primeras cuatro son de preacondicionamiento elevando la temperatura de la celda y el ribbon, en las zonas cinco y seis son los puntos donde ocurre el proceso de soldadura y los puntos restantes son otro acondicionamiento, en el cual disminuye la temperatura gradualmente para evitar un choque térmico, de acuerdo con la figura 7. La medición se hizo con un termómetro infrarrojo Fluke 566

Tabla 2. Lecturas de temperatura en máquina stringer a las 9 de la mañana, con temperatura ambiente fuera de la Stringer de 19.7°C y dentro de la Stringer de 26°C

Zonas de calentamiento	T °C Especificada	T °C Real
1	55	50,2
2	70	69,4
3	100	97,8
4	120	110,6
5	170	143,7
6	170	118,7
7	125	112,2
8	105	92,6
9	70	68,6
10	60	57,9

•
Tabla 4. Temperatura en Zonas de Calentamiento. 12h, con temperatura ambiente fuera de la Stringer de 22.7°C y dentro de 27.9°C. Elaboración propia

Zona de calentamiento	Temperatura Especificada °C	Temperatura Real °C
1	55	54
2	70	71
3	100	96
4	120	116
5	170	138
6	170	116
7	125	114
8	105	100
9	70	78
10	60	70

Tabla 6. Temperatura en zonas de calentamiento, 17 horas, con temperatura ambiente fuera de la Stringer de 23.5°C y dentro de 29.3°C. *Elaboración propia*

Zona de calentamiento	Temperatura establecida °C	Temperatura real °C
1	55	58
2	70	72
3	100	97
4	120	113
5	170	150
6	170	133
7	125	114
8	105	99
9	70	73
10	60	66

METODOLOGÍA

- **Medición de la temperatura en los cabezales de la máquina soldadora Stringer, de acuerdo con el diagrama de la Figura. Tqablas 3, 5, y 7.**

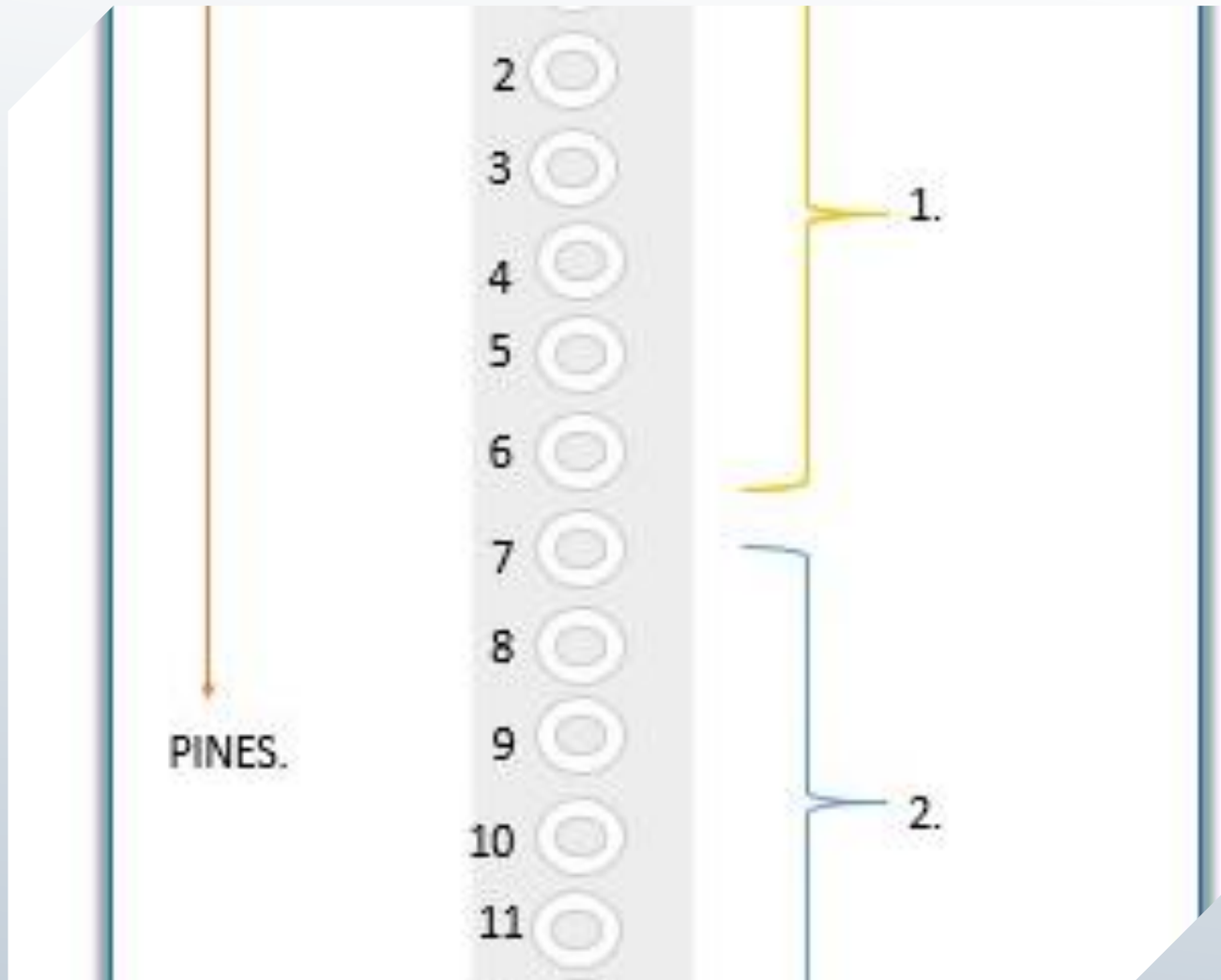


Tabla 3. Temperatura en Cabezales de soldadora a las 9 de la mañana, con temperatura ambiente fuera de la Stringer de 19.7°C y dentro de la Stringer de 26°C

Cabezal de Soldadora	T °C Especificada	T °C Real
1,1	245	120
1,2	245	130,1
2,1	245	128,3
2,2	245	123,3
3,1	245	128,2
3,2	245	114,4

Tabla 5. Temperatura en cabezales de soldadora Stringer 12 horas, con temperatura ambiente fuera de la Stringer de 22.7°C y dentro de 27.9°C *Elaboración propia*

Cabezal de soldadora	Temperatura Especificada °C	Temperatura Real °C
1,1	245	124
1,2	245	135
2,1	245	154
2,2	245	149
3,1	245	143
3,2	245	137

Tabla 7. Temperatura en cabezales de Stringer a las 17 horas, con temperatura ambiente fuera de la Stringer de 23.5°C y dentro de 29.3° *Elaboración propia*

Cabezal de soldadora	Temperatura Especificada °C	Temperatura Real °C
1,1	245	245.2
1,2	245	245
2,1	245	245.4
2,2	245	245
3,1	245	245.6
3,2	245	245.3

RESULTADOS

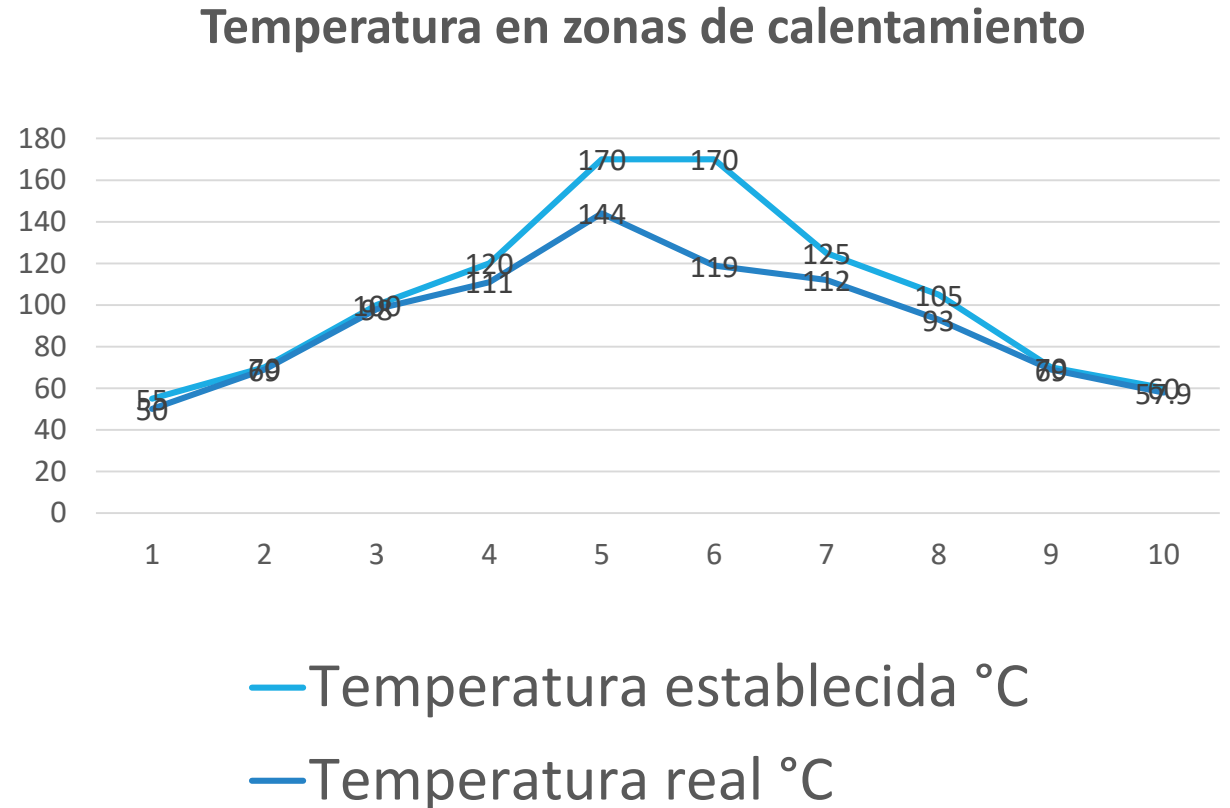
Como puede observarse en la tabla 1. La temperatura ambiente osciló entre 16.5°C a 28.9°C.

La temperatura ambiente en la máquina Stringer osciló entre 20°C a 42°C. Como puede notarse esta variación de temperatura influye en las zonas de calentamiento, así como en la variación de la temperatura de los cabezales en las zonas de soldadura de la máquina Stringer.

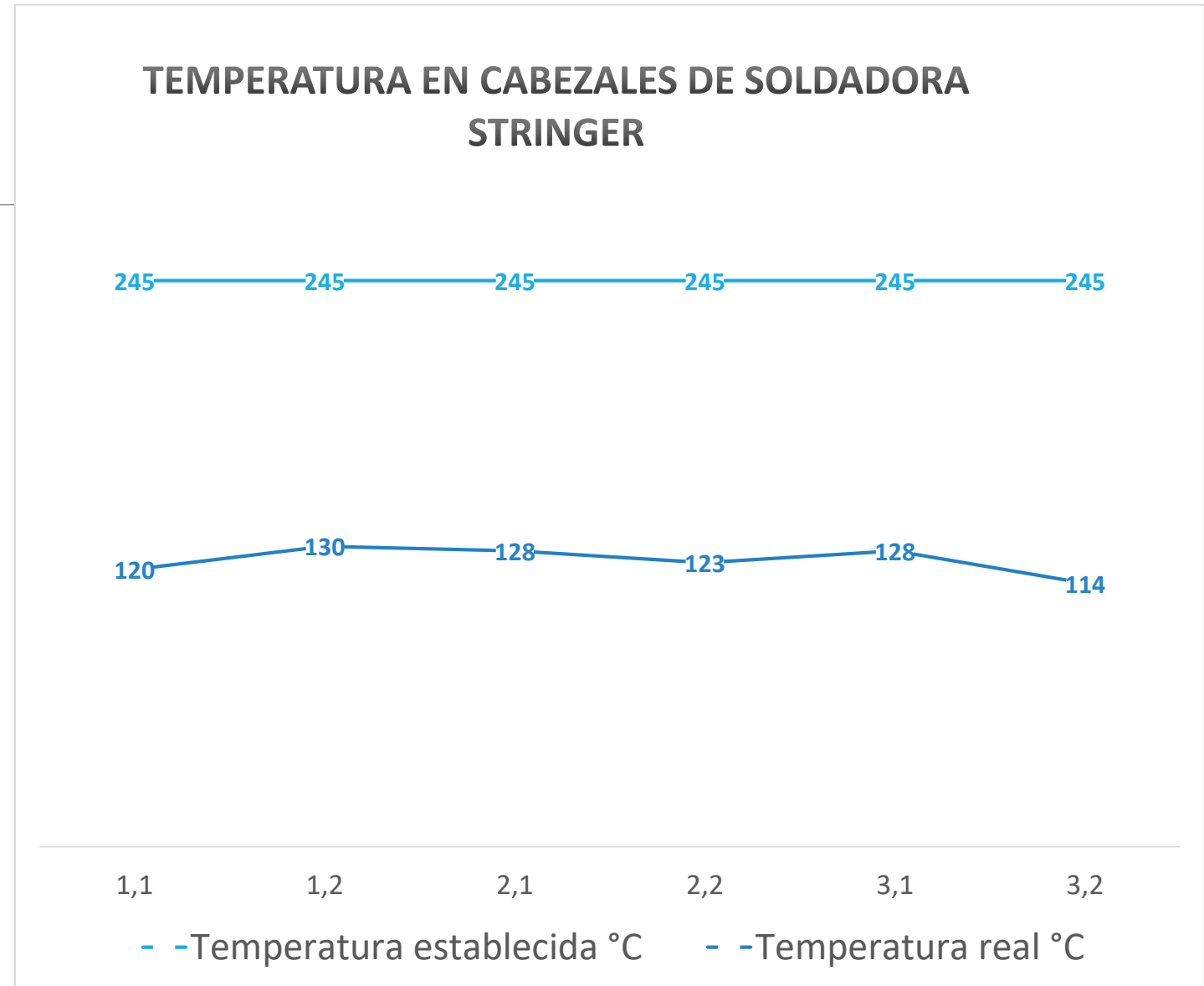
RESULTADOS.

Gráfica1. Temperatura de zonas de Calentamiento a las 9 horas. *Elaboración propia*

La variación de temperatura en las zonas de soldadura a las 9 de la mañana osciló entre -26.3°C a -51.6°C . Tabla 2, Gráfica 1.



RESULTADOS. **Grafica 2.** Monitoreo de temperatura en Cabezales de Soldadora a las 9 de la mañana.
Elaboración propia

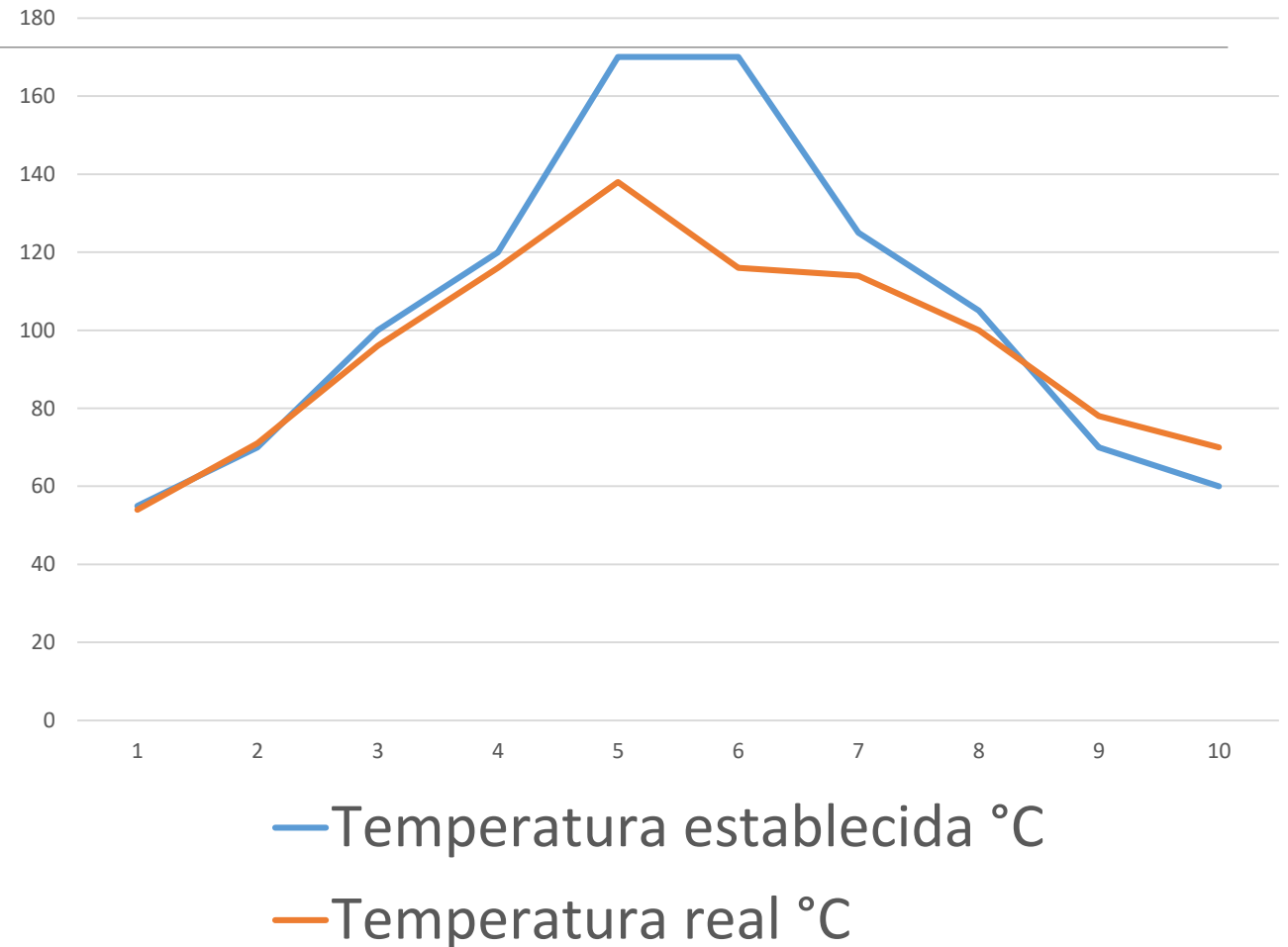


RESULTADOS. Gráfica 3

La variación de temperatura en las zonas de calentamiento de soldadura a las 12 horas osciló entre -32°C en la zona 5 y de -54°C en la zona 6.

Tabla 4. Gráfica 3

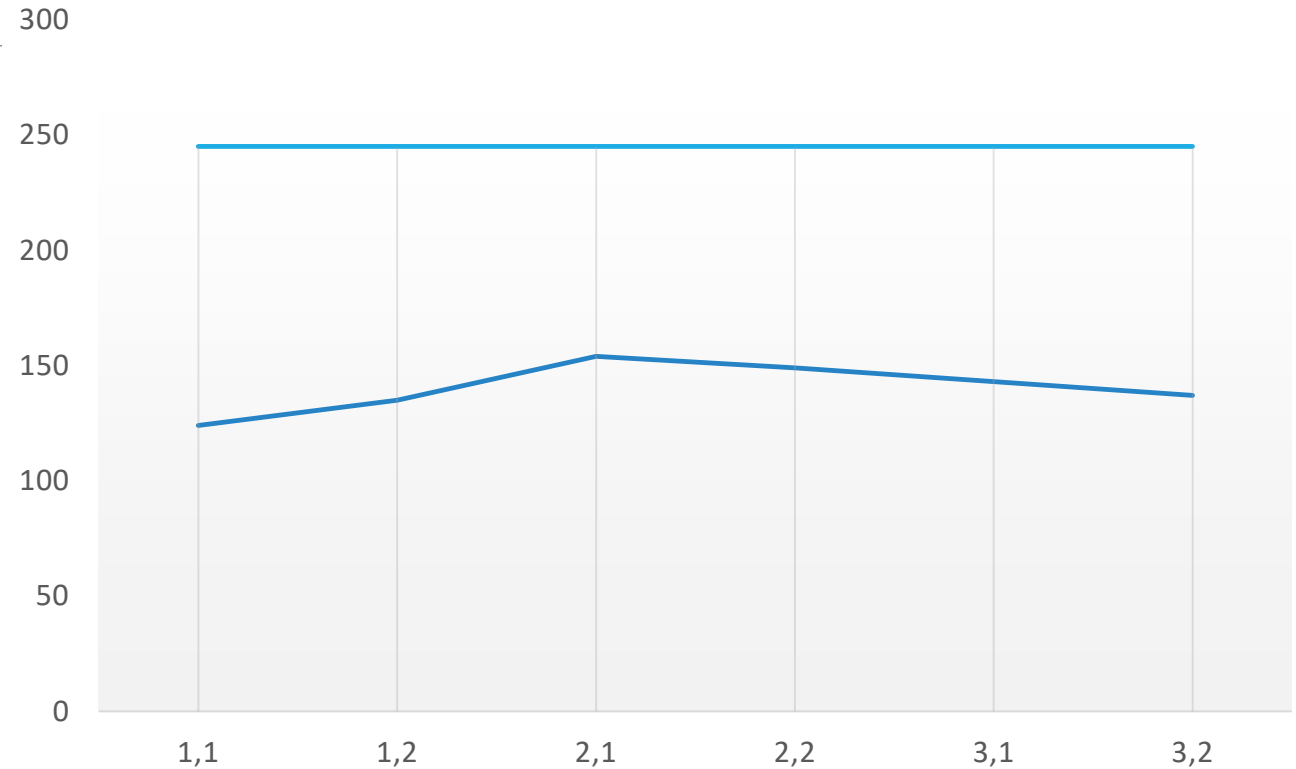
Temperatura en zonas de Calentamiento



RESULTADOS. Gráfica 4.

▪ La variación de temperatura en los cabezales de soldadura Stringer a las 12 horas osciló entre -91°C a 121°C del valor especificado. Tabla 5. Gráfica 4.

Temperatura en Cabezales de Soldadora Stringer

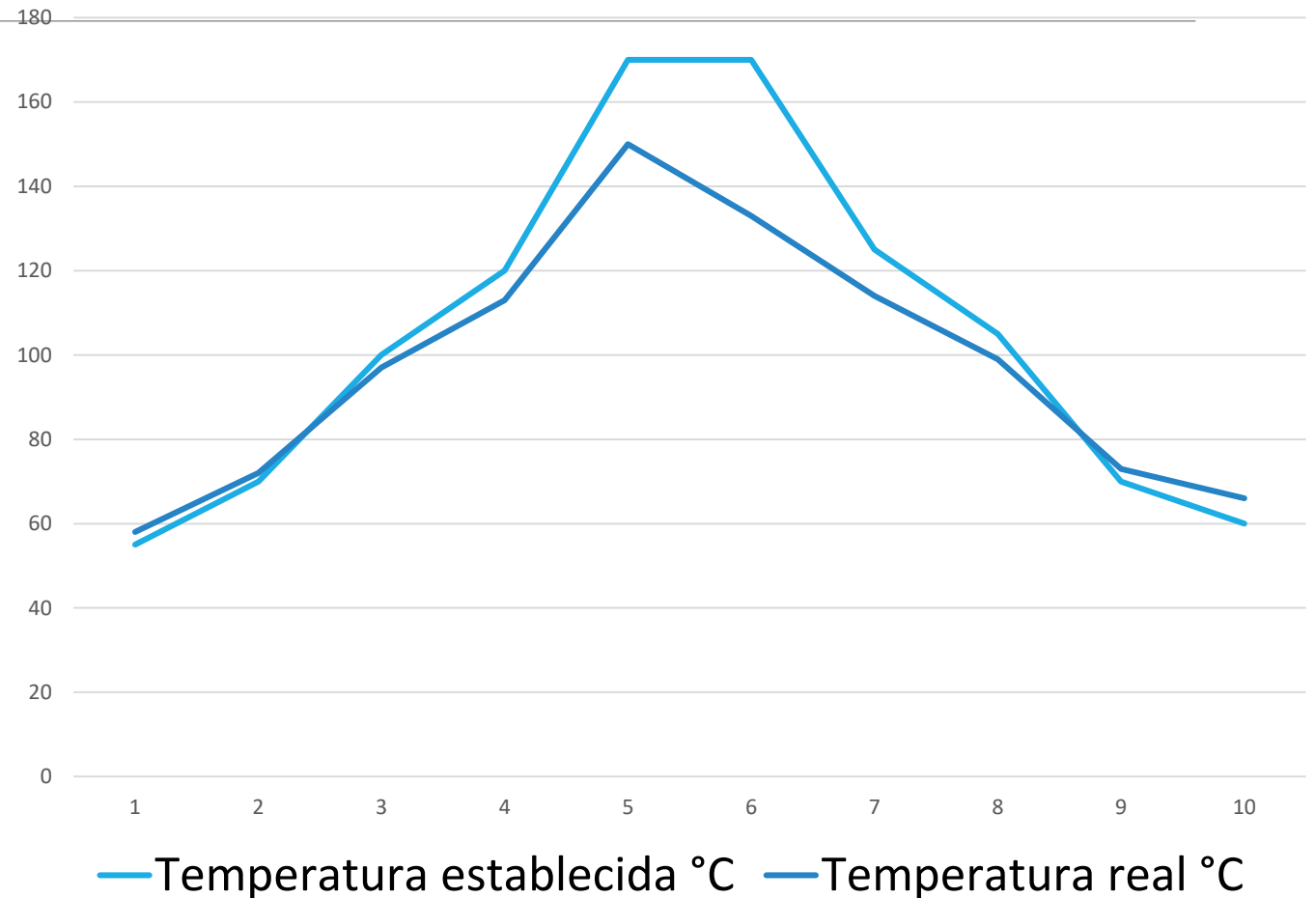


— Temperatura establecida °C
— Temperatura real °C 2

RESULTADOS Gráfica 5.

▪ La variación de temperatura en las zonas de calentamiento de soldadura a las 17 horas osciló entre -20°C en la zona 5 y -36°C en la zona 6. Tabla 6. Gráfica 5 .

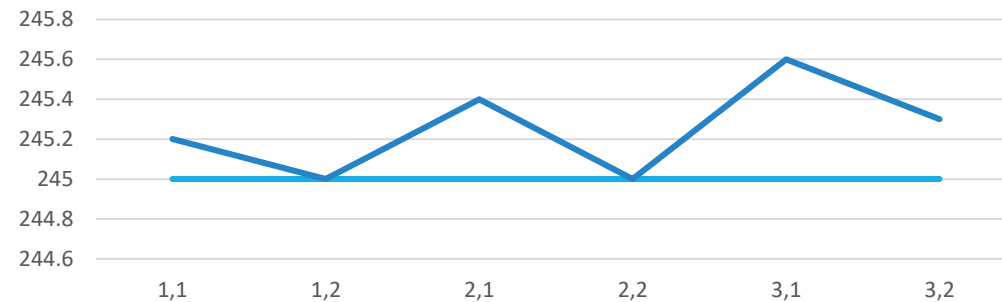
Temperatura en Zonas de Calentamiento



RESULTADOS. La variación de temperatura en los cabezales de soldadora Stringer a las 17 horas osciló entre 0°C a +1.2°C del valor especificado. Tabla 7. Gráfica 6.

Como puede observarse. En la mañana cuando la temperatura ambiente es menor, la variación en los cabezales de soldadura es mayor. Sin embargo, a las 17 horas cuando la máquina Stringer ha trabajado 9 horas la temperatura de los cabezales está dentro de especificación +- 10°C. Esto indica que la máquina debe permanecer sin apagarse las 24 horas, también es recomendable tener condiciones de temperatura ambiental controlada en el área de soldadura, para reducir las variaciones de temperatura, ya que influyen en falta de soldadura en las celdas solares.

Temperatura en Cabezales de Soldadura Stringer



— Temperatura establecida °C
— Temperatura real °C

CONCLUSIONES

La temperatura ambiente fuera de la stringer, debe ser de 27 a 28 °C y dentro de la misma de 35-38°C para que los pines de los cabezales alcancen la temperatura establecida y haya un rango de ± 10 °C, para épocas invernales meses de (noviembre-febrero), se necesita de un equipo de calefacción dentro del área de trabajo, ya que si no se cuenta con cierto sistema, la maquina soldadora en la zona de cabezales no alcanzan la temperatura establecida, provocando fallas en las celdas solares, por soldadura deficiente.

Se recomienda seguir monitoreando las temperaturas tanto ambientales como en los cabezales de la soldadora Stringer, para aseguramiento de calidad del proceso

AGRADECIMIENTO

-Al Centro de Vinculación Academia Industria (CAI) del Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.

Al CIERMMI por la promoción del evento cada año, permitiéndolo colaborar.

Referencias

A. Gabor, M. Ralli, S. Montminy, L. Alegria, C. Bordonaro, J. Woods, L. Felton, "Soldering induced damage to thin Si solar cells and detection of cracked cells in modules," Proceedings of the 21st EUPVSEC, Dresden, Germany, 2006, pp. 2042– 2047.

A. Halm, V. Mihailetschi, G. Galbiati, L. Koduvelikulathu, R. Roescu, C. Comparotto,

R. Kopecek, K. Peter, J. Libal, "The Zebra cell concept - large area n-type interdigitated back contact solar cells and one-cell modules fabricated using standard industrial processing equipment," Proceedings of the 27th EUPVSEC, Frankfurt am Main, Germany, 2012, pp. 567-570.

A. Schneider, M. Pander, T. Korvenkangas, S. Aulehla, R. Harney, T. Horttana, "Cell to

Module Loss Reduction and Module Reliability Enhancements by Solder Ribbon

Optimization," Proceedings of the 29th EUPVSEC, Amsterdam, Netherlands, 2014, pp. 165-170.

Barrera, P. (2009). "Simulación y caracterización de celdas solares multijuntura y de silicio cristalino para aplicaciones espaciales." (Tesis de Doctorado)



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)