



## Title: Analysis of power quality in photovoltaic systems interconnected to the grid

**Authors:** DIBENE-ARRIOLA, Luis Martin, FLETES-CAMACHO, Noé Guadalupe, PAREDES-VAZQUEZ, César Paul and MARROQUÍN DE-JESÚS, Ángel

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 13

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

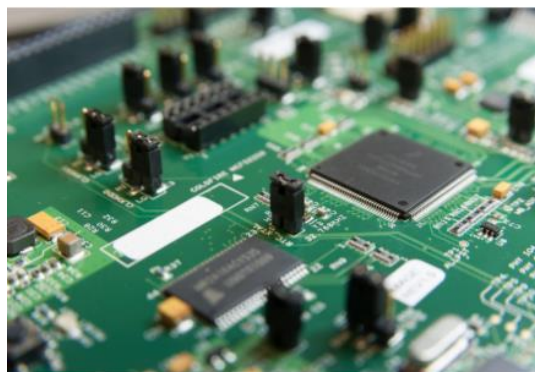
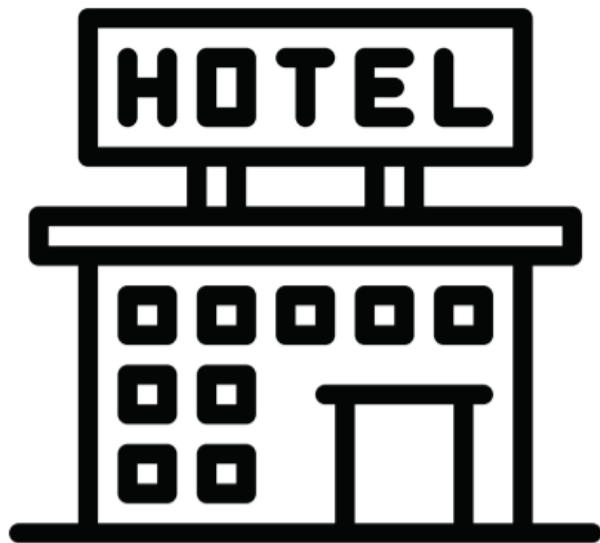
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

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

### Holdings

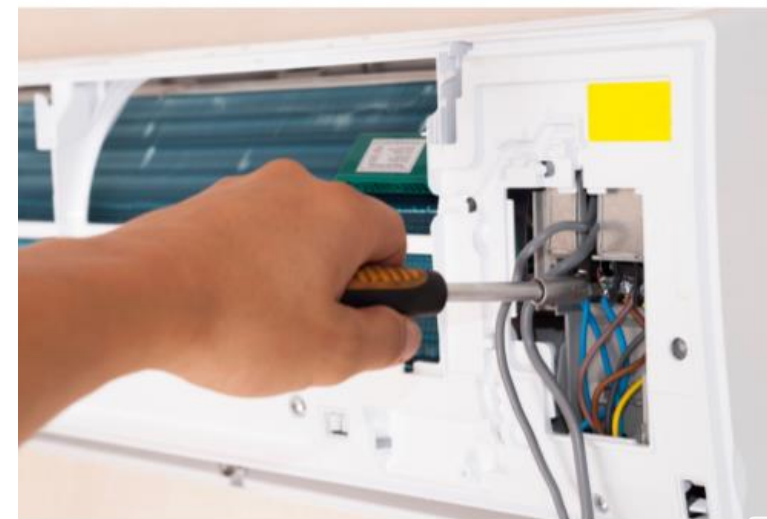
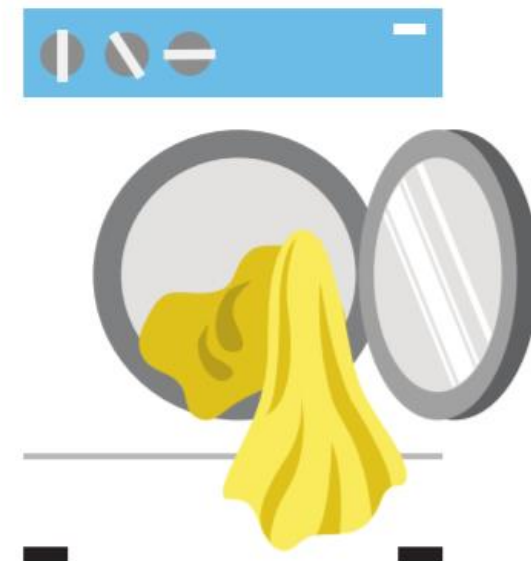
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



**¿Los sistemas  
fotovoltaicos causan  
daño a las tarjetas  
electrónicas de los  
equipos  
acondicionadores de  
aire y de lavandería?**



## INTRODUCCIÓN



Sistemas fotovoltaicos,  
Perturbaciones,  
Calidad de la energía.

Google  
Académico

Photovoltaic Systems,  
Disturbances,  
Power quality.

17 → 2004 a 2021

Existen resultados diferentes

No afectan de modo significativo la calidad de la energía eléctrica en el punto de conexión común (PCC) → 10

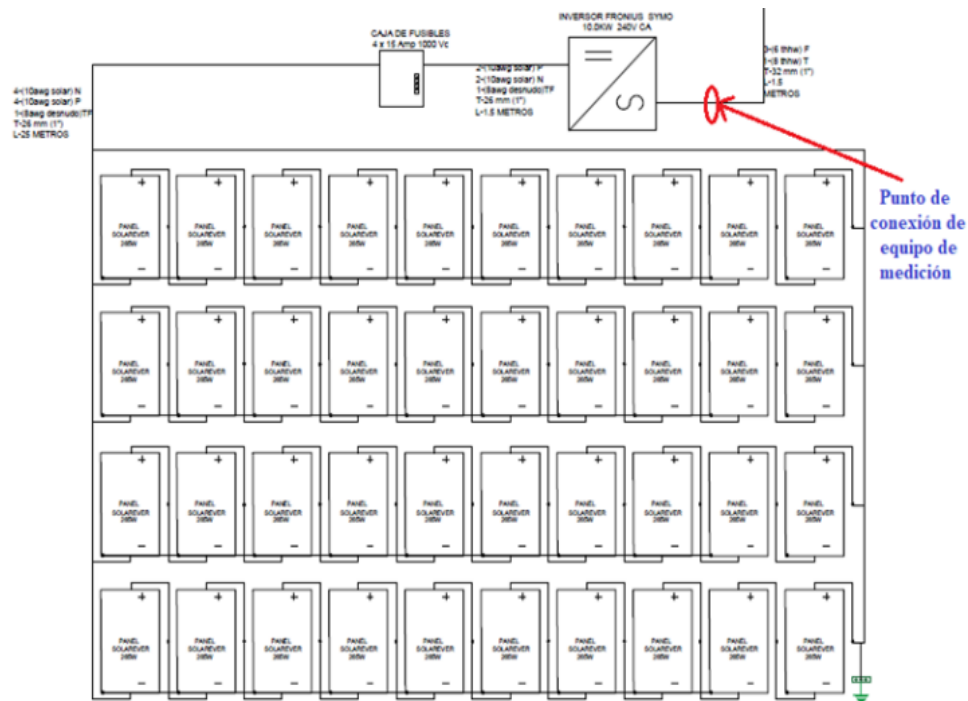
Pueden degradar la calidad de la red eléctrica y alterar el rendimiento de otros equipos eléctricos → 3

La baja irradiancia solar tiene un impacto significativo en la calidad de la energía de salida del sistema fotovoltaico → 3

El mayor problema del suministro fotovoltaico son los armónicos → 1

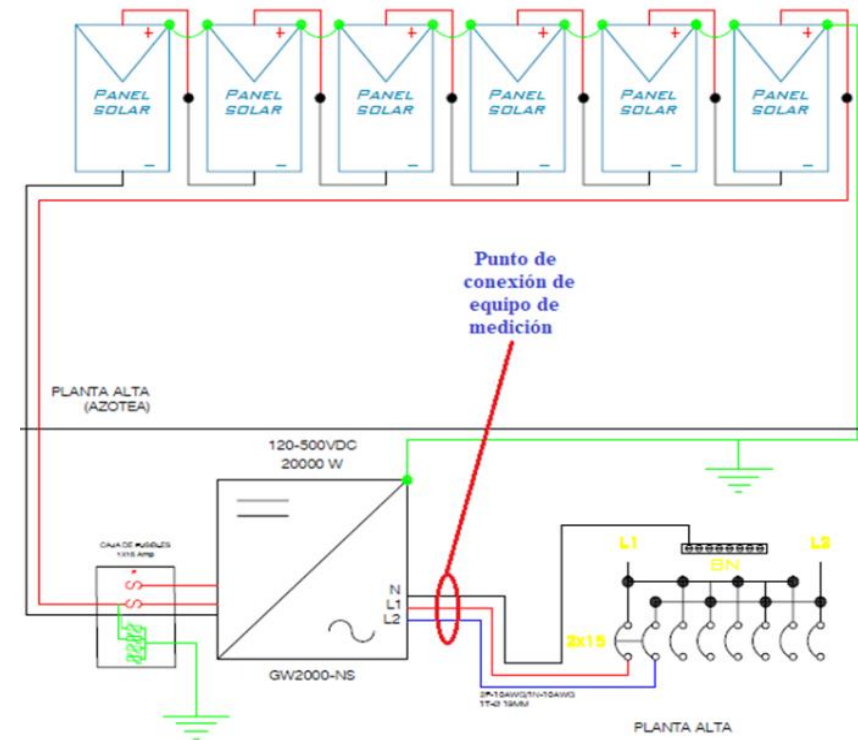


# SISTEMAS A MONITOREAR



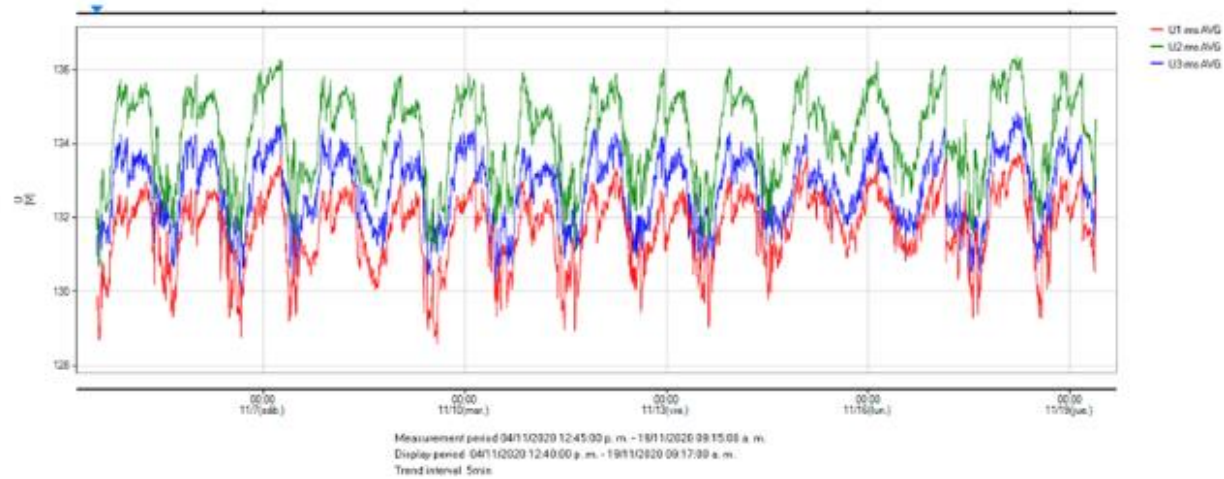
A. R. Hioki,  
Modelo PQ3198  
calibrado por  
Welsh.  
500A comercial.  
50A residencial.  
Rango cada 5-  
minutos.

Capacity	10 kWp
Number of panels	40
Peak power of each panel	265 W
Panel brand	SOLAREVER
Panels model	SE-156*156-P-60
Inversor brand	Fronius
Inverter model	SYMO 10.0-3 208/240
Maximum power output	13 kW



Capacity	2 kWp
Number of panels	6
Peak power of each panel	330 W
Panel brand	Risen Solar Technology
Panels model	RSM72-6-330P
Inversor brand	GOODWE
Inverter model	GW-2000-NS
Maximum power output	2.6 kW





*Grafica de perfil de voltaje en SFV de 10 kWp*

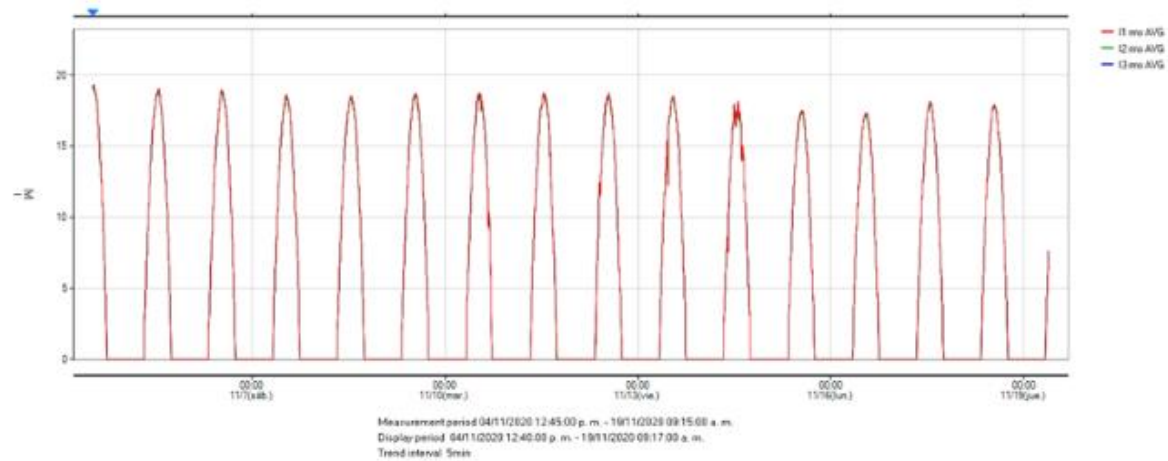
Fase	Tensión nominal fase a neutro	Tensión de fase a neutro (V)			Límites	IEEE Std 1100- 1999
		Mínimo	Promedio	Máximo		
1	127 V	130.80	131.71	131.97	± 5%	Cumple
2	127 V	133.45	134.22	134.55		Cumple
3	127 V	132.09	132.77	133.11		Cumple

*Valores de medición obtenidos y comparados con la IEEE Std 1100-1999*



# SISTEMA FOTOVOLTAICO COMERCIAL DE 10 kWp

## RESULTADOS



Gráfica de perfil de corriente en SFV de 10 kWp.

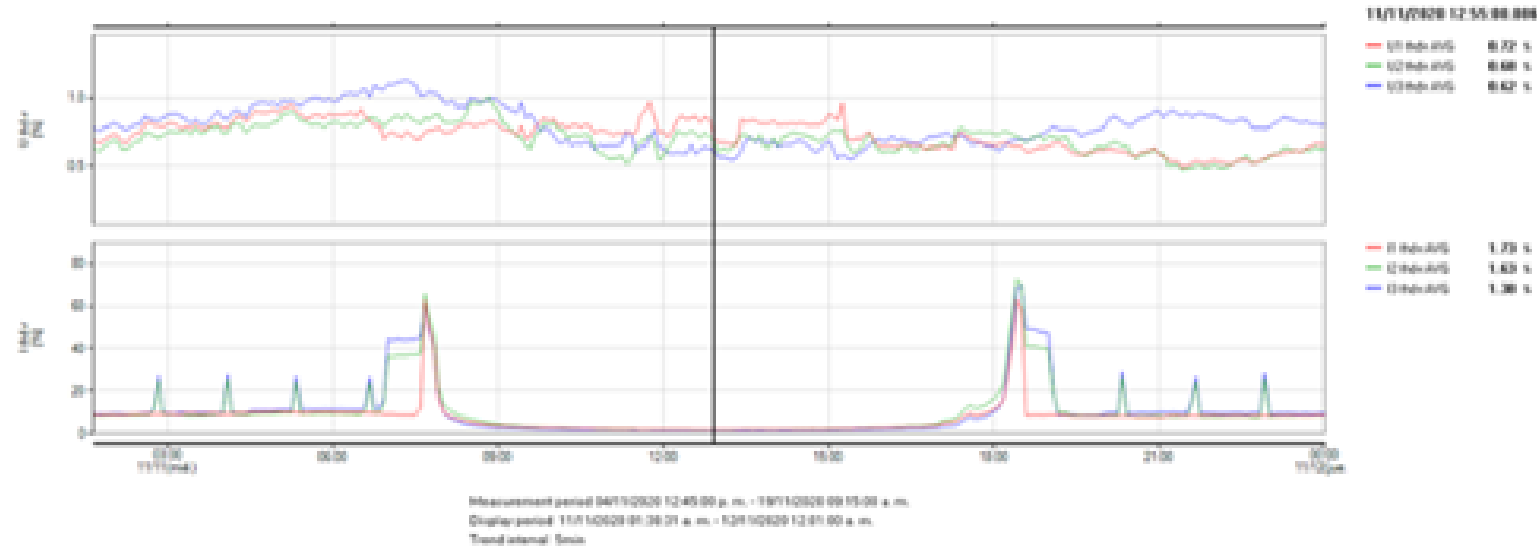


Gráfica de perfil de potencia en SFV de 10 kWp

Potencia	Valores de potencias			Potencia del Inversor en kWp
	Mínimo	Promedio	Máximo	
Aparente (kVA)	7.53	7.56	7.59	
Real (kW)	7.52	7.55	7.57	13
Reactiva (kVAR)	-0.75	-0.36	0.51	

Valores de medición obtenidos





Gráfica de perfil de voltaje y corriente en SFV de 10 kWp

Table 1—Voltage distortion limits

Bus voltage $V$ at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0$ kV	5.0	8.0
$1$ kV $< V \leq 69$ kV	3.0	5.0
$69$ kV $< V \leq 161$ kV	1.5	2.5
$161$ kV $< V$	1.0	1.5 <sup>a</sup>

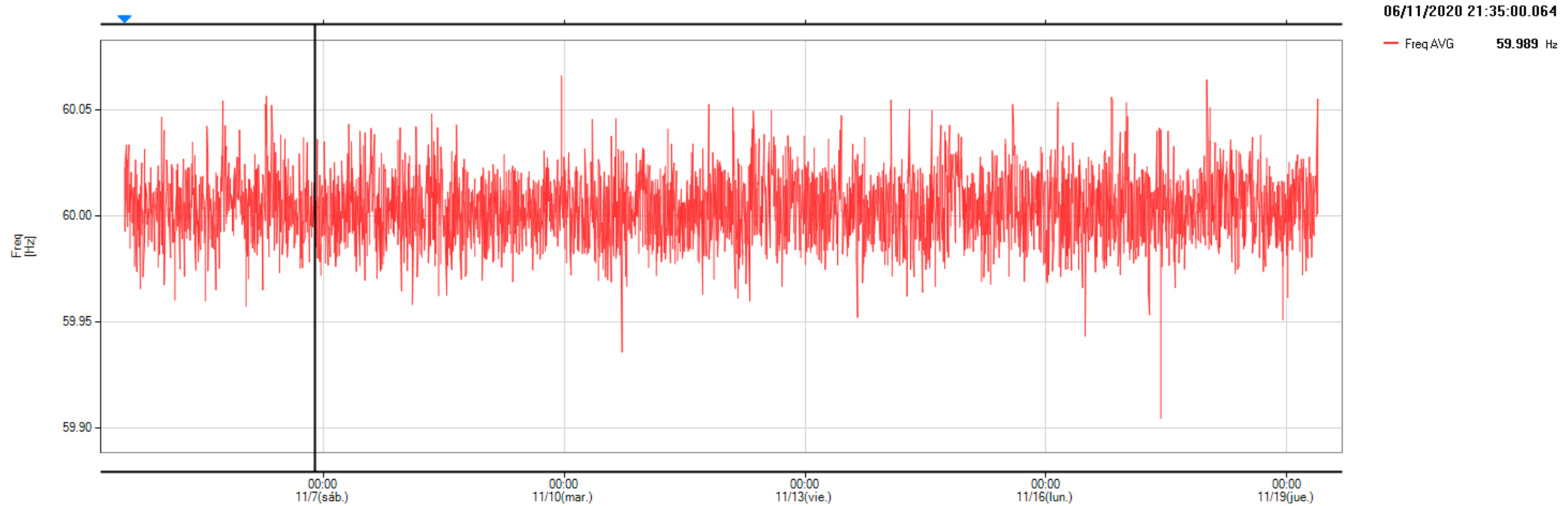
<sup>a</sup>High-voltage systems can have up to 2.0% THD where the cause is an HVDC terminal whose effects will have attenuated at points in the network where future users may be connected.

Fase	THDV Máx.	Límite Máximo (%)	Std. IEEE 519-2014
1	0.69	8%	Cumple
2	0.66		Cumple
3	0.55		Cumple

Valores de medición obtenidos comparados con la IEEE 519-2014



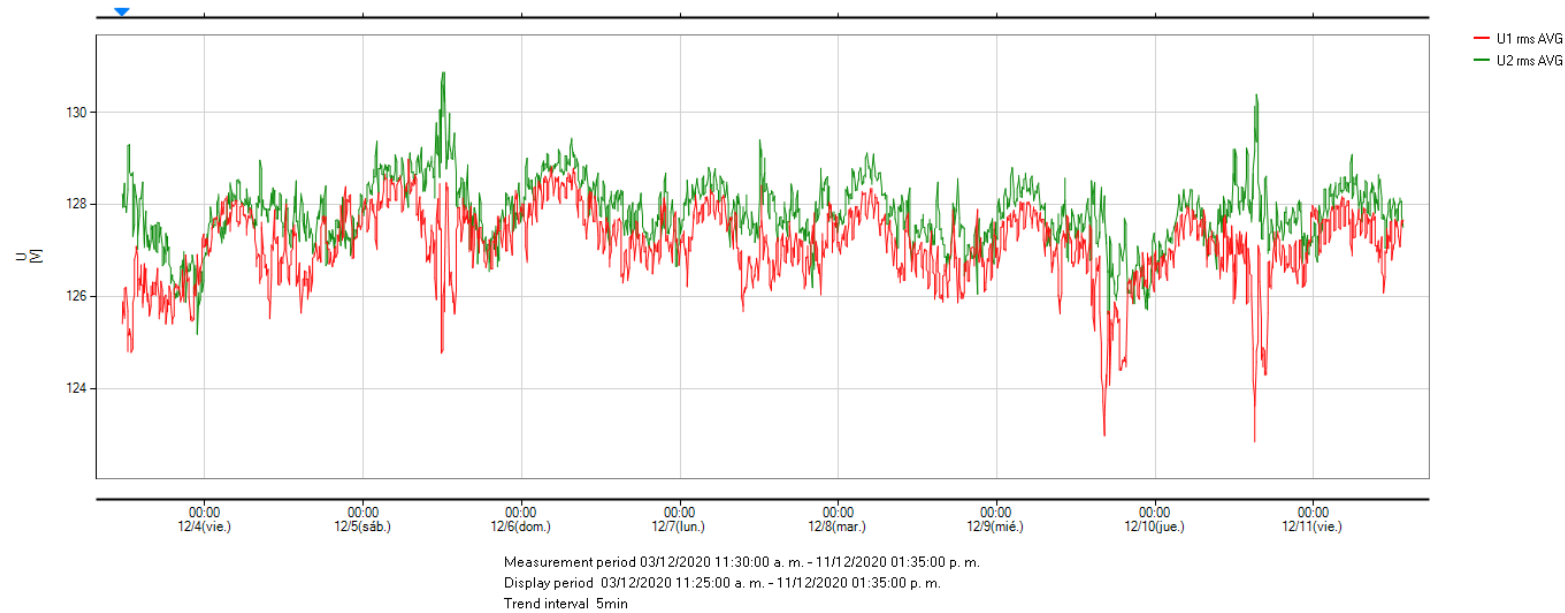
## Perfil de frecuencia



Measurement period 04/11/2020 12:45:00 p. m. - 19/11/2020 09:15:00 a. m.  
Display period 04/11/2020 12:40:00 p. m. - 19/11/2020 09:17:00 a. m.  
Trend interval 5min







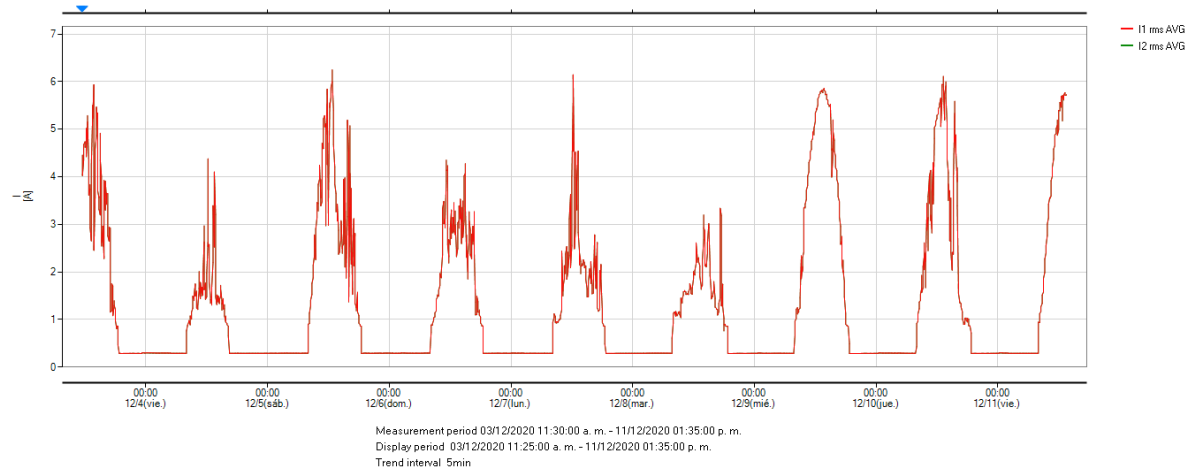
Gráfica de perfil de voltaje en SFV de 2 kW<sub>p</sub>

Fase	Tensión nominal de fase a neutro	Tensión de fase (V)			Límites	IEEE Std 1100-1999
		Mínimo	Promedio	Máximo		
1	127 V	107.57	127.12	127.53	± 5%	No cumple
2	127 V	127.22	127.83	128.43		Cumple

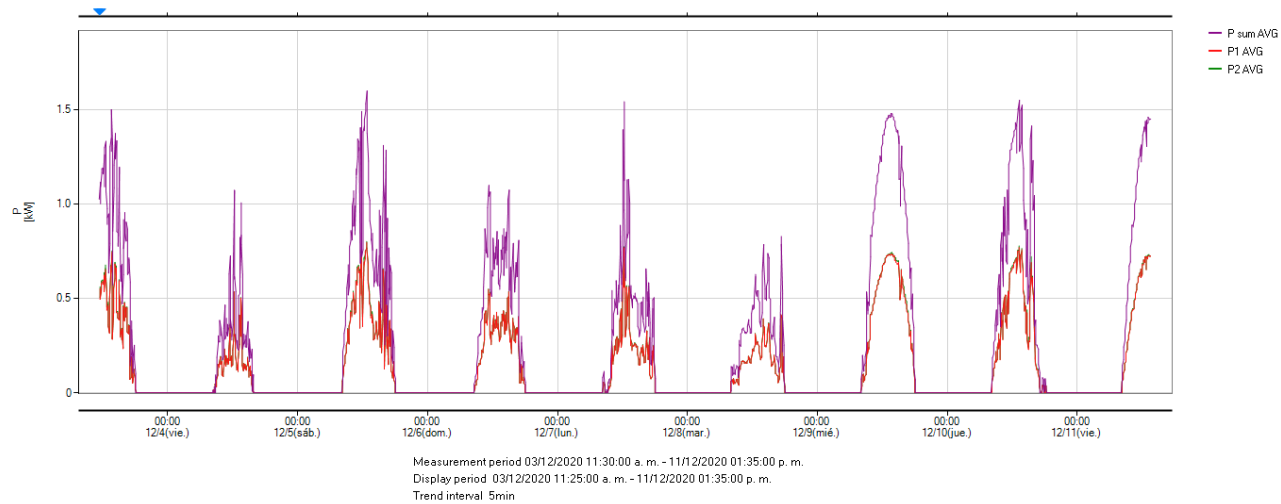
*Nota: En la fase 1 el valor mínimo marca 107.57 el día 04 de diciembre de 2020 a las 13hr50, este valor fue causado por una falla de CFE.*



## SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL DE 2 kWp



Gráfica de perfil de corriente en SFV de 2 kWp



Gráfica de perfil de potencia en SFV de 2 kWp

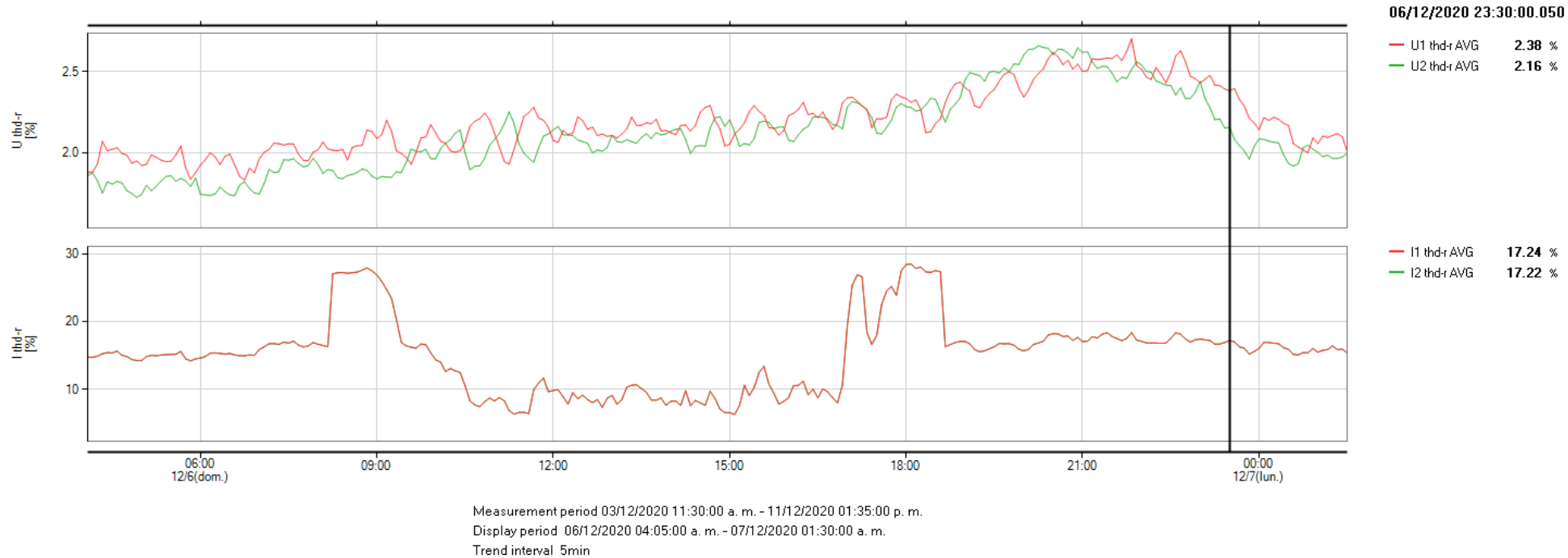
Potencia	Valores de potencias			Potencia del Inversor en kWp
	Mínimo	Promedio	Máximo	
Aparente (kVA)	1.532	1.61	2.026	
Real (kW)	1.520	1.59	2.016	2.6
Reactiva (kVAR)	0.265	0.265	0.78	

Valores de medición obtenidos



# SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL DE 2 KW<sub>p</sub>

## RESULTADOS



Gráfica de perfil de componente armónico de voltaje y corriente en SFV de 2 kW<sub>p</sub>

Table 1—Voltage distortion limits

Bus voltage $V$ at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0$ kV	5.0	8.0
$1$ kV $< V \leq 69$ kV	3.0	5.0
$69$ kV $< V \leq 161$ kV	1.5	2.5
$161$ kV $< V$	1.0	1.5 <sup>a</sup>

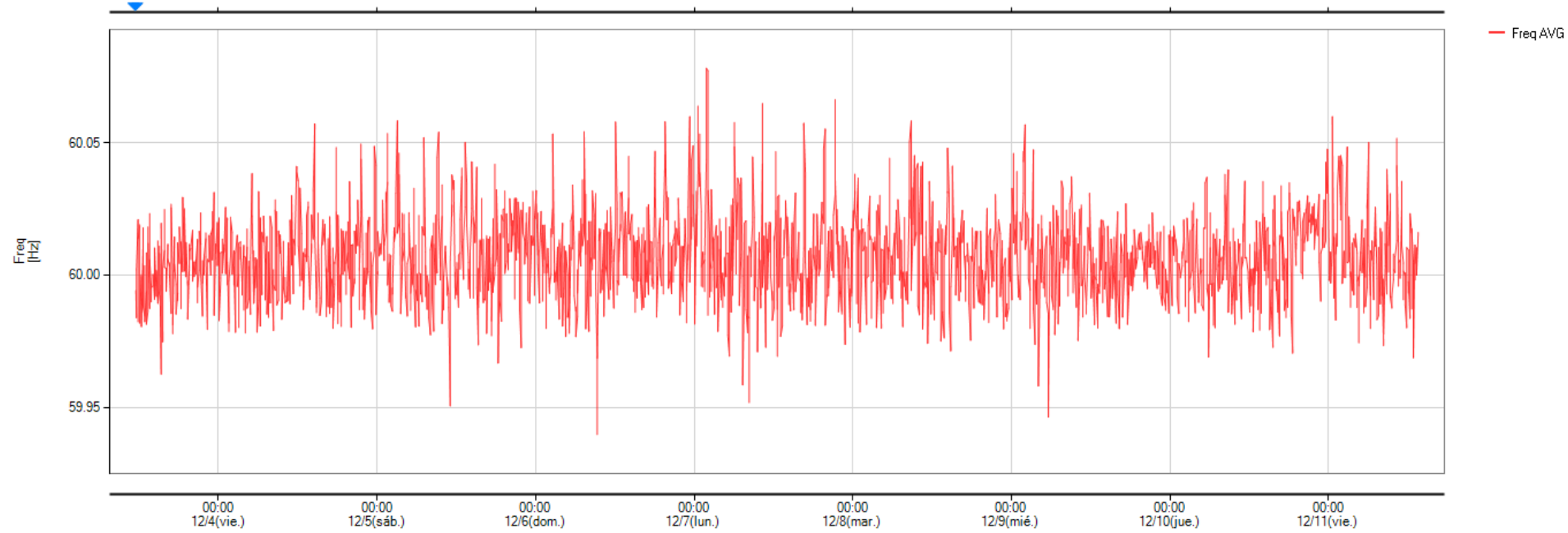
<sup>a</sup>High-voltage systems can have up to 2.0% THD where the cause is an HVDC terminal whose effects will have attenuated at points in the network where future users may be connected.

Fase	THDV Máx.	Límite Máximo (%)	Std. IEEE 519-2014
1	2.42	8%	Cumple
2	1.93		Cumple
3	N/A		N/A

Valores de medición obtenidos comparados con IEEE 519-2014

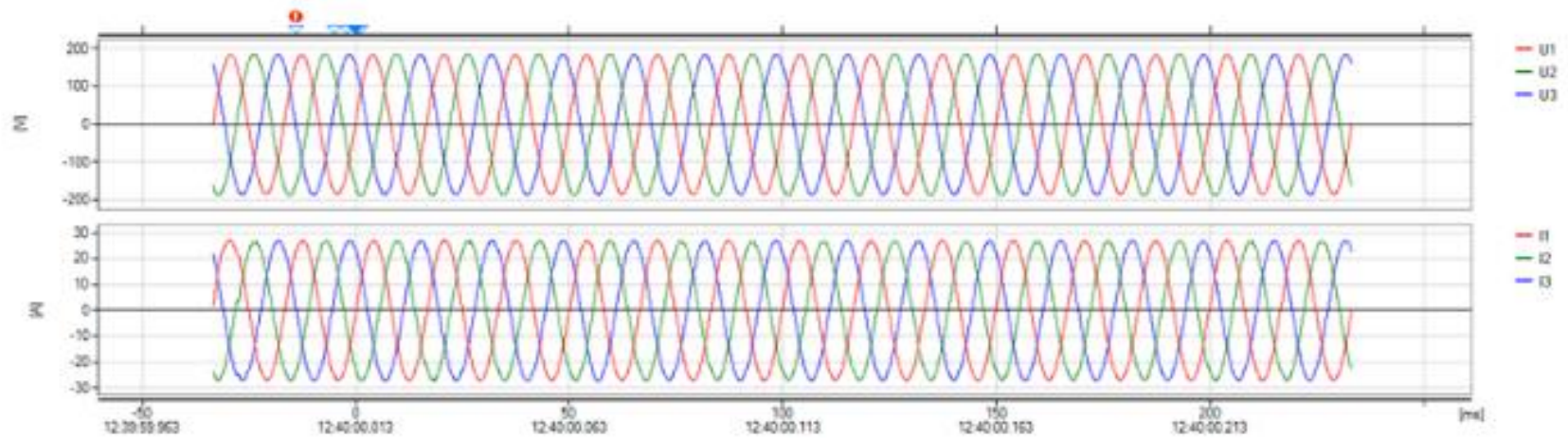


## Perfil de frecuencia

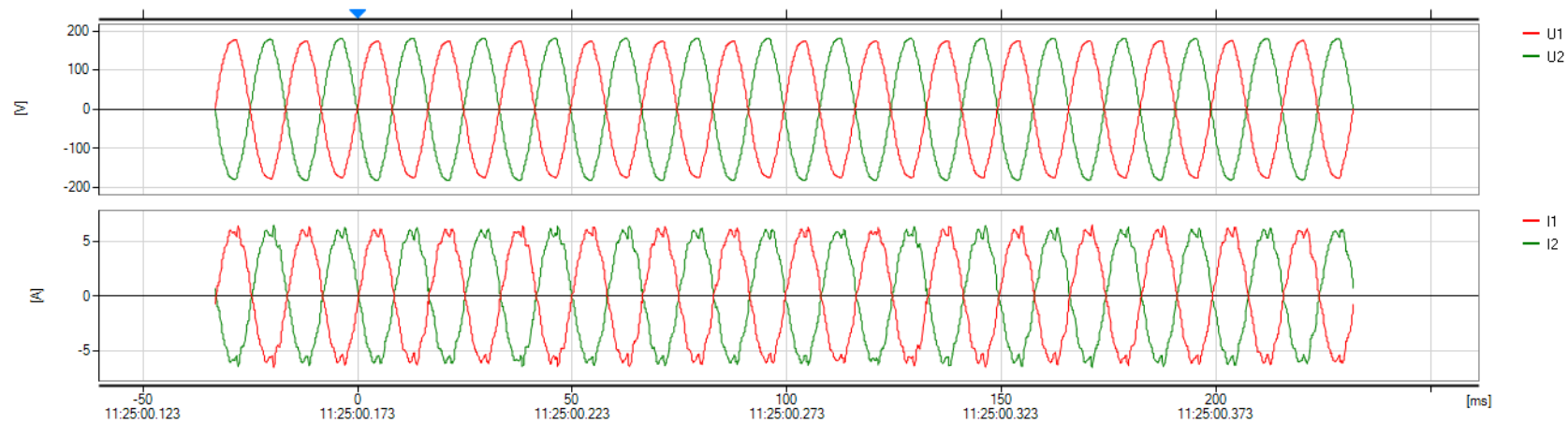


Measurement period 03/12/2020 11:30:00 a. m. - 11/12/2020 01:35:00 p. m.  
Display period 03/12/2020 11:25:00 a. m. - 11/12/2020 01:35:00 p. m.  
Trend interval 5min





*Forma de onda de sistema fotovoltaico comercial*



*Forma de onda de sistema fotovoltaico domestico*



- A grandes rasgos, se puede concluir que un sistema fotovoltaico puede entregar una calidad de energía diferente entre fabricantes de inversores y esto se pudiera relacionar directamente con el precio. Entre mejor calidad de energía entregue necesitara más electrónica específica aumentando su costo. Ahora, esta calidad de la energía no puede ser suficiente para decir que causara fallas en la red o aparatos eléctricos, estos daños son asociados a una situación combinada entre inversor, la red y aparatos eléctricos, es decir, resonancia. Estos estudios de impacto si se recomienda hacer en sistemas fotovoltaicos conectados a instalaciones eléctricas industriales.
- En los dos casos estudiados, encontramos afectaciones mayores al 5% establecidas en el estándar IEEE 1100-1999, pero menores al 10% establecido en el marco legal mexicano, de conformidad con la Especificación CFE L0000-45 “Desviaciones permisibles en las formas de onda de tensión y corriente en el suministro y consumo de energía eléctrica” mismas que no generan daños a las tarjetas electrónicas de los equipos usados en la industria hotelera mexicana.





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