



"2021: Año de la Independencia"

Página 1 de 30
INFORME K3413-88-2020
18 de marzo de 2021

ÁREA: Oficina de Protección y Comunicaciones

INFORME No.:	K3413-88-2020
SOLICITANTE:	HUAWEI TECHNOLOGIES DE MÉXICO, S.A. DE C.V. Contacto: Pablo Alfonso Rodríguez Centeno Pabloa.centeno@huawei.com Teléfono: 5620876448
DIRECCIÓN:	Avenida Santa Fe, Núm. exterior 440, Núm. Interior piso 15, Colonia Santa Fe Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, C.P. 05348, Ciudad de México.
TÍTULO:	Pruebas en laboratorio a inversor fotovoltaico de 20 kW marca Huawei con base en Resolución Núm. RES/142/2017.

RESUMEN:

Objetivo:

Verificación y pruebas a 1 inversor con base en la tabla 5 de las disposiciones aplicables a las centrales de generación distribuida y generación limpia distribuida (resolución Núm. RES/142/2017).

Características del inversor:

Inversor para sistemas fotovoltaicos interconectados, marca: Huawei, modelo: SUN2000-20KTL-M3, núm. de serie: ES20A0010509, lugar de fabricación: China, potencia: 20 kW, tensión (C.A.): 220 V / 240 V, configuración: L1 – L2 – L3 – N – PE, versión de software (aplicación móvil SUN2000): 3.2.00.009 y núm. de muestra LAPEM 16759.

Normas o documentos aplicables:

- Resolución Núm. RES/142/2017.

Conclusiones:

Tabla 1. Resumen de resultados.

Cláusula RES/142	Prueba	Requerimiento de la RES/142		Medición	Resultado	
		Descripción	Límite			
5.1	Sincronía	No causar fluctuación	> ± 5 %	0.002 %	Dentro de rango	
5.3	Factor de potencia	Operar con diferentes ajustes de FP	0.95 en adelante y atraso	-0.9496 y 0.94019	Dentro de rango	
5.4	Distorsión armónica	No superar los límites	Armónica impar (35 ≤ h) = 0.3 %	0.036 %	Dentro de rango	
			Armónica par (35 ≤ h) = 0.075 %	0.064 %		
5.5	Inyección de corriente directa	No debe ser mayor	0.5 %	0.24 %	Dentro de rango	
5.7.1	Variación en la tensión	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	V < 50	0.16 s	0.08 s	Dentro de rango
			50 < V < 88	2.00 s	0.08 s	Dentro de rango
			88 < V < 110	Operación permanente	Sin desconexión	Dentro de rango
			110 < V < 120	1.00 s	0.112 s	Dentro de rango
			V > 120	0.16 s	0.096 s	Dentro de rango
5.7.2	Variación en frecuencia	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	f > 61.2 hz	0.16 s	0.048 s	Dentro de rango
			57.0 ≤ f < 61.2	Operación permanente	Operación permanente	Dentro de rango
			f < 57.0 hz	0.16 s	0.048 s	Dentro de rango
5.7.3	Reconexión con retardo	Deberá reconectarse	5 min o ajustable	t = 1.51 m	Dentro de rango	
5.7.4	Anti-isla	Desconectarse	ICA = 0	t < 0.5 s	t = 0.064 s	Dentro de rango
Tabla 5	Capacidad de aislamiento contra sobretensiones	Cláusulas 44 y 47.1.1 de UL 1741	Ver inciso 6.9		Dentro de rango	

Nota 1: Con base en lo especificado en la tabla 5 de la Resolución RES/142/2017, no se evalúa la eficiencia de conversión de energía eléctrica y no se incluyen pruebas de conformidad de producto.

Nota 2: Declaración de la incertidumbre U para un factor de cobertura k=2.0 y un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % (ver tabla 3 en inciso 5.1)

Nota 3: Los resultados aquí presentados no aceptan ningún lote de producción, ni validan alguna compra de este equipo, los resultados afectan y tienen validez únicamente para la(s) muestra(s) probada(s) cuya identificación se indican en este informe. No ampara la totalidad de las pruebas prototipo. Documento confidencial.

Con fecha 18 de marzo de 2021 el presente documento que consta de 30 fojas, así como la información que de él se genere, se clasifica como reservado por parte del titular del Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales de la Comisión Federal de Electricidad, con fundamento en los Artículo 3 Fracción III, IV, V, VI y XV, Artículo 14 Fracción I y II, Artículo 15, 16 y 21 de la Ley de Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental; Artículo 26, 27, 30 y 34 Fracción I y II del Reglamento de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental; Lineamiento Primero, Cuarto, Quinto, Sexto, Décimo Quinto y Vigésimo Quinto de los Lineamientos Generales para la Clasificación y Desclasificación de la Información de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal. Asimismo, esta información permanecerá con este carácter durante el periodo de 10 años a partir de la fecha de su clasificación, o bien al momento en que se actualice alguno de los supuestos previstos en el Artículo 34 de dicho Reglamento. Así lo proveyó y rubrica el Ing. Genaro Ismael Medina Luna, Gerente del Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales de la Comisión Federal de Electricidad.

FECHA: 18 de marzo de 2021	EXPEDIENTE: EXP-K3413-88-2020	APROBÓ: Ing. José Luis Mar Escalante Jefe de la oficina de Protección y Comunicaciones	AUTORIZÓ: Ing. Luis Antonio Ledezma León Jefe del Departamento de Transmisión
ELABORÓ: Ing. Raúl Hernández García Ing. Perla Edith Corona Pérez Ing. Luis Hernández Ramírez			

Este documento no es válido sin su correspondiente Evidencia Criptográfica (Firma Electrónica).

Av. Apaseo Oriente # 950, Ciudad Industrial- C.P. 36541 Irapuato, Guanajuato, México. Apartado. Postal 612 Tel. (462) 623-94-00 Fax. (462) 623-94-94 http://www.cfe.gob.mx/lapem	NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.
--	---



"2021: Año de la Independencia"

Página 2 de 30
INFORME K3413-88-2020
18 de marzo de 2021

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	3
2	OBJETIVO	3
3	NORMAS O DOCUMENTOS APLICABLES	3
4	REGLA DE DECISIÓN	3
5	PRUEBAS O ACTIVIDADES REALIZADAS.....	4
	5.1 Requerimientos de prueba.....	5
6	RESULTADOS	6
	6.1 Sincronía.....	6
	6.2 Factor de potencia	7
	6.3 Distorsión Armónica.....	8
	6.4 Inyección de corriente directa.....	14
	6.5 Variación en la tensión del suministro	14
	6.6 Variación en la frecuencia del suministro.....	20
	6.7 Reconexión con retardo.....	23
	6.8 Anti-isla.....	24
	6.9 Capacidad del aislamiento contra sobretensiones.....	25
7	CONCLUSIONES	26
8	ANEXOS.....	27
	8.1 Equipo bajo prueba	27
	8.2 Equipos de prueba.....	28
	8.3 Bitácora.....	30



1 ANTECEDENTES

Este servicio fue solicitado por parte de la empresa HUAWEI TECHNOLOGIES DE MEXICO, de acuerdo con la solicitud SOLK30002020FE90, cotización C2020COK34139CW1 y orden de trabajo OTK3413CO2020PTN5. Las pruebas se iniciaron el día 24 de febrero de 2021, no se pudo evaluar debido a que no estuvo configurado para las pruebas. En la aplicación móvil SUN2000, mostró fuera de rango el nivel de tensión 231 V y 60 Hz, el cual se imposibilitaba ejecutar las pruebas, agregando que la aplicación tenía la restricción de modificar los parámetros de FP, así como los niveles de protección de sobrevoltaje y bajo voltaje.

El fabricante solicitó regresarlo a fábrica para programar los ajustes necesarios para las pruebas. el cual se retiró el día 26 de febrero de 2021. El día 02 de marzo 2021 se recibe equipo y se continuó con las pruebas, finalizando el día 17 de marzo 2021.

2 OBJETIVO

Verificación y pruebas a un inversor con base en la tabla 5 de las disposiciones aplicables a las centrales de generación distribuida y generación limpia distribuida (RESOLUCIÓN RES/142/2017).

3 NORMAS O DOCUMENTOS APLICABLES

- RESOLUCIÓN RES/142/2017 Resolución de la comisión reguladora de energía por la que expide las disposiciones administrativas de carácter general, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia distribuida, tabla 5 Pruebas operativas de la Central Eléctrica.

4 REGLA DE DECISIÓN

Para evaluar la conformidad se consideran los valores medidos de los parámetros eléctricos más el valor relativo de la incertidumbre expandida.

5 PRUEBAS O ACTIVIDADES REALIZADAS

Se realizaron las siguientes pruebas:

Tabla 2. Pruebas al inversor.

Prueba tipo
Sincronización
Factor de potencia
Distorsión armónica (calidad)
Inyección de corriente directa
Variación en la tensión
Variación en frecuencia
Reconexión con retardo
Anti-isla
Capacidad de aislamiento a la sobretensión

En la figura 1 muestra el diagrama de conexión y los puntos de medición realizados.

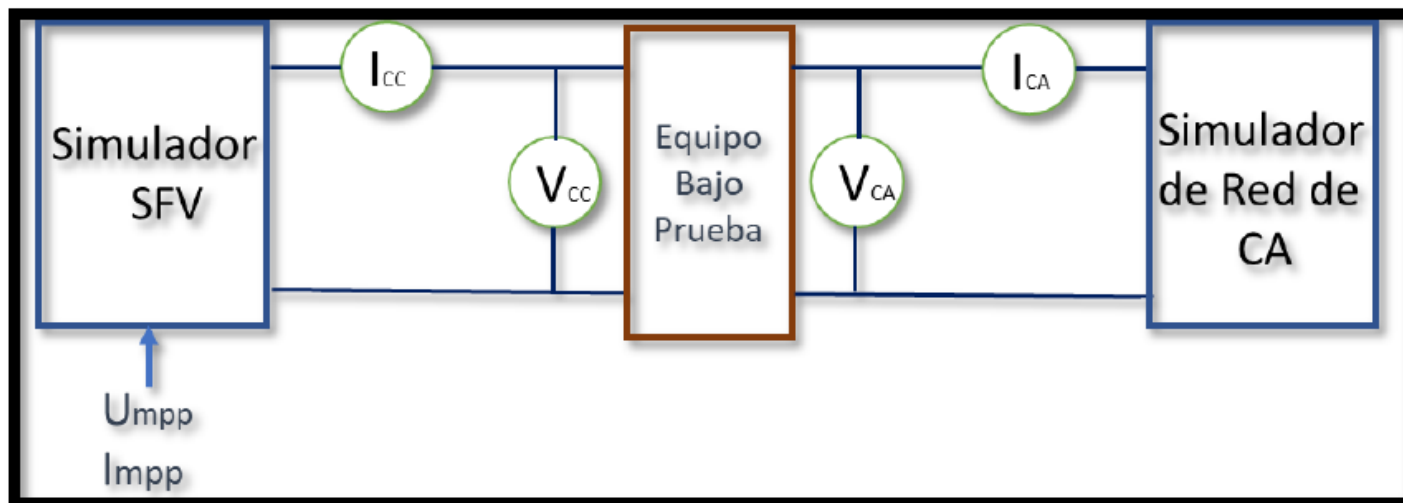


Figura 1. Diagrama de conexión (obtenido de la norma UNE-EN-50530-2011)

Todas las mediciones se realizaron a una temperatura ambiente de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

"2021: Año de la Independencia"

Página 5 de 30
INFORME K3413-88-2020
18/03/2021

5.1 Requerimientos de prueba

Tabla 3. Descripción de los requerimientos de la Resolución Núm. RES/142/2017.

RES-142 (Cláusula)	Prueba	Descripción	Incertidumbre en la medición
5.1	Sincronización	Variación de la tensión del punto de interconexión $< \pm 5\%$.	Tensión $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
5.3	Factor de potencia	El inversor debe ser capaz de mover el factor de potencia en 0.95 atraso y en adelanto.	Ángulo $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
5.4	Distorsión armónica (calidad)	El inversor no debe inyectar corrientes que superen los valores de armónicos especificados en el documento de referencia	66 Hz $< f \leq 1$ kHz $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.5 % rango 1 kHz $< f \leq 10$ kHz $\pm 1\%$ Lec. + 0.5 % rango
5.5	Inyección de corriente directa	La inyección de corriente directa por parte del inversor en el punto de interconexión debe ser $\leq 5\%$ I_{nom} .	Corriente $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
5.7.1	Variación en la tensión	Para tensiones que se encuentren dentro del rango de $50 \leq V < 88\%$ el inversor debe desconectarse en $t < 2$ s.	Tensión $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
		Para tensiones menores del 50 % de V_{nom} el inversor debe desconectarse en $t < 0.16$ s.	Tensión $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
		Para tensiones que se encuentren dentro del rango de $110 < V < 120\%$ el inversor debe desconectarse en $t < 1$ s.	Tensión $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
		Para tensiones mayores del 120 % de V_{nom} el inversor debe desconectarse en $t < 0.16$ s.	Tensión $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
5.7.2	Variación en frecuencia	Para frecuencias mayores de 61.2 Hz el inversor debe desconectarse de la red en un tiempo $t < 0.16$ s.	Frecuencia $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
		Para frecuencias menores de 57.0 Hz el inversor debe desconectarse de la red en un tiempo $t < 0.16$ s.	Frecuencia $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
5.7.3	Reconexión con retardo	Reconexión automática después de una falla en un tiempo de 5 min o ajustable por el usuario.	Frecuencia $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
5.7.4	Anti-isla	La corriente suministrada por el inversor debe pasar de $I_{nominal}$ a $I_{CA} = 0$ en un tiempo $t < 0.5$ s.	Corriente $\pm 0.1\%$ Lec. + 0.05 % rango
----	Capacidad de aislamiento a la sobretensión (Cláusula 44 y 47.1.1 UL 1741)	No presentar flameo, metal derretido, riesgo de fuego y descarga eléctrica, aplicando durante 1 min 1528 VCA.	Tensión $\pm 0.13\%$, tiempo $\pm 0.003\%$ + 1 cuenta.

6 RESULTADOS

6.1 Sincronía

El inversor de Generación Distribuida entrará en paralelo con las Redes Generales de Distribución sin causar fluctuación de tensión mayor a +/- 5 % de los niveles de tensión las Redes Generales de Distribución en el punto de interconexión.

Tabla 4. Tiempo de sincronización.

Prueba	Hora de energización	Hora de Interconexión	Diferencia de tiempo
Tiempo	15:34:54	15:36:11	1 min 17 s

Tabla 5. Tensión de sincronización.

Prueba	Tensión sin Interconexión (VAC)	Tensión después de la Interconexión (VAC)	Diferencia	Límite de las disposiciones
Tensión	220.03	220.41	0.002 %	5%

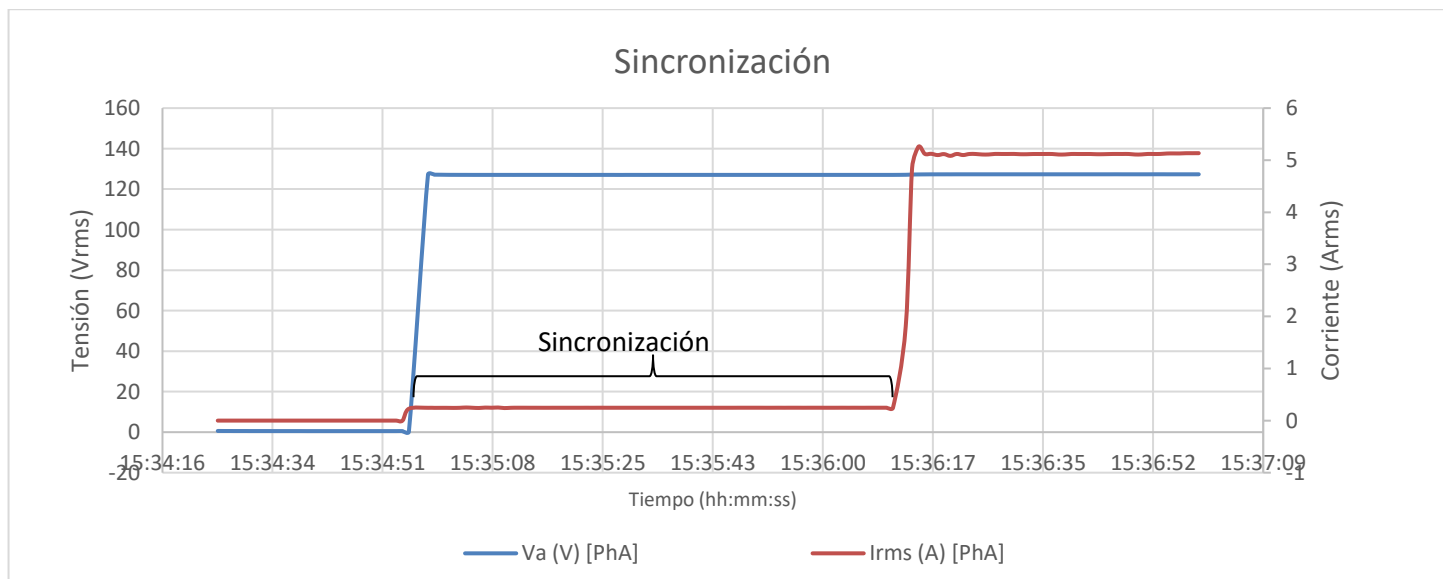


Figura 2. Gráfica de sincronización.

6.2 Factor de potencia

Se ajustó el inversor utilizando la interfaz del usuario en aplicación móvil (ver figura 3) con los siguientes pasos de factor de potencia:

El factor de potencia fue configurado de acuerdo con lo siguiente:

- FP=1
- FP=0.95 en adelante
- FP=1
- FP=0.95 en atraso
- FP=1

El requerimiento de la norma de referencia es el siguiente: el inversor fotovoltaico para Generación Distribuida debe operar con factor de potencia en el rango de 0.95 en atraso o en adelante, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 6. Factor de Potencia.

Prueba	Potencia Activa (W)	Potencia Reactiva (var)	FP esperado	FP Medido
Nominal	649.79	-63.71	1	0.9952
Capacitiva	650.79	-214.83	-0.95	-0.9496
Inductiva	647.88	234.74	0.95	0.94019

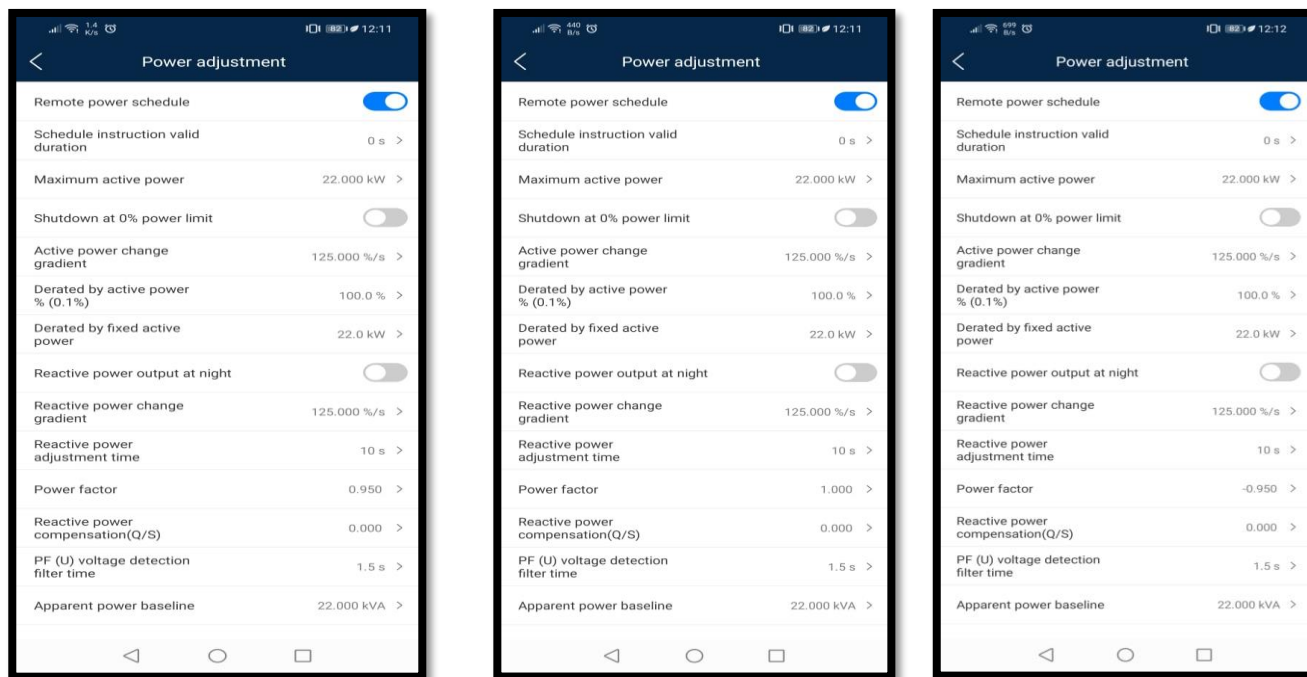


Figura 3. Configuración del factor de potencia en aplicación móvil “Sun2000”.

6.3 Distorsión Armónica

Se realizó la medición de los armónicos individuales (armónica 2 a 50) y del THDI (o distorsión de demanda total TDD) de la entrega de potencia nominal del inversor.

Los armónicos individuales deberán mantenerse sin superar los límites definidos en el documento de referencia, debiendo cumplir con este requerimiento al menos el 95 % del tiempo de prueba durante un periodo de 1 hora.

El valor máximo permitido de distorsión armónica total en la forma de onda de corriente es de 5%.

Tabla 7. Distorsión armónica impar máxima de corriente en porcentaje de la corriente nominal.

Orden individual de armónica h (armónicas impares)		h < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	Distorsión de demanda total (TDD)
Porcentaje (%)	Máximo permitido	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
	Obtenido	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.036

En la tabla siguiente, se muestran los armónicos pares calculados de acuerdo con la RES/142/2017 donde especifica que los armónicos pares deben ser menores en magnitud que el 25% del límite del armónico impar (tabla anterior).

Tabla 8. Distorsión armónica par máxima de corriente en porcentaje de la corriente nominal.

Orden individual de armónica h (armónicas pares)		h < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	Distorsión de demanda total (TDD)
Porcentaje (%)	Máximo permitido	1.0	0.5	0.375	0.15	0.075	1.25
	Obtenido	0.1	0.01	0.007	0.01	0.006	0.064

Nota: El valor de corriente de armónicos pares $35 \leq h$ solicitado en las disposiciones de la RES/142/2017, es muy bajo para que pueda ser medido y determinar si un inversor cumple o no cumple. Los analizadores de calidad de energía trazables con la norma IEC-61000-4-30 no garantizan la medición a esos valores de corriente.

"2021: Año de la Independencia"

Página 9 de 30
INFORME K3413-88-2020
18/03/2021
Tabla 9. Armónicos individuales promedio de 1 hora.

Armónica	Magnitud (%)	Armónica	Magnitud (%)
1	100	26	0.003
2	0.056	27	0.005
3	0.022	28	0.003
4	0.021	29	0.005
5	0.007	30	0.003
6	0.014	31	0.005
7	0.015	32	0.002
8	0.000	33	0.005
9	0.003	34	0.002
10	0.008	35	0.004
11	0.009	36	0.002
12	0.007	37	0.004
13	0.008	38	0.002
14	0.005	39	0.004
15	0.003	40	0.002
16	0.006	41	0.004
17	0.007	42	0.002
18	0.005	43	0.004
19	0.006	44	0.002
20	0.004	45	0.004
21	0.006	46	0.002
22	0.004	47	0.003
23	0.005	48	0.002
24	0.003	49	0.003
25	0.005	50	0.002

En las gráficas siguientes muestran el perfil de 1 hora del grupo de armónicas evaluadas en las tablas 7 y 8 donde el límite de THD es representado por "Límite h".

"2021: Año de la Independencia"

Página 10 de 30
INFORME K3413-88-2020
18/03/2021

Figura 4. Armónicos $h < 11$ impar.

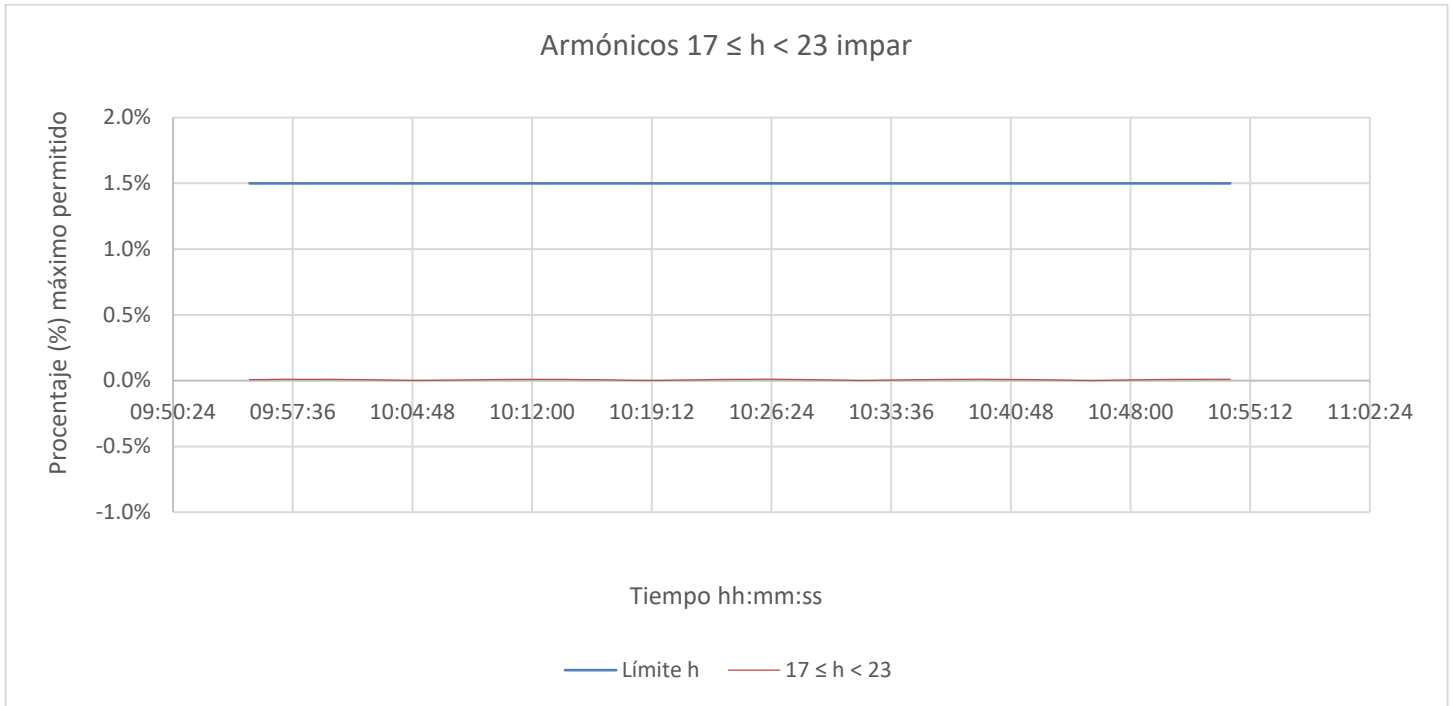


Figura 5. Armónicos $11 \leq h < 17$ impar.

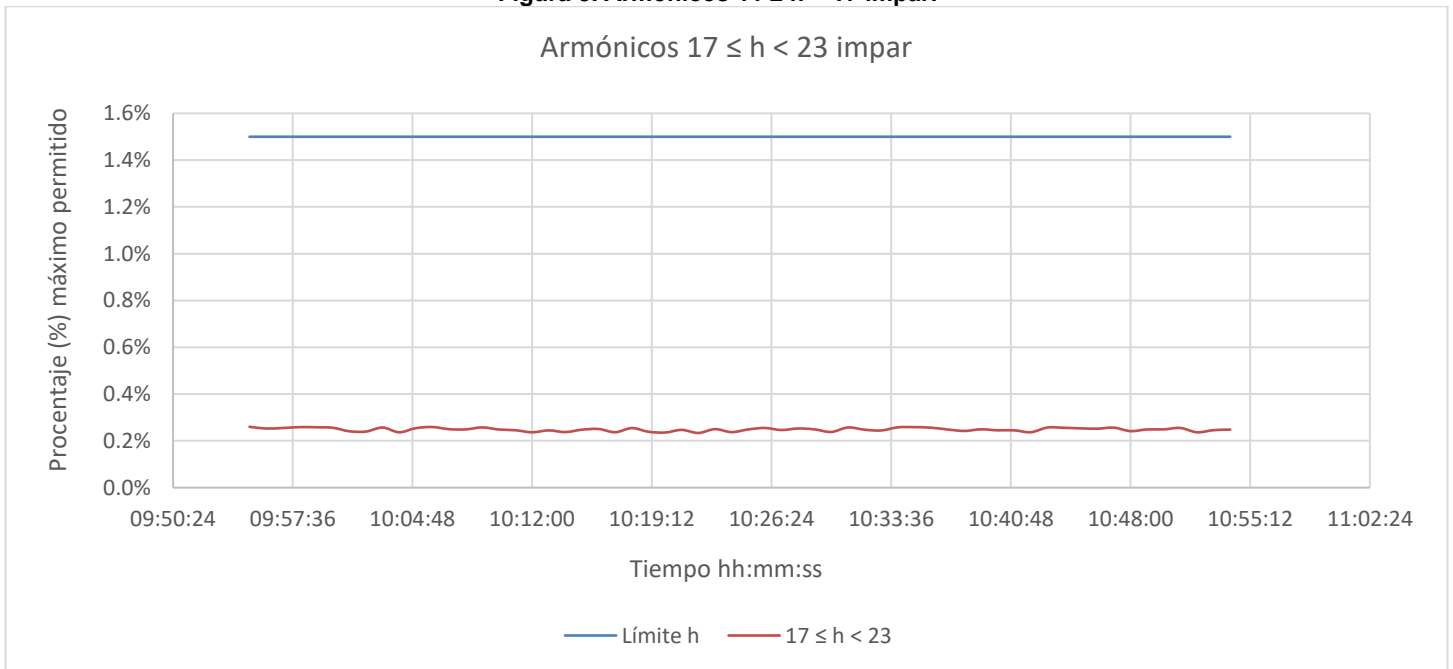


Figura 6. Armónicos $17 \leq h < 23$ impar

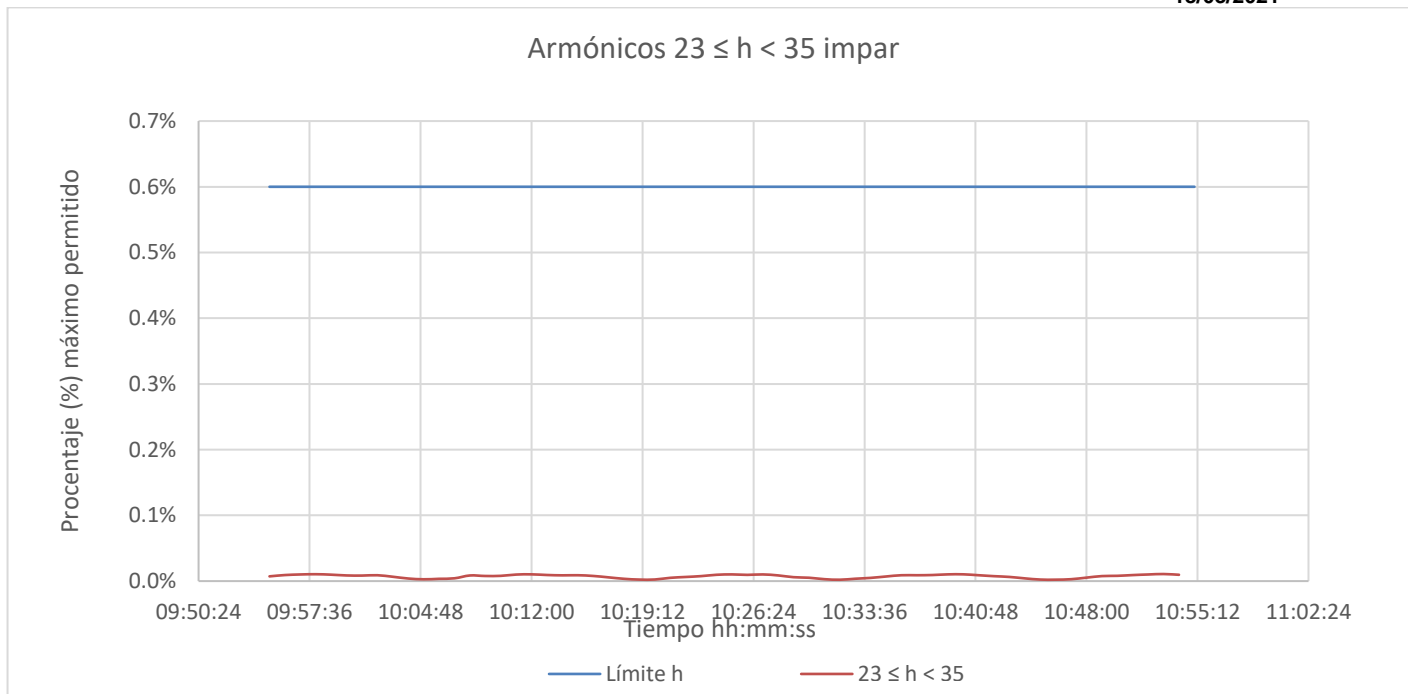


Figura 7. Armónicos $23 \leq h < 35$ impar

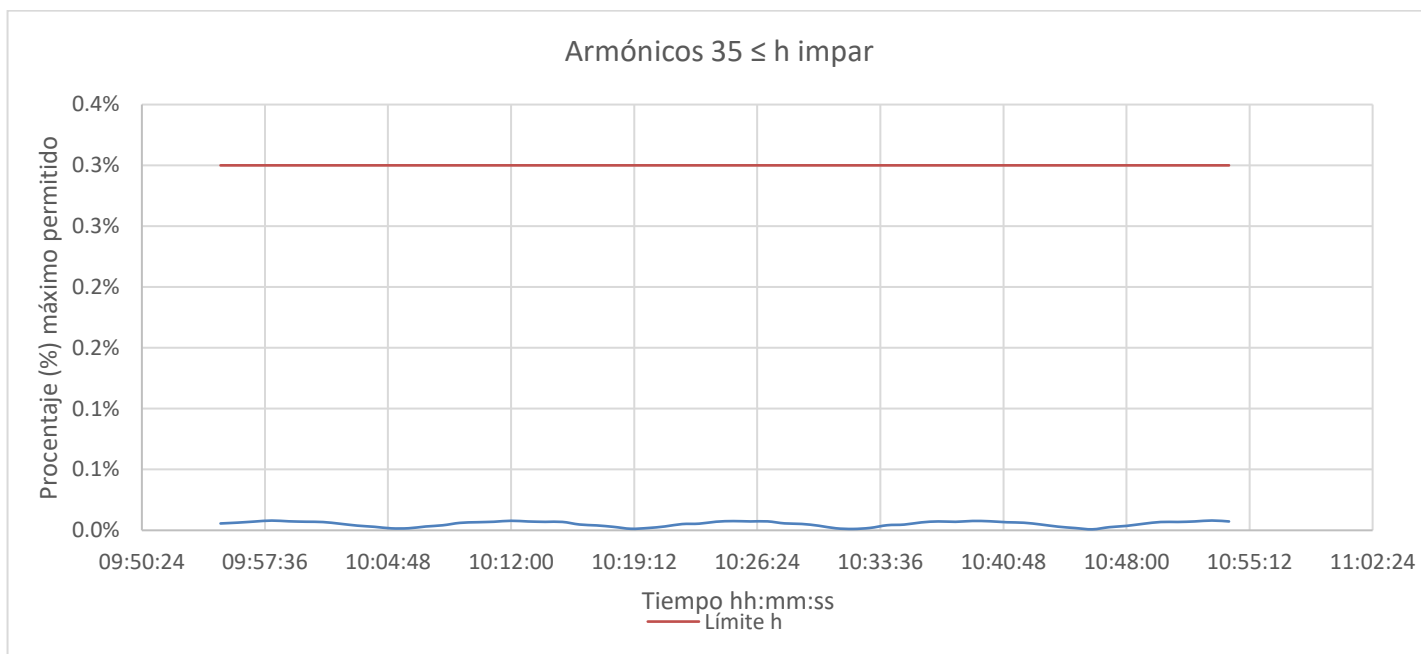


Figura 8. Armónicos $35 \leq h$ impar.

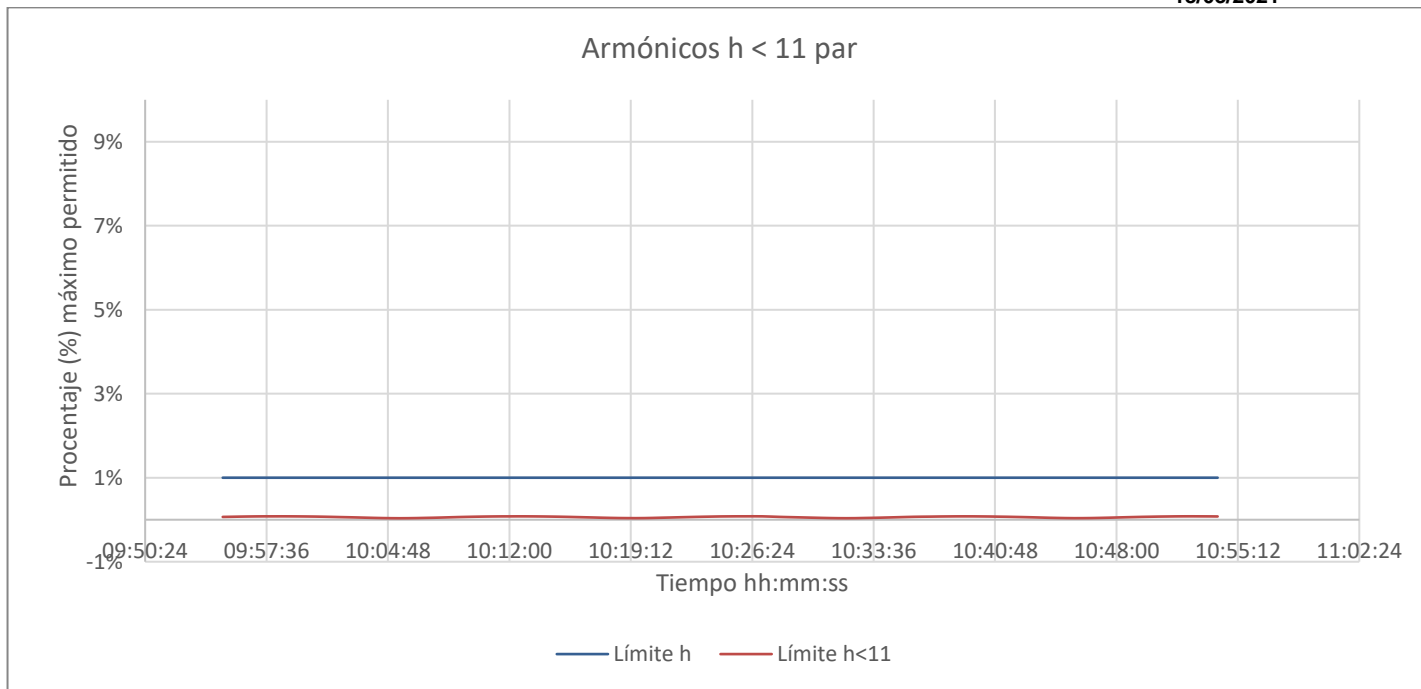


Figura 9. Armónicos $h < 11$ par.

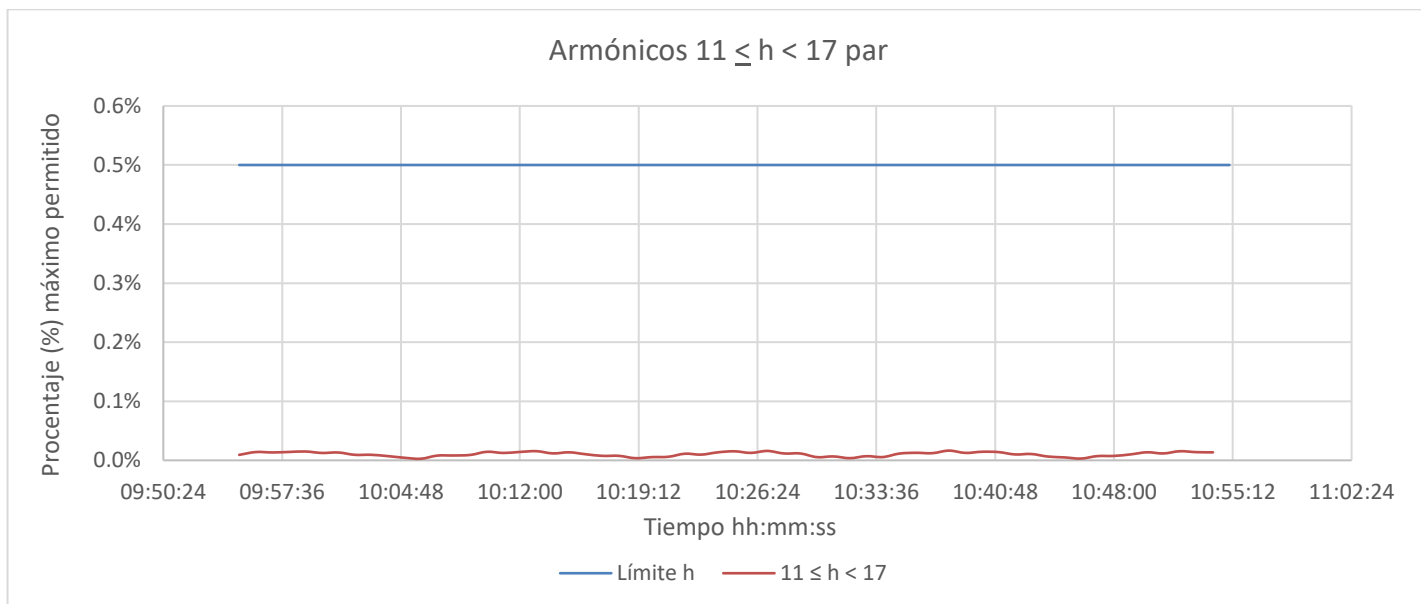


Figura 10. Armónicos $11 \leq h < 17$ par.

686e11bd7b09472300b52569ff375044b8ef96ad545022c97969306addef4d8e



"2021: Año de la Independencia"

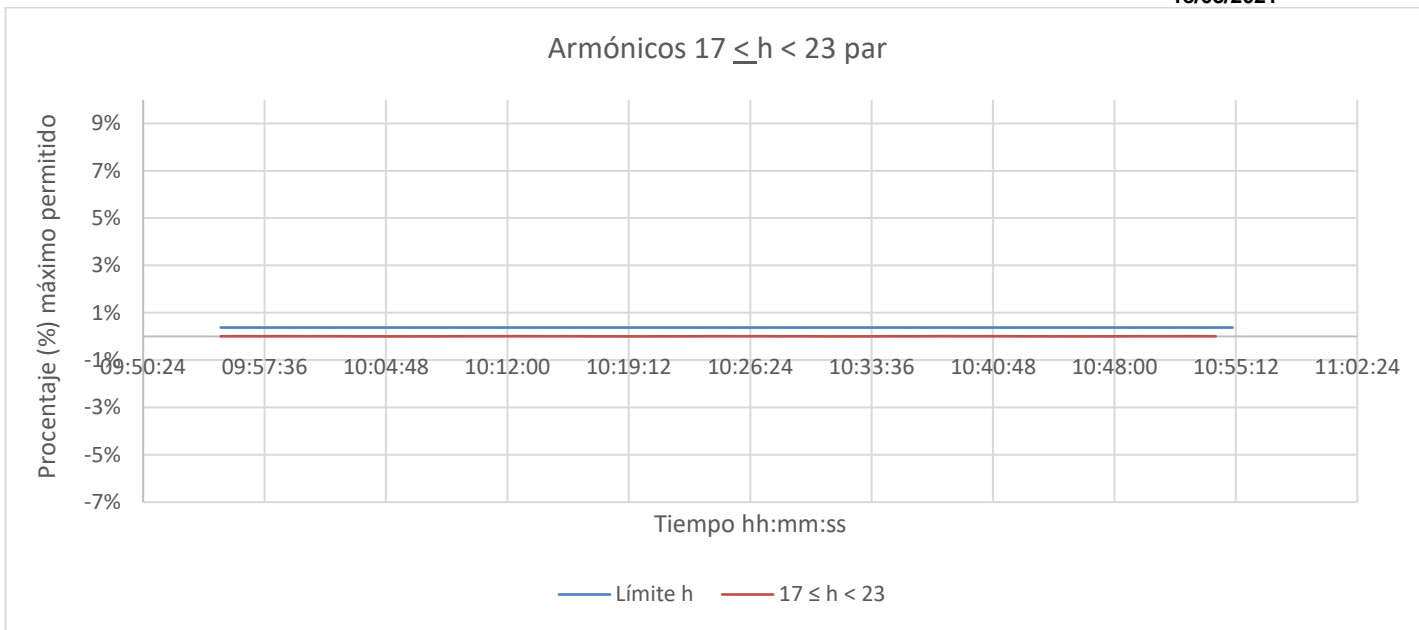


Figura 11. Armónicos $17 \leq h < 23$ par.

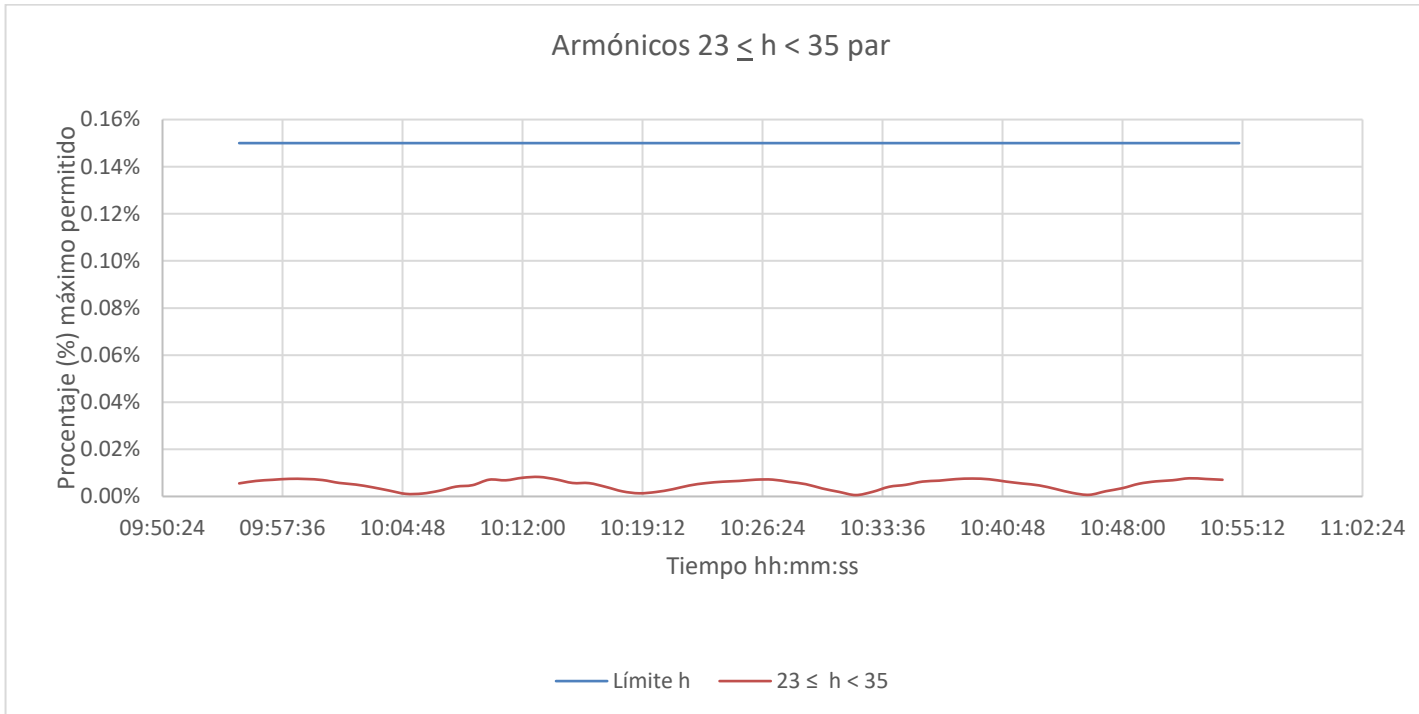


Figura 12. Armónicos $23 \leq h < 35$ par.

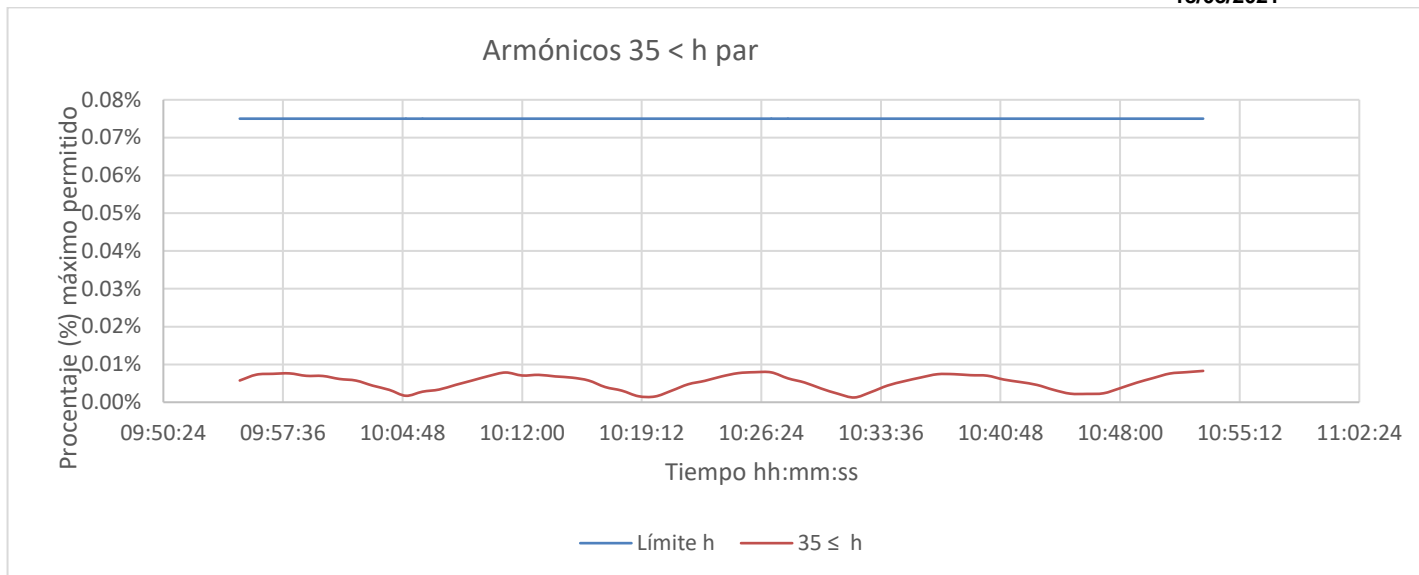


Figura 13. Armónicos 35 ≤ h par.

6.4 Inyección de corriente directa

Se realizó la medición de inyección de corriente directa en el punto de interconexión. De acuerdo con la norma de referencia no debe ser mayor que el 0.5% de la corriente nominal de salida del inversor.

Tabla 10. Inyección de corriente directa.

Corriente nominal (A)	Porcentaje ICC permitido	Magnitud de ICC permitido	Porcentaje ICC medido	Magnitud de ICC medido	Resultado
48.86	≤ 0.5 %	0.244 A	0.24 %	0.12 A	Dentro de rango

6.5 Variación en la tensión del suministro

Se realizaron pruebas de la operación de las protecciones de sobre y baja tensión del inversor y se evaluó la precisión y el tiempo de desconexión para cada uno de los rangos de acuerdo con los requisitos listados a continuación:

- El inversor fotovoltaico para Generación Distribuida no deberá regular la tensión en el punto de interconexión.
- El inversor no deberá causar que la tensión en el punto de interconexión salga de los límites operativos normales de acuerdo con el Código de Red.
- El tiempo de desconexión podrá ser fijo o ajustable en campo para inversores menores o iguales a 30 kW de capacidad, y ajustable en campo para inversores mayores a 30 kW de capacidad.
- La tensión debe ser detectada en el punto de interconexión.

Tabla 11. Respuesta a tensiones anormales en el punto de interconexión.

Rango de tensión (% de la tensión base)	Ajuste de tensión de desconexión (VCA)	Valor obtenido (VCA)
$V_{nom} < 85 \%$	187	187.34
$V_{nom} < 110 \%$	242	242

Tabla 12. Tiempo de respuesta a tensiones anormales en el punto de interconexión.

Rango de tensión (% de la tensión base)	Tiempo de desconexión (s)	Valor obtenido (s)	Resultado
$V_{nom} < 50$	0.16	0.08	Dentro de rango
$50 \leq V_{nom} < 88$	2.00	0.08	Dentro de rango
$88 \leq V_{nom} \leq 110$	Operación permanente	Sin desconexión	Dentro de rango
$110 < V_{nom} < 120$	1.00	0.112	Dentro de rango
$V_{nom} \geq 120$	0.16	0.096	Dentro de rango

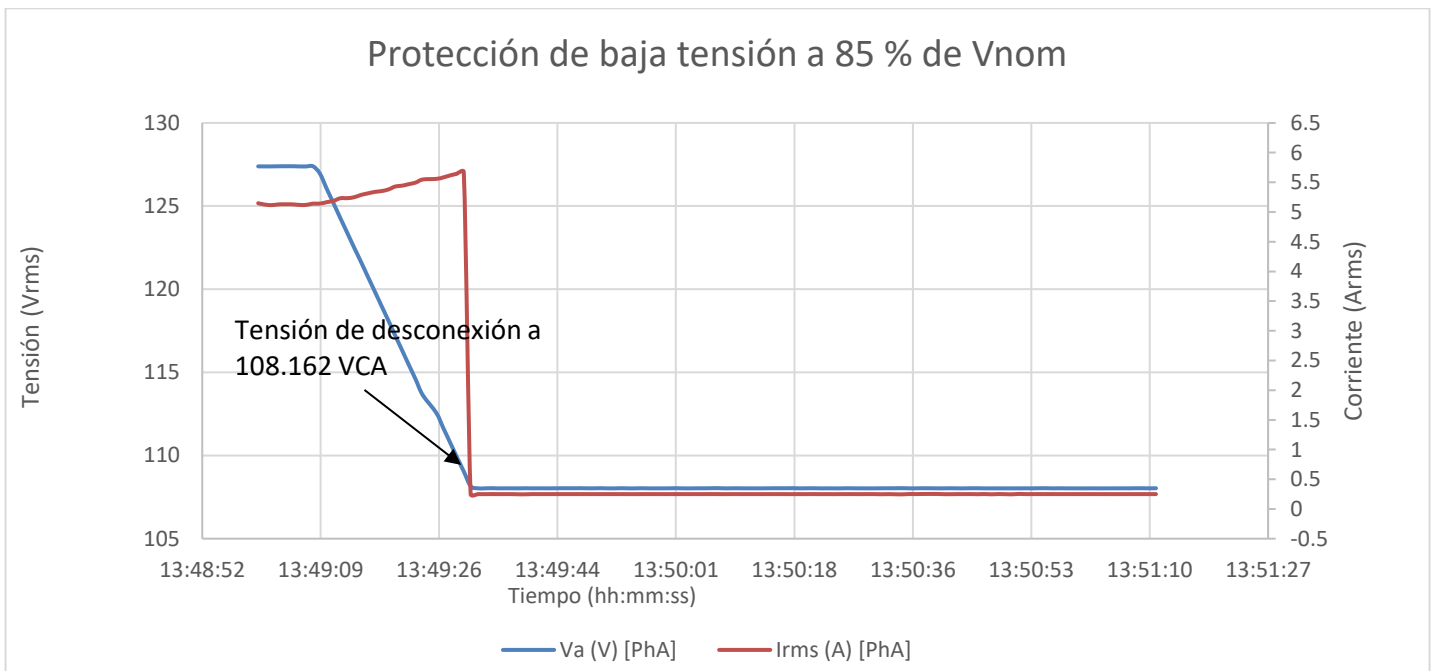


Figura 14. Desconexión por baja tensión.

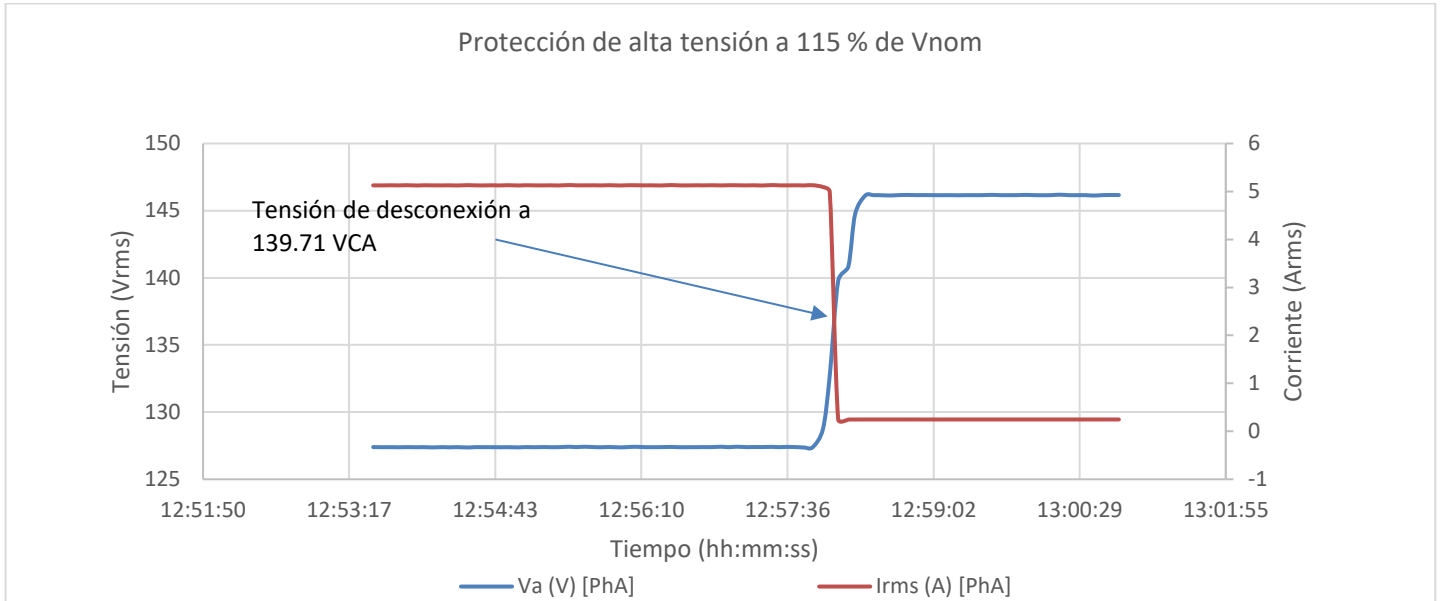


Figura 15. Desconexión por sobre tensión.

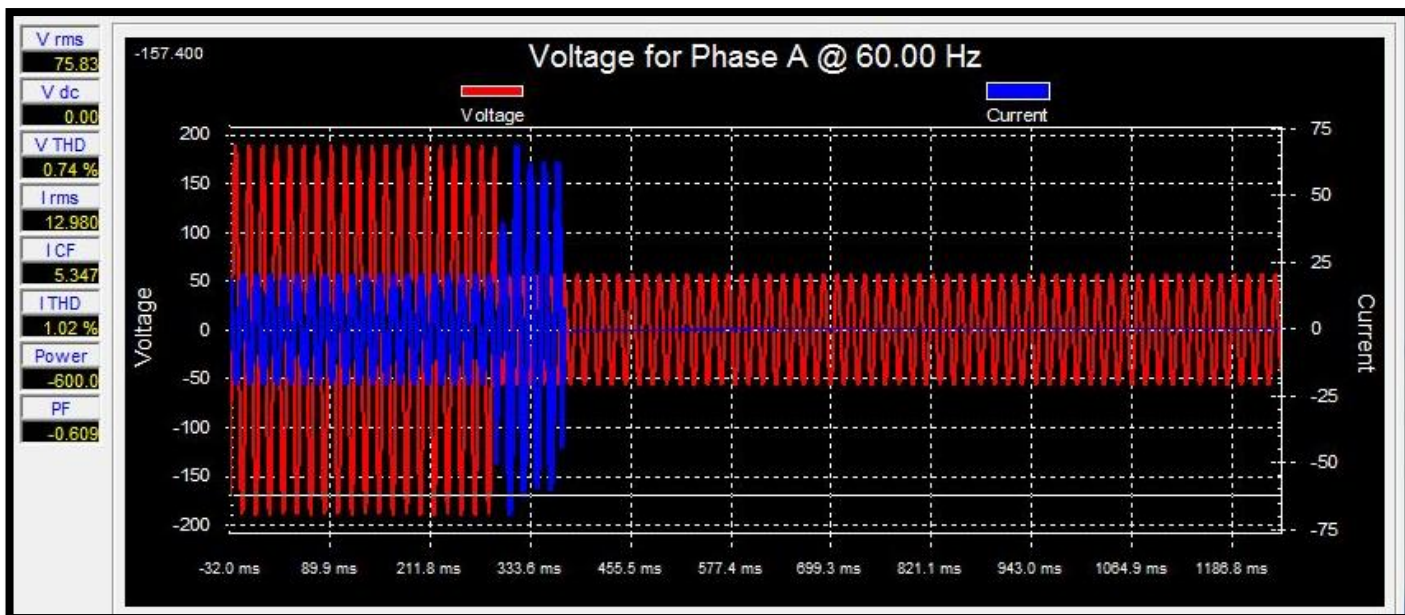


Figura 16. Tiempo de desconexión al 30 % de tensión.

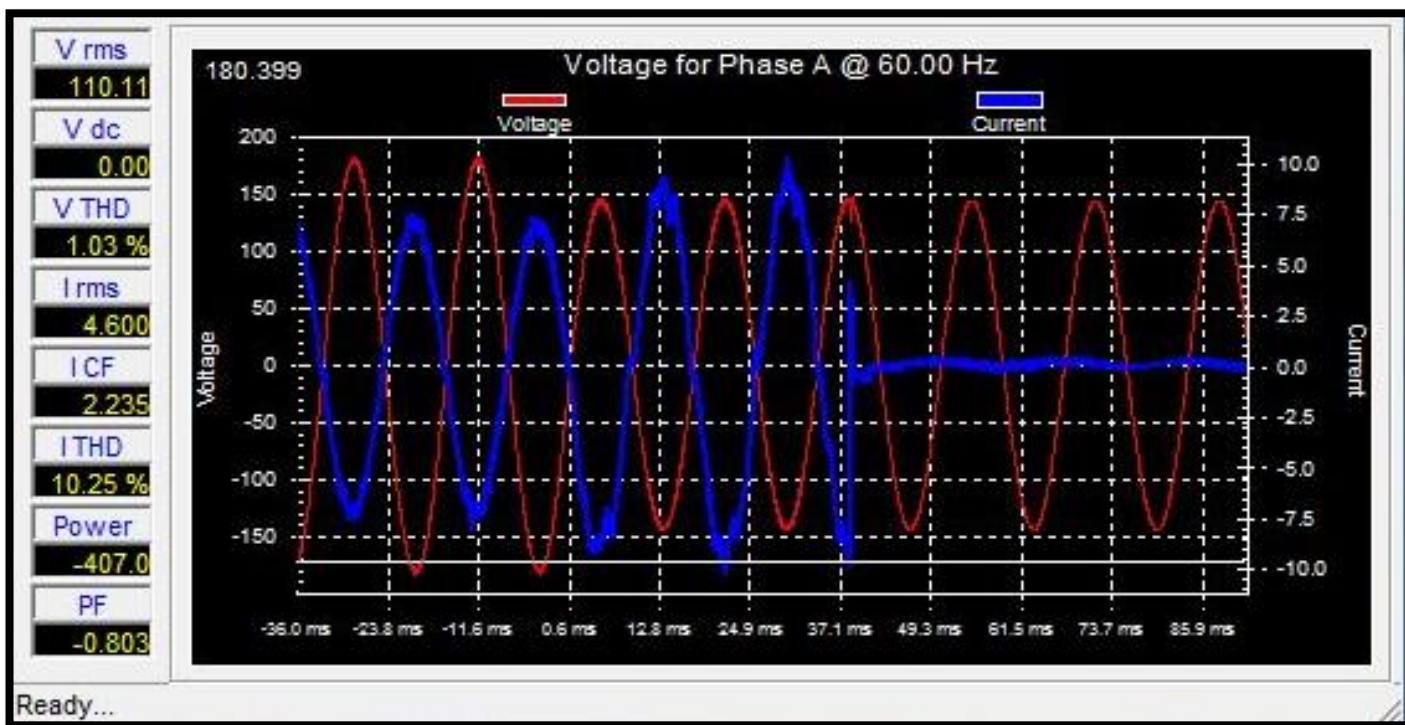


Figura 17. Tiempo de desconexión al 80% de tensión.

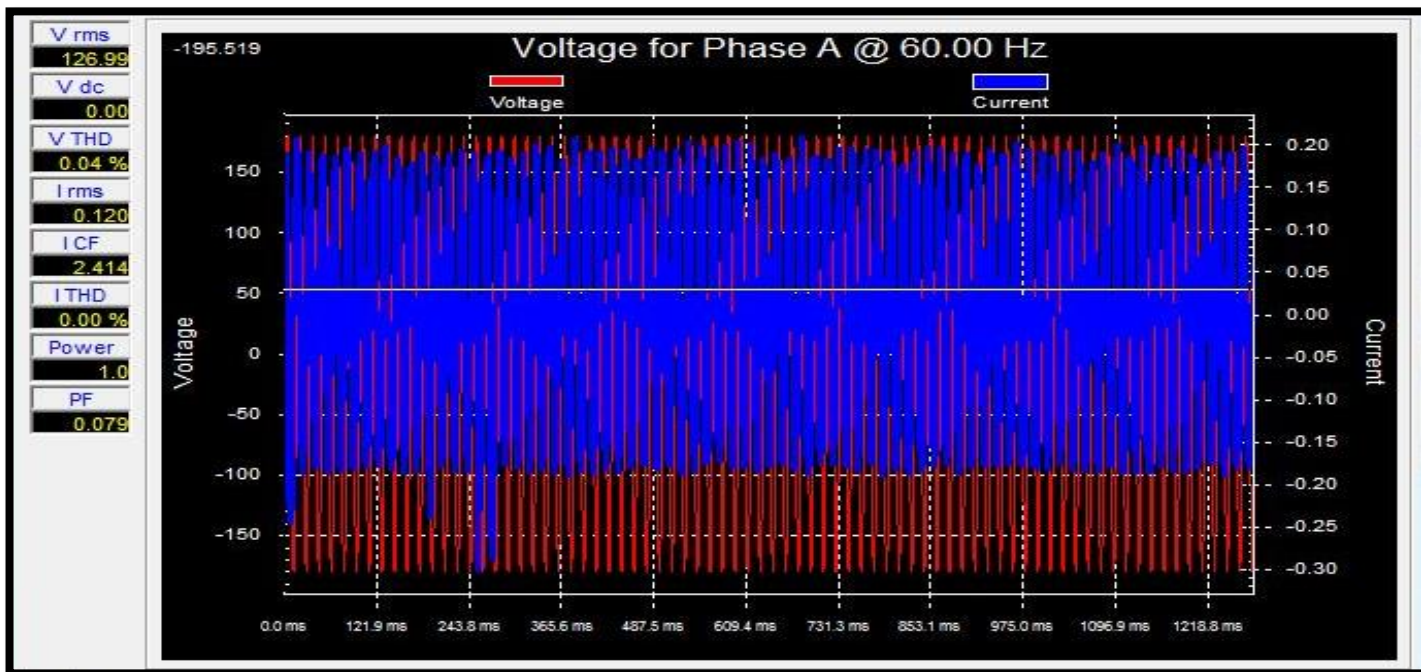


Figura 18 Tiempo de desconexión al 100% de tensión.

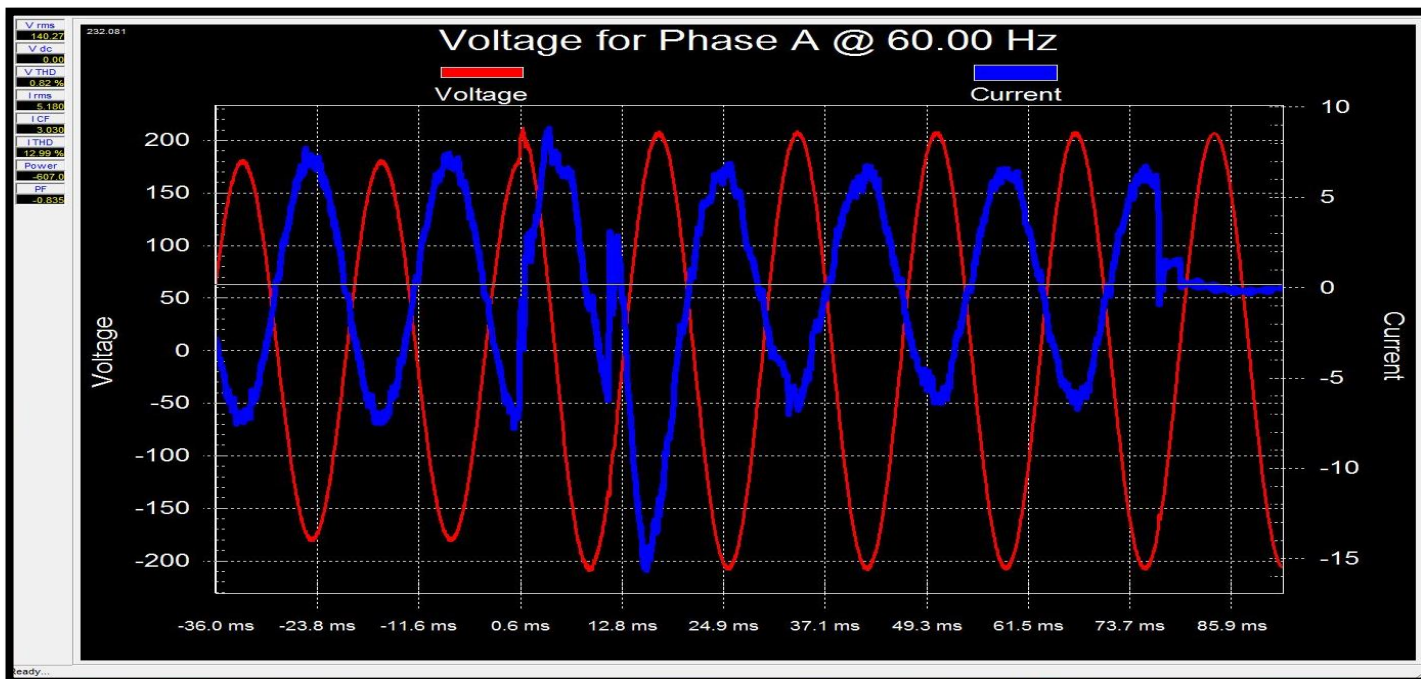


Figura 19 Tiempo de desconexión al 115% de tensión.

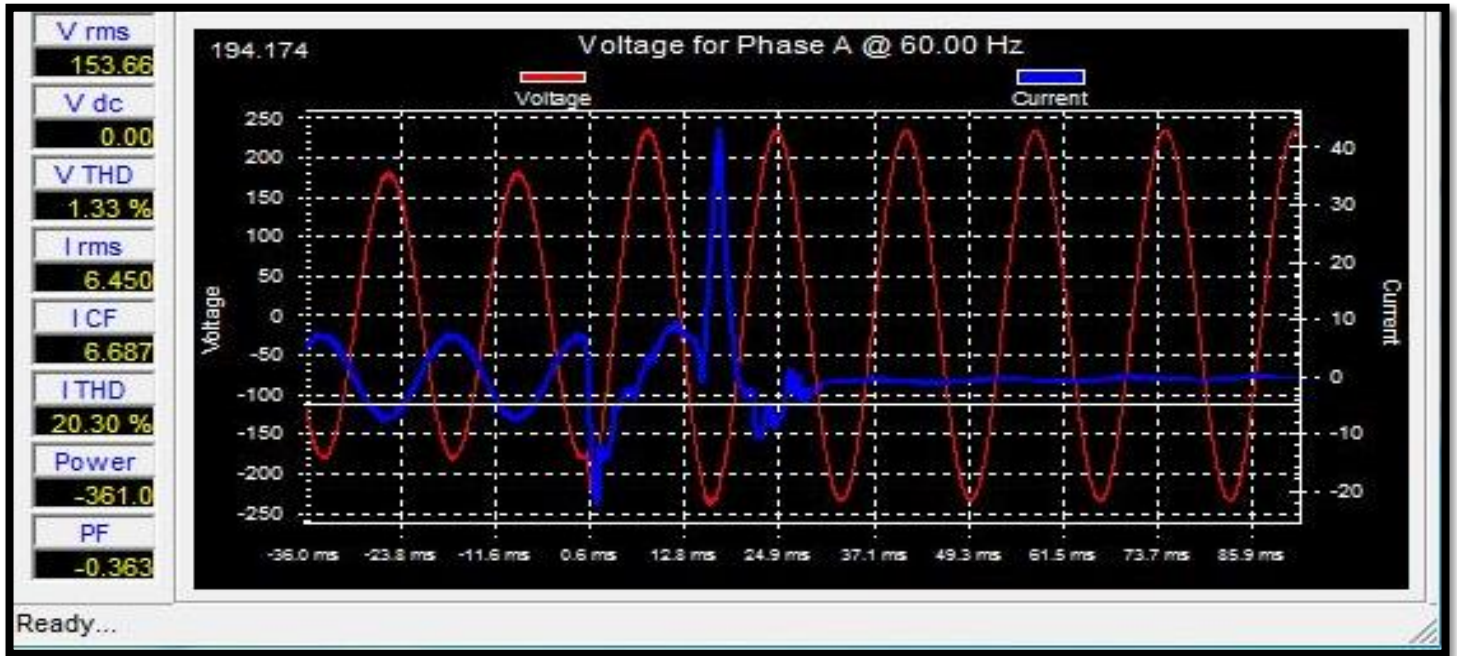


Figura 20 Tiempo de desconexión al 125% de tensión.

6.6 Variación en la frecuencia del suministro

Se realizaron pruebas de la operación de las protecciones de sobre y baja frecuencia del inversor y se evaluó la precisión y el tiempo de desconexión para cada uno de los rangos de acuerdo con los requisitos listados a continuación:

- Cuando la frecuencia del sistema se encuentre en los rangos dados en la tabla siguiente, la protección en el punto de interconexión deberá operar dentro de los tiempos de desconexión indicados en la misma.
- El tiempo de desconexión podrá ser fijo o ajustable en campo para los inversores menores o iguales a 30 kW de capacidad, y ajustable en campo para inversores de Generación Distribuida mayores a 30 kW de capacidad.

Tabla 13. Pick Up de frecuencia.

Rango de frecuencia (Hz)	Ajuste de tensión de desconexión (VCA)	Valor obtenido (VCA)
$f > 61.2$	61.2	61.2
$f < 57.0$	57.0	57.0

Tabla 14. Tiempo de respuesta a frecuencias anormales en el punto de interconexión

Rango de frecuencia (Hz)	Tiempo de desconexión (s)	Tiempo de desconexión obtenido (s)	Resultados
$f > 61.2$	0.16	0.048	Dentro de rango
$57.0 \leq f < 61.2$	Operación permanente	Operación permanente	Dentro de rango
$f < 57.0$	0.16	0.048	Dentro de rango

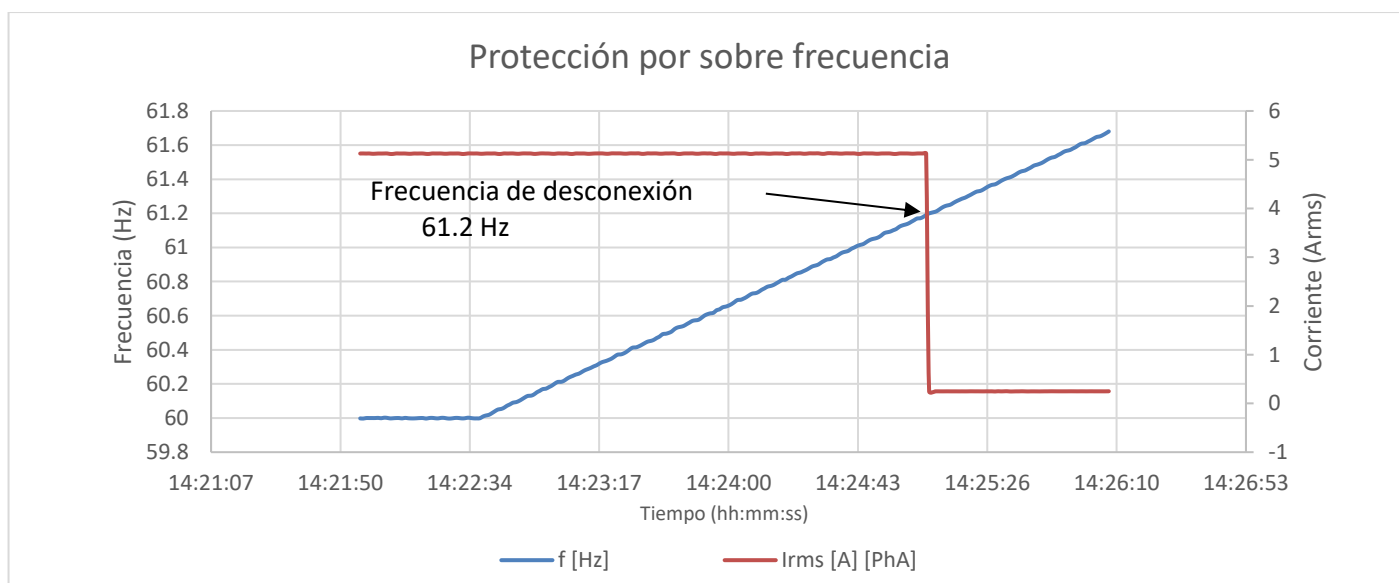


Figura 21. Disparo por Sobre Frecuencia.

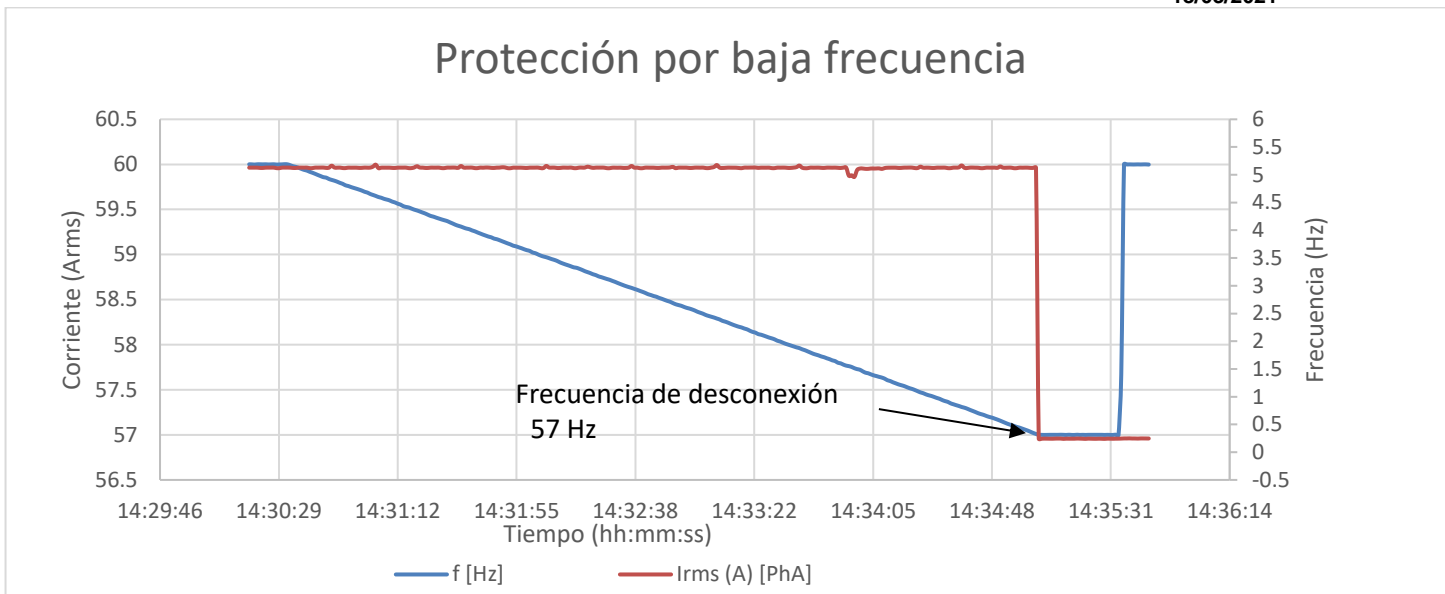


Figura 22. Disparo por Baja Frecuencia.

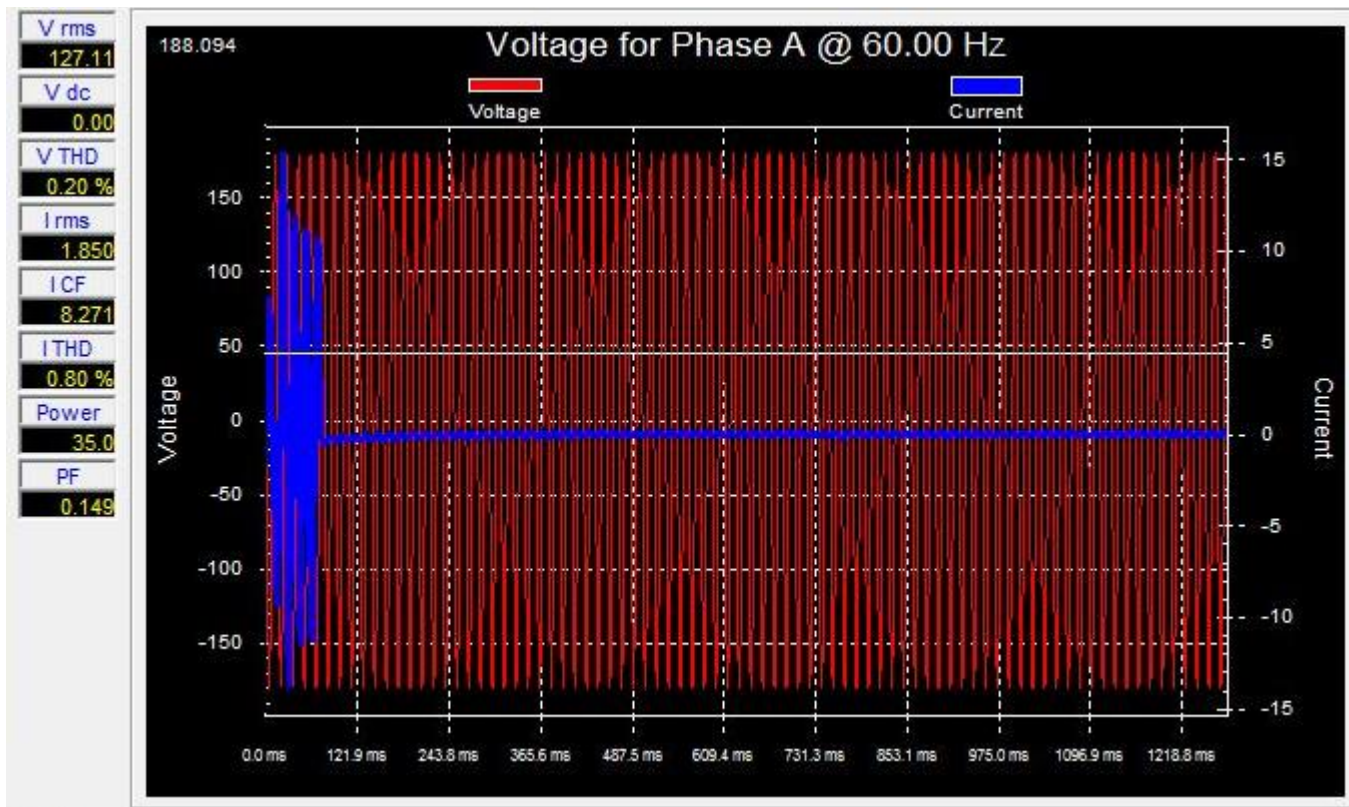


Figura 23. Tiempo de desconexión en alta frecuencia 61.2 Hz



Figura 24. Tiempo de desconexión en baja frecuencia 57 Hz.

6.7 Reconexión con retardo

Después de un disturbio, el inversor fotovoltaico no deberá reconectarse hasta que la tensión en el punto de interconexión esté dentro de los límites operativos normales de acuerdo con el Código de Red y la frecuencia este entre 59.3 Hz y 60.5 Hz.

El sistema de interconexión del inversor fotovoltaico deberá incluir un retardo de tiempo ajustable (o fijo a 5 min.) para retardar la reconexión un mínimo de 5 min, después de que la tensión y la frecuencia se hayan restablecido dentro de los límites indicados anteriormente.

Tabla 15. Tiempo de sincronización.

Tensión sin Interconexión	Tensión después de la Interconexión	Obtenido (m)
15:24:44	15:26:35	1.51

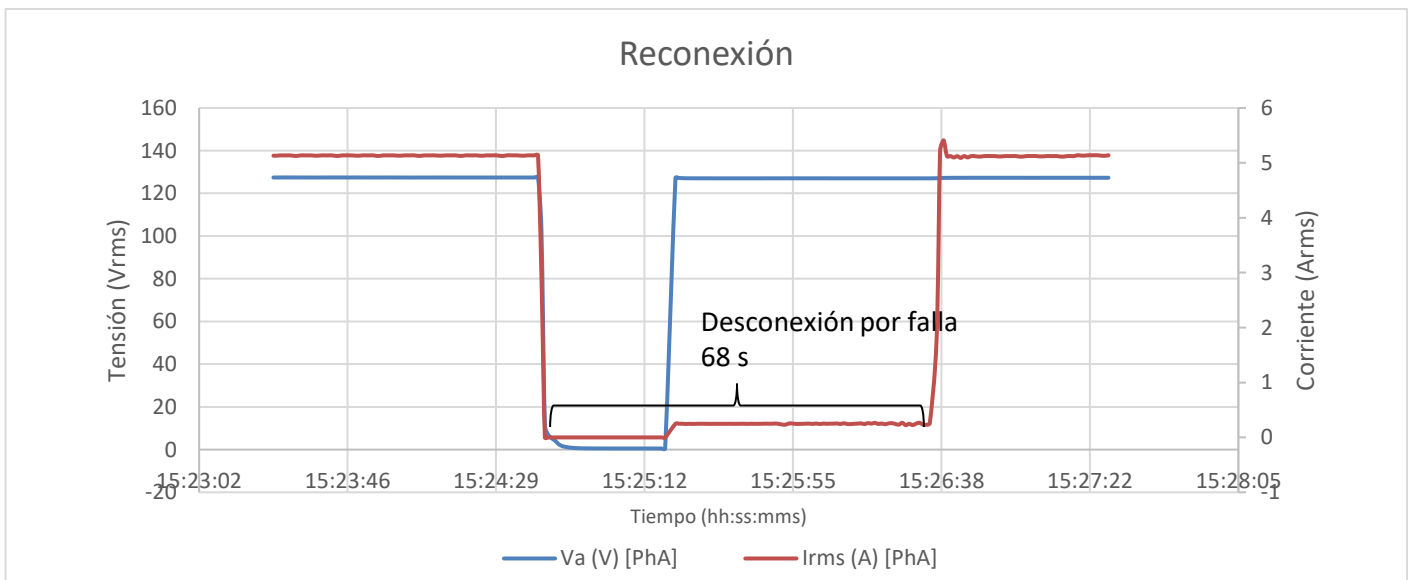


Figura 25. Gráfica de reconexión.

6.8 Anti-isla

Para una operación en isla no-intencional, en la que el inversor fotovoltaico alimenta una parte del circuito de distribución en el punto de interconexión, el inversor fotovoltaico deberá detectar esta condición y desconectarse del circuito de distribución en un tiempo no mayor a 0.5 segundos.

Tabla 16. Tiempo anti-isla.

Tiempo de desconexión (s)	Tiempo de desconexión obtenido (s)
< 0.5	0.064

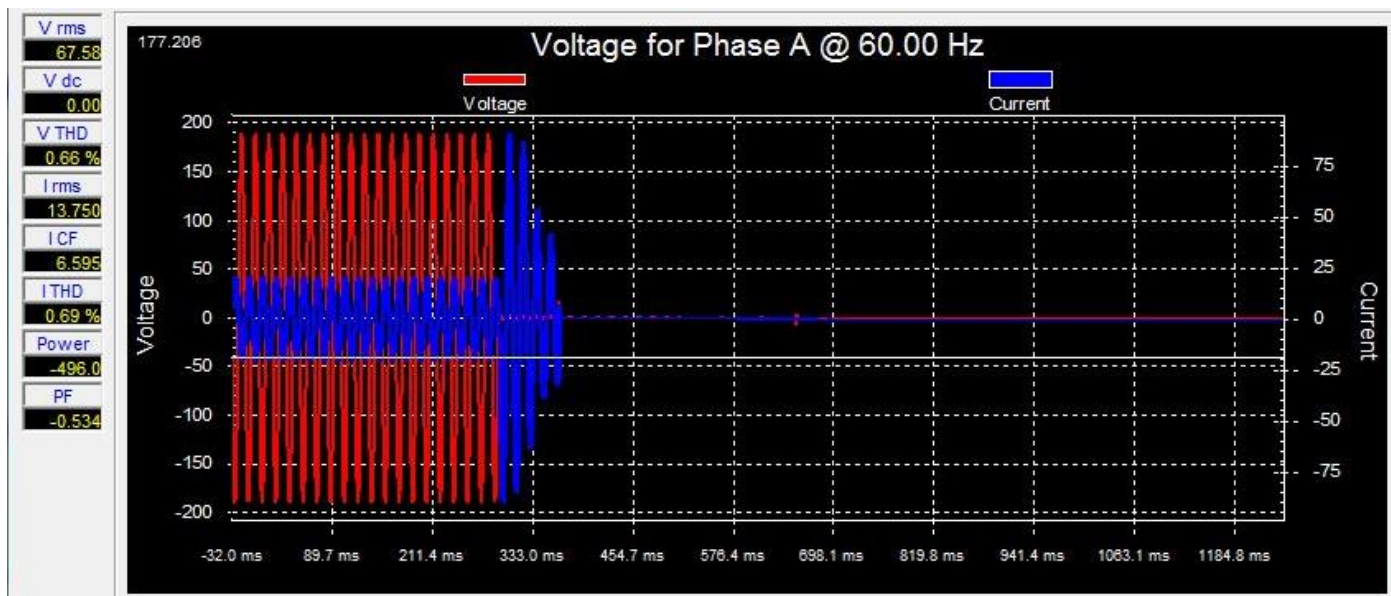


Figura 26. Gráfica de anti-isla.

6.9 Capacidad del aislamiento contra sobretensiones

La prueba se realizó a inversor en condiciones de temperatura normal ($25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$), se aplicó durante 1 minuto a una tensión RMS de 1000 Vac más 2 veces la tensión máxima del inversor:

$$V_{ac} = [1000 + (2 * 240 \text{ Vac})] = 1480 \text{ V}$$

La prueba se debe aplicar en:

- Circuito de entrada y partes metálicas.
- Circuito de salida y partes metálicas.
- Circuito de entrada y salida.

El inversor no debe:

- Emitir flama o fundirse el metal.
- Riesgo de fuego.
- Descarga eléctrica o lesión a personas cuando es sujeto a esta prueba.

Tabla 17. Verificación de resultados en prueba de capacidad del aislamiento contra sobretensiones

Condición de la Norma UL-1741/2010	Resultado	Observaciones
Emitir flama	No emitió flama	Se aplicó la prueba hasta el valor de tensión en el que opera la protección contra sobretensión del inversor. La norma UL 1741/2010 no exige que deba retirarse esta protección para que pueda aplicarse todo el valor de prueba.
Metal fundido	No se fundió el metal	
Riesgo de fuego	No se presentó riesgo de fuego	
Descarga eléctrica	No se presentó descarga eléctrica	
Lesión a personas	No se presentaron condiciones de riesgo	
	Dentro de rango	

Nota: El inversor **HUAWEI** cuenta con protección contra sobretensión, con lo cual no permite que la tensión supere 500 Vac.

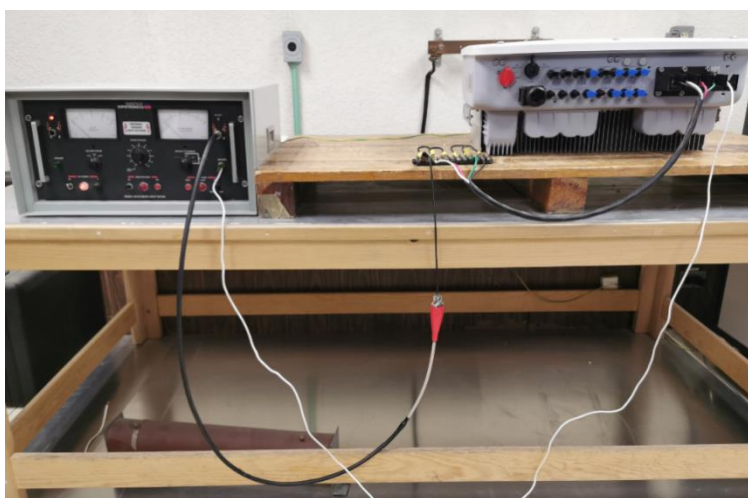


Figura 27. Inversor HUAWEI.



"2021: Año de la Independencia"

7 CONCLUSIONES

Tabla 18. Resumen de resultados.

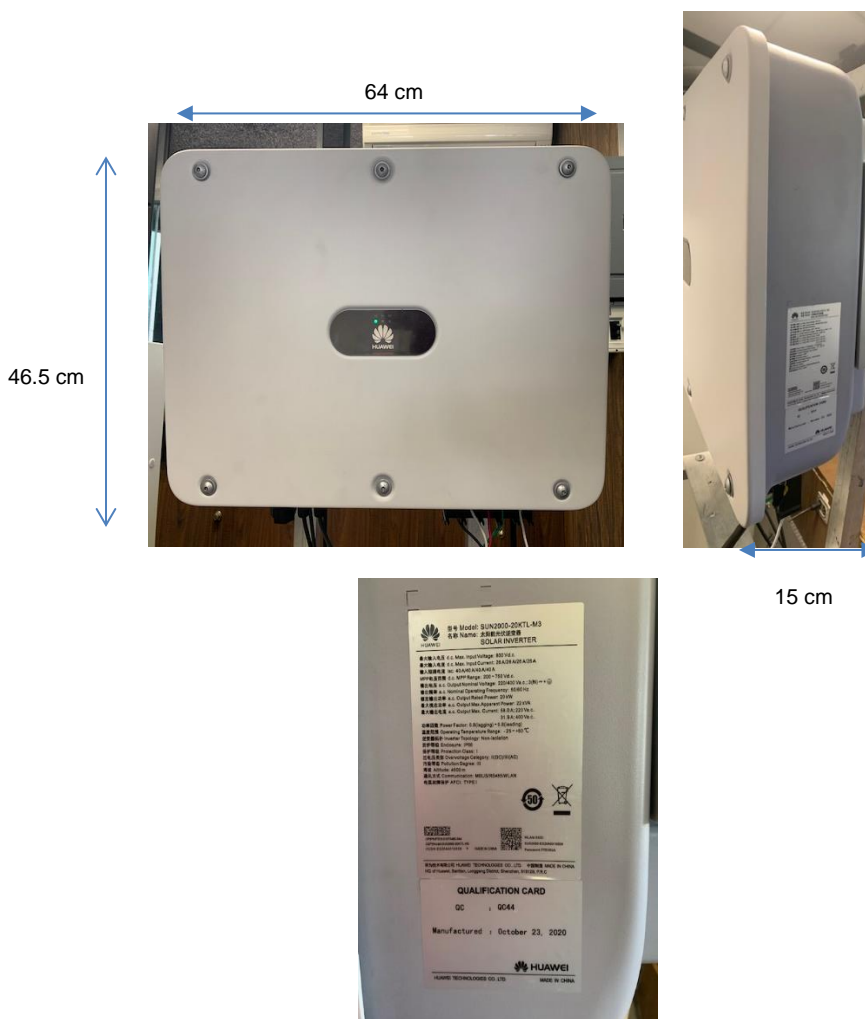
Cláusula RES/142	Prueba	Requerimiento de la RES/142		Medición	Resultado	
		Descripción	Límite			
5.1	Sincronía	No causar fluctuación	> ± 5 %	0.002 %	Dentro de rango	
5.3	Factor de potencia	Operar con diferentes ajustes de FP	0.95 en adelante y atraso	-0.9496 y 0.94019	Dentro de rango	
5.4	Distorsión armónica	No superar los límites	Armónica impar (35 ≤ h) = 0.3 %	0.036 %	Dentro de rango	
			Armónica par (35 ≤ h) = 0.075 %	0.064 %		
5.5	Inyección de corriente directa	No debe ser mayor	0.5 %	0.24 %	Dentro de rango	
5.7.1	Variación en la tensión	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	V < 50	0.16 s	0.08 s	Dentro de rango
			50 < V < 88	2.00 s	0.08 s	Dentro de rango
			88 < V < 110	Operación permanente	Sin desconexión	Dentro de rango
			110 < V < 120	1.00 s	0.112 s	Dentro de rango
			V > 120	0.16 s	0.096 s	Dentro de rango
5.7.2	Variación en frecuencia	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	f > 61.2 hz	0.16 s	0.048 s	Dentro de rango
			57.0 ≤ f < 61.2	Operación permanente	Operación permanente	Dentro de rango
			f < 57.0 hz	0.16 s	0.048 s	Dentro de rango
5.7.3	Reconexión con retardo	Deberá reconectarse	5 min o ajustable	t = 1.51 m	Dentro de rango	
5.7.4	Anti-isla	Desconectarse	ICA = 0	0.08 s	t = 0.064 s Dentro de rango	
Tabla 5	Capacidad de aislamiento contra sobretensiones	Cláusulas 44 y 47.1.1 de UL 1741	Ver inciso 6.9		Dentro de rango	

8 ANEXOS

8.1 Equipo bajo prueba

Tabla 19. Datos de placa.

Equipo	Inversor para sistemas fotovoltaicos interconectados programable
Marca	Huawei
Modelo	SUN2000-20KTL-M3
Núm. de serie	ES20A0010509
Lugar de fabricación	China
Potencia	20 kW
Tensión (CA)	220/400 Va.c.
Configuración	L1 – L2 – L3 – N – PE



Fotografía 1. Fotografías y datos de placa del inversor.

8.2 Equipos de prueba

Tabla 20. Datos de analizador de potencia

Marca	YOKOGAWA
Modelo	WT1800
N° de serie	C2RM07003V
Rangos	1.5 V a 1000 V
Clase de exactitud	0.1%
Folio de calibración	20201696
Vigencia de calibración	2021-08-06

Tabla 21. Datos del simulador de red eléctrica.

Marca	AMETEK MX45
Modelo	MX45-3PI-208-HF-SNK
N° de serie	1406A01463
Rangos	0 - 150 V en modo VLow, y 0 - 300 V en modo VHigh
Resolución	Tensión (rms): 100 mV
Precisión	0.32 V
Clase de exactitud	± 0.3%
Vigencia de calibración	Con referencia a equipo analizador de potencia Yokogawa WT 1800

Tabla 22. Datos de simulador de arreglos fotovoltaicos.

Marca	AMETEK
Modelo	TERRASAS PHOTOVOLTAIC SIMULATOS ETS 1000/10
N° de serie	1406A00152, 1406A00151, 1406A00150, 1406A00149 y 1406A00148
Rangos	1000V / 10 A por amplificador
Clase de exactitud	1%
Vigencia de calibración	Con referencia a equipo analizador de potencia Yokogawa WT 1800

Tabla 23. Datos de la fuente de alta tensión.

Equipo	Marca	Modelo	Calibración	Vigencia
Osciloscopio digital portátil (patrón de calibración)	Tektronix	SCO20468	Folio: 20201879	2021-08-24
Cronómetro digital	Steren	CLK-150	Folio: 20201246	2021-06-19
Prueba de aislamiento	Hipotronics	HD100	Con referencia a osciloscopio	Con referencia a osciloscopio

"2021: Año de la Independencia"

Página 29 de 30
INFORME K3413-88-2020
18/03/2021

Especificaciones de equipo de medición de armónicos:

3.0 Specifications

3.1 Energy Accuracy

All measurement functions excluding harmonic evaluation available on the RD-33 exhibit the same transfer accuracy at any combination of the normal operating conditions. The errors associated with these functions are in percent of reading displayed and include variables of stability, temperature, power factor, traceability uncertainty, and test system errors.

Guaranteed accuracy: +/- 0.01%

For harmonic evaluation, an RD-33 will exhibit different accuracies of harmonic measurement depending on their order. The errors associated with these harmonics are in percent of reading at any combination of the normal operating conditions.

1st – 23rd Harmonic: +/- 0.03%
24th – 64th Harmonic: +/- 0.075%



"2021: Año de la Independencia"

8.3 Bitácora

Tabla 24. Bitácora de trabajo.

Fecha	Actividades	Observaciones
Miércoles 24-Feb-21	Las pruebas se iniciaron y no se pudo evaluar debido a que no estuvo configurado para las pruebas.	En la aplicación SUN2000 se visualizó y comprobó que configuración no era acorde a la RESOLUCIÓN RES/142/2017.
Viernes 26-Feb-21	El fabricante solicitó regresarlo a fábrica para programar los ajustes necesarios para las pruebas	
Martes 02-Mar-21	Recepción de equipo y continuación de pruebas.	
Miércoles 17-Mar-21	Se finalizan pruebas.	
Realizó: Ing. Raúl Hernández García Ing. Perla Edith Corona Pérez Ing. Luis Hernández Ramírez	Revisó: Ing. José Luis Mar Escalante	---

Evidencia Criptográfica - Transacción SeguriSign
Archivo Firmado: Inf_20kW_huawei_k3413_88_2020.pdf
 Secuencia: 1385

Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora CFE LAPEMA Autoridad Certificadora:
 Autoridad Certificadora LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora CFE LAPEM

Firmante	Nombre:	Perla Edith Corona Perez	Validez:	OK	Vigente
	CURP:	N/A			
Firma	# Serie:	0000000000100012075	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T19:19:06Z / 2021-03-18T13:19:06-06:00	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	a7 dc d6 1e 1a f5 b1 aa cf ee a3 22 9b 01 52 a1 2c da 4d 38 1a 54 8a de f2 a5 98 98 c7 f6 bb 15 ca d6 d4 82 5c a6 17 98 fe f8 45 c1 93 c6 b1 2d e4 f2 0b 67 2e b4 35 3c e1 db 7f f2 e3 a5 23 54 76 8b 80 09 4d ae 65 8d 53 cf 0e 79 d2 20 63 43 45 d9 6e 6c f0 01 41 8a 6b 4e e3 95 d2 cc a9 4c f9 44 cb 38 c1 94 63 3a 6d 87 eb fd 3c c3 e4 2d d7 b3 e1 f9 f6 7a 7d 29 e4 61 19 07 08 84 94 a4 19 94 07 85 b6 23 b9 74 58 1c 5b cb 6e 0c 70 75 4b 5f 20 40 3a 60 13 17 17 80 88 4e f1 5a 38 d4 f5 f8 c9 8f 90 65 c0 8e 01 5f 32 ff 71 11 f3 53 8e 5a 85 9e da 4e e4 27 40 fe d9 bc 25 86 27 00 aa 12 6e be e1 45 b9 1b 27 03 7e 47 50 1a 50 b3 e4 6f cc 37 7b d0 e1 7f e2 e3 53 ba da 8b 0d 93 2c fa 7d c3 70 42 cf 78 3c 18 3f d8 ed b2 19 b2 7e d0 a3 a6 d8 79 9e 87 63 13 8a 47 f4 39 4a cc			
OCSP	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T19:19:23Z / 2021-03-18T13:19:23-06:00			
	Nombre del respondedor:	OCSP Respondedor			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Número de serie:	0000000000100012075			
TSP	Fecha : (UTC / Local)	2021-03-18T19:19:06Z / 2021-03-18T13:19:06-06:00			
	Nombre del respondedor:	Servicio TSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Secuencia:	2610			
	Datos estampillados:	CEA939DBD468693042FFED1105BC5140B39168A97F523CDCACDEF23585AB193E			

Firmante	Nombre:	Luis Valentin Hernandez Ramirez	Validez:	OK	Vigente
	CURP:	N/A			
Firma	# Serie:	0000000000100012353	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T19:25:21Z / 2021-03-18T13:25:21-06:00	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	bb db 73 99 72 b4 c6 97 eb 76 d8 f3 c2 93 57 ee ec b6 79 e1 e3 24 da 53 f0 ca e5 19 57 6f 23 33 17 df ca 12 3a 3a ad 7c 55 6e b1 87 07 58 ff a4 e1 e7 63 52 c9 f0 80 d0 66 37 1b 38 c7 b4 a1 0d 8e 0b e3 e3 65 2f ba 93 55 ef de 8d a8 7b 25 f0 2e 83 ec af 87 1b a3 b9 19 00 be 80 d5 78 4d 2a 8a 54 cc c6 c6 56 0e fb 9d ed c2 8e c2 84 b4 36 71 44 b7 a0 ec 75 33 20 f8 fa 07 61 b1 0a 92 0c b6 eb 3d eb 2d 4c 89 95 64 76 8c 19 58 0f 13 e1 90 82 e0 0f b9 bc b1 b5 f1 16 14 6f 0a bf fa e4 05 88 b7 1e ab 77 b6 7d e5 17 26 8b 7f 84 29 81 38 ef 68 fe 70 c6 da 4d ad 78 ee 90 5b 70 9e 44 8b f4 b6 5d 92 31 5b 97 ae b9 7e 53 8e 47 f6 8d 96 69 0d 89 f8 b8 f5 b4 b2 55 13 5a 0a 94 ed a6 84 52 b0 16 8f a0 ce e9 6d d1 7d 81 b3 ea 08 85 a6 c1 ae de 8b 5b 73 bd ed d0 1a 15 6e f9 3f 1c			
OCSP	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T19:25:38Z / 2021-03-18T13:25:38-06:00			
	Nombre del respondedor:	OCSP Respondedor			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Número de serie:	0000000000100012353			
TSP	Fecha : (UTC / Local)	2021-03-18T19:25:21Z / 2021-03-18T13:25:21-06:00			
	Nombre del respondedor:	Servicio TSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Secuencia:	2614			
	Datos estampillados:	D0916EA30368B76DFB3FCB21EC31F24A4D4A233144DF721452EC2F9B42C89262			

Evidencia Criptográfica - Transacción SeguriSign
Archivo Firmado: Inf_20kW_huawei_k3413_88_2020.pdf
 Secuencia: 1385

Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora CFE LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora CFE LAPEM

686e11bd7b09472300b52569ff375044b8ef96ad545022c97969306addef4d8e

Firmante	Nombre:	Raul Hernandez Garcia	Validez:	OK	Vigente
	CURP:	HEGR900525HDFRRL02			
Firma	# Serie:	00000000000000000325	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T20:52:21Z / 2021-03-18T14:52:21-06:00	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	3e 4d 90 9e 82 d1 39 12 01 51 17 e1 35 91 e3 00 fd 93 b2 64 f2 1e af f6 94 9b d3 24 85 dd df b7 13 0a 18 83 53 2a ae 4e 59 67 b1 07 f3 dd 7b d3 e8 ad 59 e6 de 9f a7 40 b5 a7 35 7c af d2 ed 0a 05 2a ee b3 e3 58 fe 9c 76 36 60 15 f1 9d 14 6a 53 82 66 83 97 1d 2d be 49 36 ca 8b 78 ca 4c c1 f1 e6 48 2b 64 dc 9c f7 d9 ff 7d 09 ee 16 3a 4f 46 3e ad 7e 5d f7 ca 3f a2 db eb 89 84 03 55 19 b2 23 de 63 07 32 27 4e 04 be 85 2e 59 83 30 df a9 12 93 d5 58 b9 8d aa 4c b8 95 01 72 0b 2f 64 c6 23 b4 50 d4 04 06 8a 00 1c 09 71 76 bc b3 46 e3 43 3c 99 db 3c c6 a8 f2 19 f6 8c 4b 4e 14 0a ff a4 6f c7 3c 96 d9 6e da 80 b8 8b 0a 9d bd 7a 20 a9 c2 74 98 0d 2b e1 65 6e 3e d2 53 a3 4e 19 80 8b f5 cc d1 32 88 07 f3 54 c4 e6 b8 99 7b 8e 37 5a d3 f8 27 b0 1a da 82 a9 ac 0d 4e 69 3c de			
OCSP	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T20:52:22Z / 2021-03-18T14:52:22-06:00			
	Nombre del respondedor:	OCSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Número de serie:	00000000000000000325			
TSP	Fecha : (UTC / Local)	2021-03-18T20:52:21Z / 2021-03-18T14:52:21-06:00			
	Nombre del respondedor:	Servicio TSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Secuencia:	2671			
	Datos estampillados:	7F0A6FA7D31646FE3AED6B534218BD354668835CB718E0CC933723D53FBCE81F			

Firmante	Nombre:	JOSE LUIS MAR ESCALANTE	Validez:	OK	Vigente
	CURP:	N/A			
Firma	# Serie:	00000000000100012050	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T20:57:48Z / 2021-03-18T14:57:48-06:00	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	2c 67 92 c3 3b c8 e2 9c 02 a3 72 ee cd cb 96 ad 2d bc 05 df c8 43 aa 97 76 db 2c c2 4c 45 cd fd 8b 2b e8 f9 4a 74 8c 69 82 c8 e1 6c ee 16 cc 8b 8b 3b f2 63 2c 00 69 32 45 84 10 15 f2 58 98 e6 66 d6 09 f7 8b 7b f1 8a 77 aa 51 b9 05 d3 1a 25 2f 72 c1 52 86 17 da d5 c5 ed 6b 9c 51 8f 9b 15 30 e1 5f 7b 7f 08 b8 e8 be f6 eb f8 b1 ad 87 19 ac 8d d7 be 66 83 6c 9c e9 49 4f c9 53 f0 a3 bf 29 db ff 40 65 80 eb 2d c4 26 f9 6a 4b e6 57 06 e3 d7 60 c5 5a 26 e5 5f a7 99 2d 94 8a 1b c2 cd 43 ae a8 0b ff ee 0b cb 06 bd cc 0e 4b cb 33 c9 a3 78 06 a7 f5 fa 79 bf 9e 1a 4c 10 85 35 f9 18 d6 8c 87 f9 42 da e6 42 90 63 ed 2f 49 9e e5 e5 57 37 30 6d 7b 3e d1 9c 35 14 65 a0 e3 40 db 01 9a 6a 24 ad 30 a3 eb 68 a6 b1 c5 4a 06 91 5c 5f 66 43 fd d0 88 47 7b 85 27 04 75 38 ee b4 21 4d			
OCSP	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T20:58:05Z / 2021-03-18T14:58:05-06:00			
	Nombre del respondedor:	OCSP Respondedor			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Número de serie:	00000000000100012050			
TSP	Fecha : (UTC / Local)	2021-03-18T20:57:48Z / 2021-03-18T14:57:48-06:00			
	Nombre del respondedor:	Servicio TSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Secuencia:	2672			
	Datos estampillados:	13B9550A905F2DC958D10323492A91D615B205B13A49F61BEC22CCB809E7459F			

Evidencia Criptográfica - Transacción SeguriSign
Archivo Firmado: Inf_20kW_huawei_k3413_88_2020.pdf
 Secuencia: 1385

Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora CFE LAPEMA Autoridad Certificadora:
 Autoridad Certificadora LAPEMA Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora CFE LAPEM

686e11bd7b09472300b52569ff375044b8ef96ad545022c97969306addef4d8e

Firmante	Nombre:	Luis Antonio Ledezma Leon	Validez:	OK	Vigente
	CURP:	LELL830909HDFDNS01			
Firma	# Serie:	00000000000000000220	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T23:20:43Z / 2021-03-18T17:20:43-06:00	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	5d 69 af 41 39 a6 57 ef 70 27 09 17 fc 20 83 27 58 dd fb 8d 76 c9 67 af c9 f1 c3 e9 b4 84 3a 3f 15 80 2c fb 51 77 6b 13 53 b0 01 a4 1d 22 c2 22 17 8b cd e6 5d 0c d8 57 e1 fa 67 4b af 90 2a 85 0e af 14 8d 86 d9 eb a2 00 81 10 58 f7 98 23 d8 0c 20 2f 3a 8f 93 54 88 8f fe 04 a5 82 8b af 07 09 9f 3b 5d fb 9a 2c cf 1e 54 7b 46 ad be af 46 97 a4 b9 14 b9 e7 f0 2a 38 4c 08 3e e6 a6 58 7c 80 31 59 e8 b7 79 e6 d0 d2 21 b9 4b 2a c2 3a 5a 07 b2 6d f1 d2 98 de 18 f7 a8 6e ca 8a ac 95 48 4c 3c c1 47 3d 53 e6 fa 32 98 ff 20 fb 4c ec af 2e 91 7d e8 0b f7 81 c2 4c 87 36 87 a2 95 4a db f2 1e d0 0f 7a df fb 2b 83 00 92 90 ce 1f 9b d3 c0 08 f1 a5 8f 71 f7 9d ac b1 8a e8 04 d1 93 af 36 a8 1e 1b f2 5a 15 99 8c 98 cb 65 c8 09 cd 2c 3d d5 f6 df 4e 10 55 45 a5 14 ae 1b 97 1a cc 99			
OCSP	Fecha: (UTC / Local)	2021-03-18T23:20:44Z / 2021-03-18T17:20:44-06:00			
	Nombre del respondedor:	OCSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Número de serie:	00000000000000000220			
TSP	Fecha : (UTC / Local)	2021-03-18T23:20:43Z / 2021-03-18T17:20:43-06:00			
	Nombre del respondedor:	Servicio TSP LAPEM			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora CFE LAPEM			
	Secuencia:	2805			
	Datos estampillados:	686E11BD7B09472300B52569FF375044B8EF96AD545022C97969306ADDEF4D8E			