

ÁREA: Oficina de Protección y Comunicaciones

INFORME No.:	K3413-34D-2020
SOLICITANTE:	HUAWEI TECHNOLOGIES DE MEXICO Contacto: Alejandra Gisela Paez Cahum gisela.paez@huawei.com Teléfono: 722 100 9332
DIRECCIÓN:	Avenida Santa Fe, Núm. exterior 440, Núm. Interior piso 15, Colonia Santa Fe Cuajimalpa, Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México.
TÍTULO:	Pruebas en laboratorio a inversor fotovoltaico programado a 5 kVA marca Huawei con base en Resolución Núm. RES/142/2017.

RESUMEN:

En el correo del 23 de junio 2020 (anexo 8.4), el cliente solicitó que se evaluaran las potencias 2, 3, 4 y 5 kW en lugar de 3, 4, 5 y 6 kW. En este informe se presentan los resultados del inversor programado a 5 kVA. Los resultados de las pruebas al inversor programado en otras potencias se entregarán en otros informes individuales. Debido a que en las disposiciones RES/142/2017 no se define hasta que armónica par e impar se debe evaluar después de la 35, en nuestro proceso de pruebas se evalúa hasta la armónica 50 con base en la norma IEC-6100-4-30/2015. Con base en solicitud del cliente con fecha de correo 20 de agosto 2020 (anexo 8.3), el alcance de la evaluación de armónicas considerado en el presente informe es hasta la del orden 36.

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, programado para operar a 5 kVA, marca: Huawei.
Datos de placa: modelo: SUN2000-5KTL-L1, núm. de serie: HV2040126171, lugar de fabricación: China, potencia: 5 kVA, tensión (C.A.):220/230/240 V (ver inciso 8.1 en anexos).
Configuración: L1 – L2 – N, versión de firmware: V100R001-02, versión de software (aplicación móvil FusionSolar): V200R001C00 y núm. de muestra LAPEM 16230.

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 %	0.13 %	Dentro de rango	
5.3	Factor de potencia	Operar con diferentes ajustes de FP	0.95 en adelante y atraso	-0.9523 y 0.9462	Dentro de rango	
5.4	Distorsión armónica	No superar los límites	Armónica impar hasta 36	Ver tabla 7	Dentro de rango	
			Armónica par hasta la 36	Ver tabla 8		
5.5	Inyección de corriente directa	No debe ser mayor	≤ 0.5 % de I nom	0.0082 %	Dentro de rango	
5.7.1	Variación en la tensión	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	V < 50	0.16 s	0.064 s	Dentro de rango
			50 < V < 88	2.00 s	0.448 s	Dentro de rango
			88 < V < 110	Operación permanente	Sin desconexión	Dentro de rango
			110 < V < 120	1.00 s	0.448 s	Dentro de rango
			V > 120	0.16 s	0.048 s	Dentro de rango

FECHA: 15 de septiembre de 2020	EXPEDIENTE: EXP-K3413-34-2020	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. Alfonso Rivera Rosas			

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.
--	---

Continuación....

Cláusula RES/142	Prueba	Requerimiento de la RES/142		Medición	Resultado	
		Descripción	Límite			
5.7.2	Variación en frecuencia	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	$f > 61.2 \text{ hz}$	0.16 s	0.152 s	Dentro de rango
			$57.0 \leq f < 61.2$	Operación permanente	Operación permanente	Dentro de rango
			$f < 57.0 \text{ hz}$	0.16 s	0.152 s	Dentro de rango
5.7.3	Reconexión con retardo	Deberá reconectarse	5 min o ajustable		1 min	Dentro de rango
5.7.4	Anti isla	Desconectarse	ICA = 0	$t < 0.5 \text{ s}$	$t = 0.064 \text{ s}$	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. Documento confidencial.

Nota 4: Los resultados expresados en este informe aplican solamente a la muestra probada y no ampara a la totalidad de las pruebas prototipo. Documento confidencial

Con fecha 15 de septiembre de 2020 el presente documento que consta de 31 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: 15 de septiembre de 2020	EXPEDIENTE: EXP-K3413-34-2020	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. Alfonso Rivera Rosas			

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.
--	---

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	4
2	OBJETIVO.....	4
3	NORMAS O DOCUMENTOS APLICABLES.....	4
4	REGLA DE DECISIÓN.....	4
5	PRUEBAS O ACTIVIDADES REALIZADAS.....	5
	5.1 Requerimientos de prueba.....	6
6	RESULTADOS.....	7
	6.1 Sincronía.....	7
	6.2 Factor de potencia.....	8
	6.3 Distorsión Armónica.....	9
	6.4 Inyección de corriente directa.....	16
	6.5 Variación en la tensión del suministro.....	16
	6.6 Variación en la frecuencia del suministro.....	21
	6.7 Reconexión con retardo.....	24
	6.8 Anti isla.....	25
	6.9 Capacidad del aislamiento contra sobretensiones.....	26
7	CONCLUSIONES.....	27
8	ANEXOS.....	28
	8.1 Equipo bajo prueba.....	28
	8.2 Equipos de prueba.....	29
	8.3 Solicitud de medición de armónica hasta la 36 th.....	30
	8.4 Solicitud de cambio de pruebas de potencias a inversor.....	31



1 ANTECEDENTES.

Este servicio fue solicitado por parte de la empresa HUAWEI TECHNOLOGIES DE MEXICO, de acuerdo con la solicitud SOLK34132020AV18, cotización C2020COK341343R8, cotización complementaria C2020COK341379L7 y orden de trabajo OTK3413CO2020LPH1. Las pruebas se realizaron del día 22 de junio de 2020 al día 01 de julio en el LAPEM.

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.

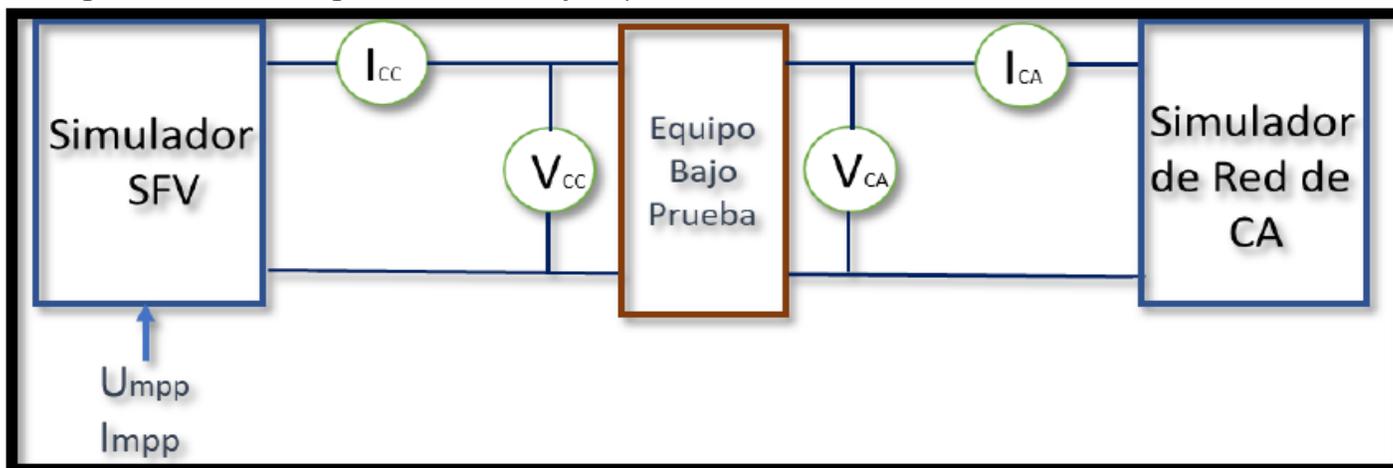


Figura 1. Diagrama de conexión (obtenido de la norma UNE-EN-50530-2011)

Todas las mediciones se realizaron a una temperatura ambiente de 25 °C ± 3 °C.

Debido a la posibilidad del inversor de trabajar a diferentes potencias nominales es necesario que previo al inicio de las pruebas se realice un ajuste de potencia en su programación mediante la App "FusionSolar", dentro de dicha aplicación utilizando la opción de "puesta en servicio del dispositivo" se accede a la configuración del inversor ingresando con una cuenta de administrador, de tal manera que en el apartado de "Ajuste de potencia" es posible ingresar el valor nominal de potencia al cuál se evaluará el inversor.

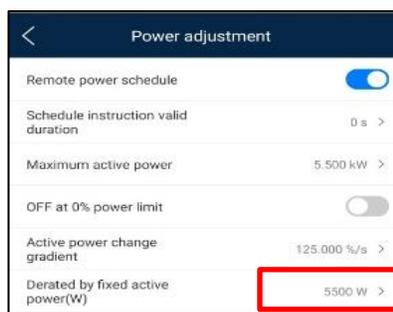


Figura 2. Programación mediante la App "FusionSolar".



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 $\leq \pm 5\%$.	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 adelante.	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 $ICA = 0$ 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	13:14:52	13:16:01	2 min 53 s

Tabla 5. Tensión de sincronización.

Prueba	Tensión sin Interconexión (VAC)	Tensión después de la Interconexión (VAC)	Diferencia	Límite de las disposiciones
Tensión	219.89	220.18	0.13 %	5 %

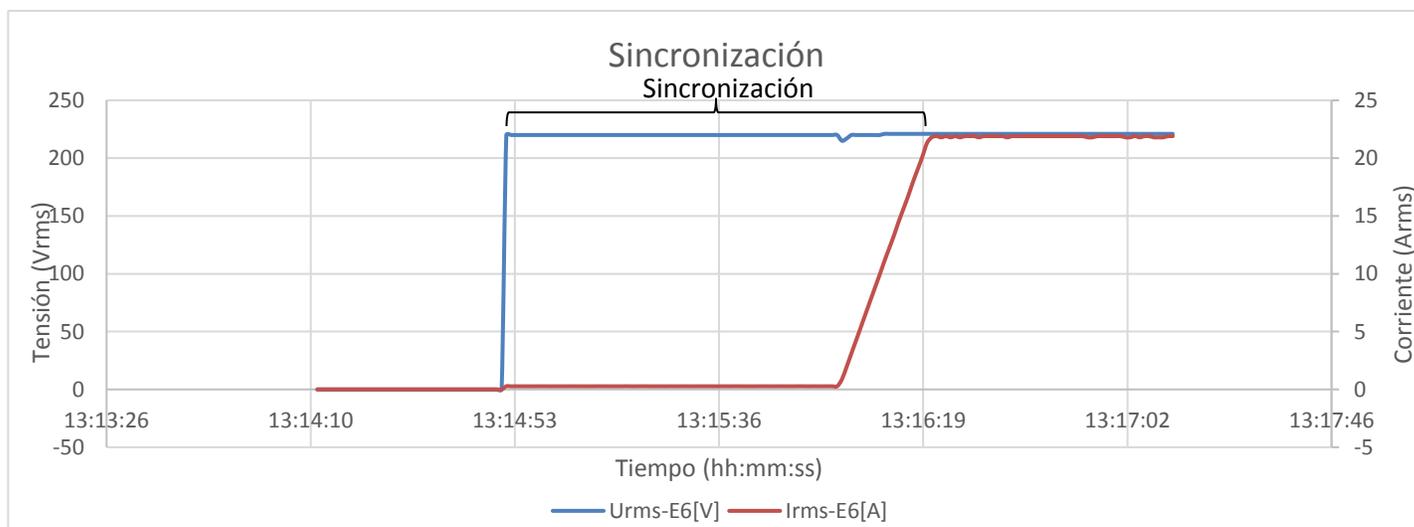


Figura 3. Gráfica de sincronización.



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 adelanto
- 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 adelanto, 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	4839	108	1	0.999
Capacitiva	4820	-1544	-0.95	- 0.9523
Inductiva	4816	1647	0.95	0.9462

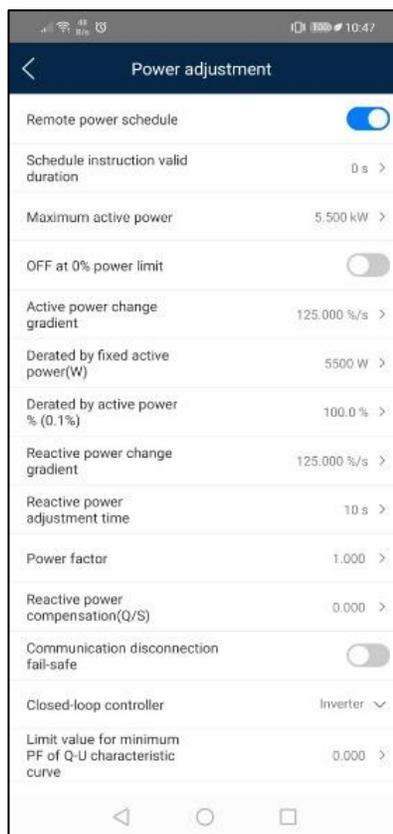


Figura 4. Configuración del factor de potencia en aplicación móvil "FusionSolar".



6.3 Distorsión Armónica.

Se realizó la medición de los armónicos individuales de corriente (armónica 2 a 36) y del THDI (o distorsión de demanda total TDD) de la entrega de potencia nominal del inversor.

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

Debido a que en las disposiciones RES/142/2017 no se define hasta que armónica par e impar debe evaluar, con base en solicitud del cliente con fecha de correo 20 de agosto 2020 (anexo 8.3), el alcance de la evaluación de armónicas es hasta la del orden 36.

Para realizar la evaluación de los límites establecidos por la RES/142/2017 se realizó el cálculo del porcentaje de distorsión de acuerdo con la siguiente formula:

$$y \leq h < x = \frac{\sum_{1}^n \sqrt{\sum_{y}^x (h_{xn})^2}}{n}$$

Donde:

h = armónicas impares o armónicas pares en %

y = rango inicial de armónica

x = rango final de armónica

n = número de muestras

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 (hasta la 36)	Distorsión de demanda total (TDD)
Porcentaje (%)	Máximo permitido	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
	Obtenido	1.64	0.09	0.62	0.5	0.12	1.43

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 (hasta la 36)	Distorsión de demanda total (TDD)
Porcentaje (%)	Máximo permitido	1.0	0.5	0.375	0.15	0.075	1.25
	Obtenido	0.6	0.1	0.132	0.15	0.067	0.185

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.



Tabla 9. Armónicos individuales promedio de 1 hora.

Armónica	Magnitud (%)	Armónica	Magnitud (%)
1	100	26	0.029
2	0.107	27	0.034
3	1.301	28	0.025
4	0.045	29	0.038
5	0.374	30	0.026
6	0.041	31	0.043
7	0.214	32	0.028
8	0.049	33	0.065
9	0.213	34	0.035
10	0.033	35	0.101
11	0.238	36	0.059
12	0.030	37	---
13	0.161	38	---
14	0.039	39	---
15	0.143	40	---
16	0.040	41	---
17	0.096	42	---
18	0.029	43	---
19	0.058	44	---
20	0.028	45	---
21	0.054	46	---
22	0.028	47	---
23	0.037	48	---
24	0.032	49	---
25	0.041	50	---

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".



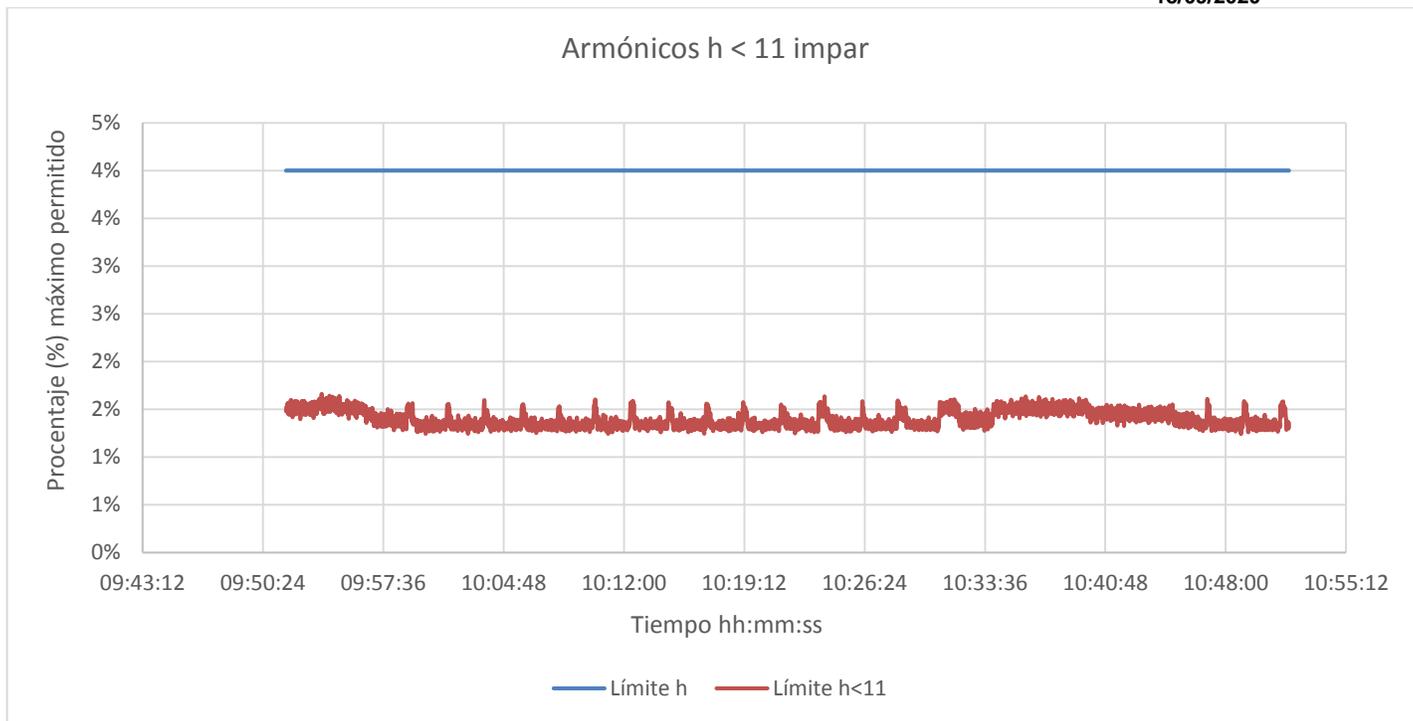


Figura 5. Armónicos $h < 11$ impar.

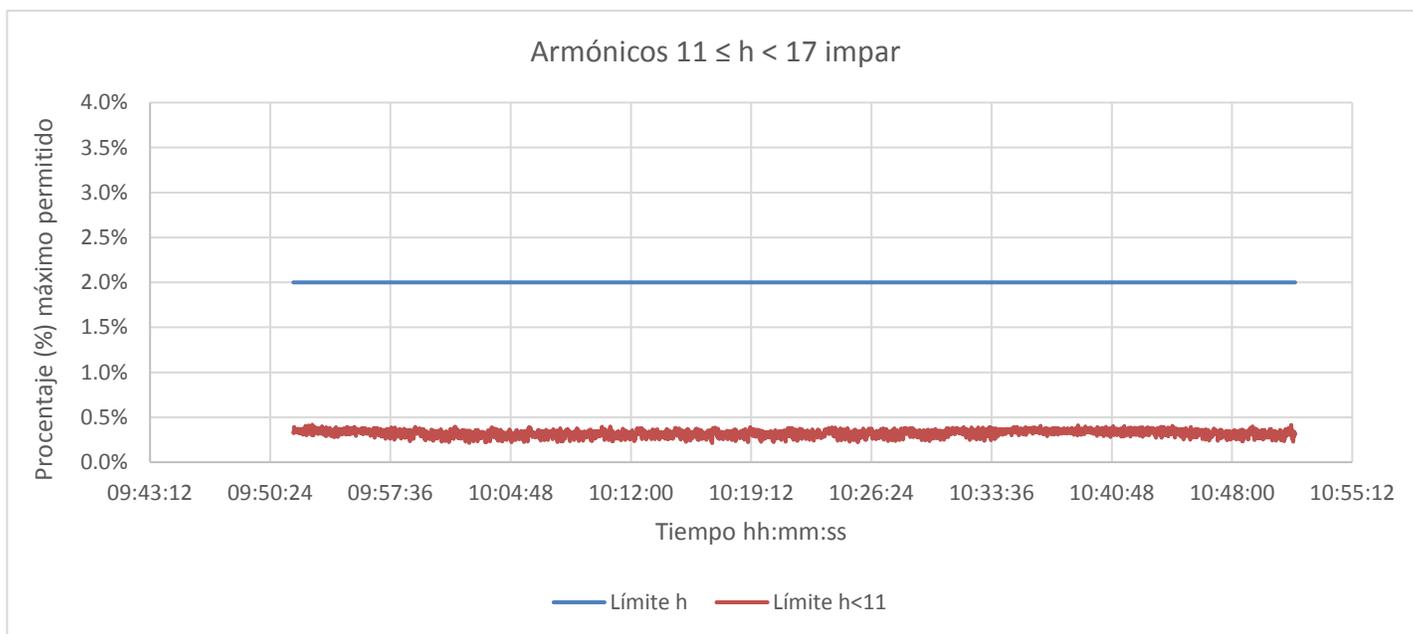


Figura 6. Armónicos $11 \leq h < 17$ impar.



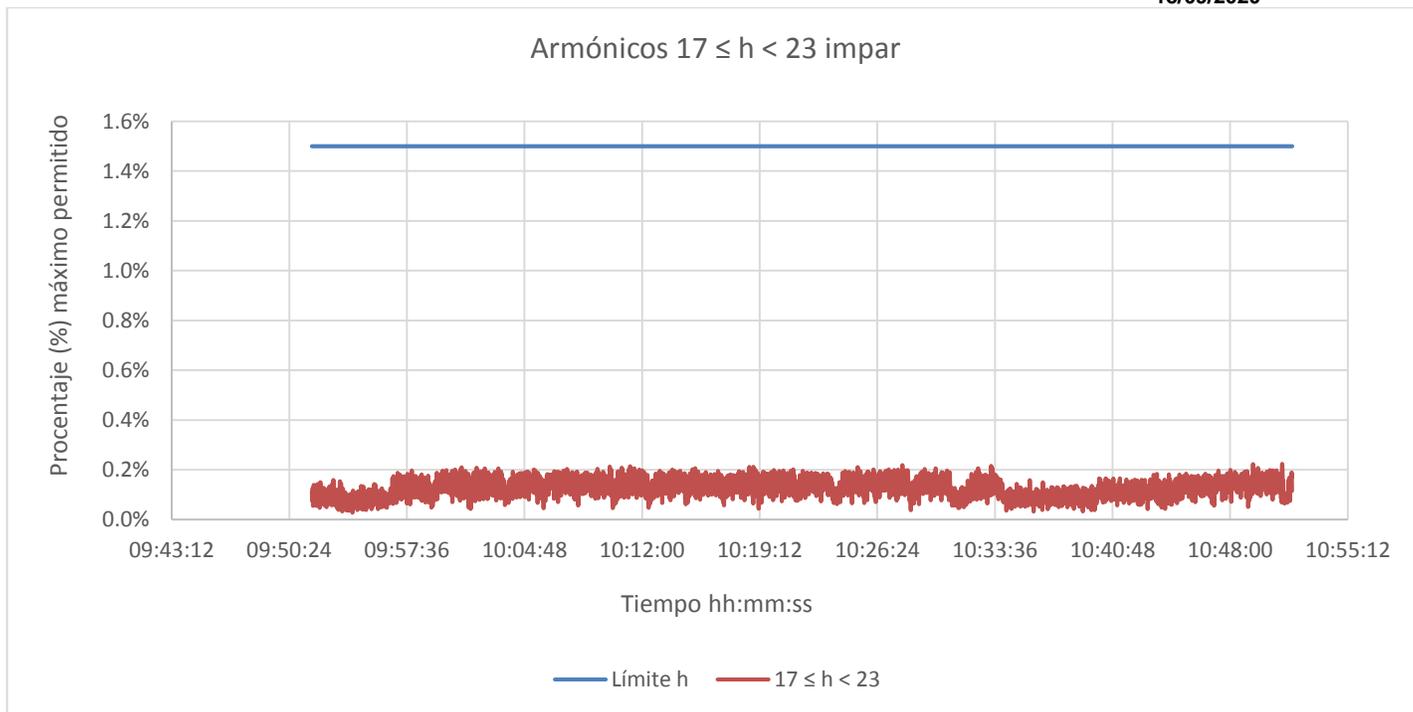


Figura 7. Armónicos $17 \leq h < 23$ impar

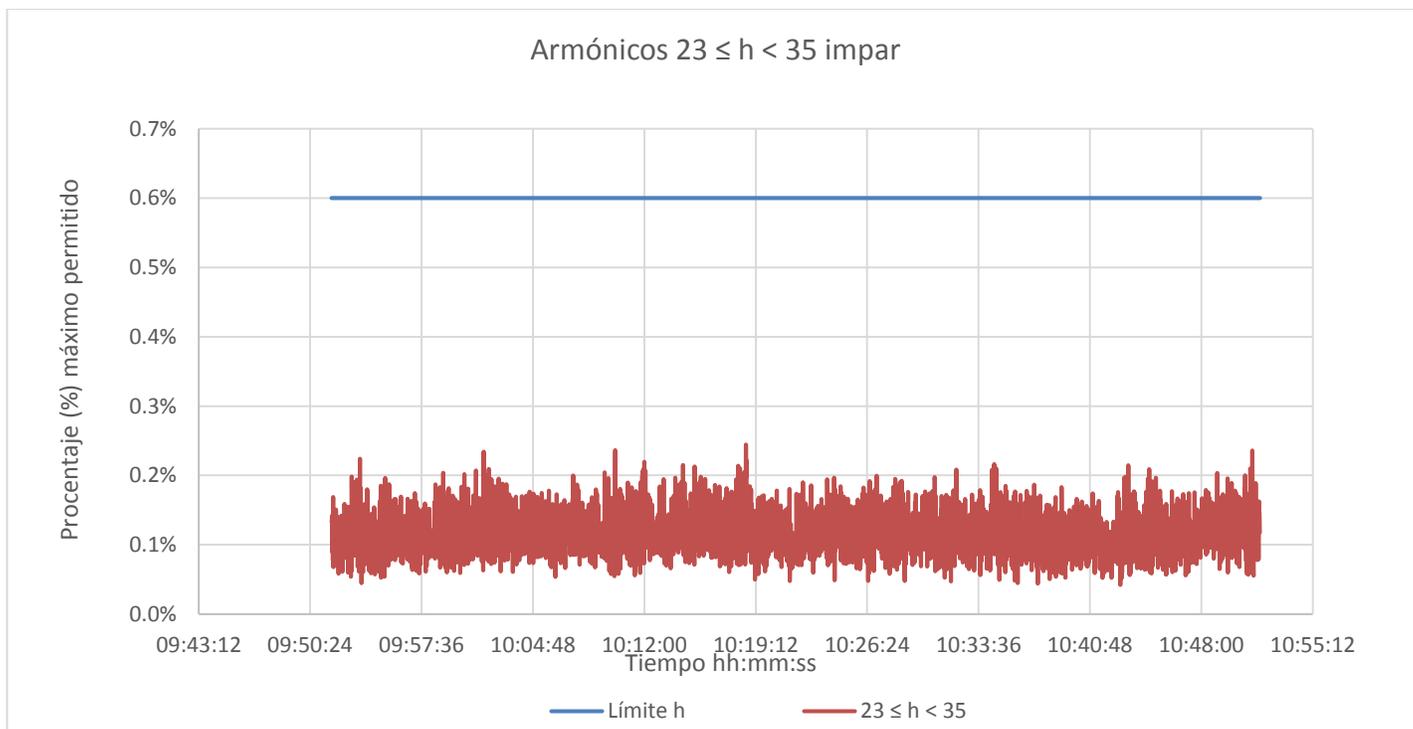


Figura 8. Armónicos $23 \leq h < 35$ impar



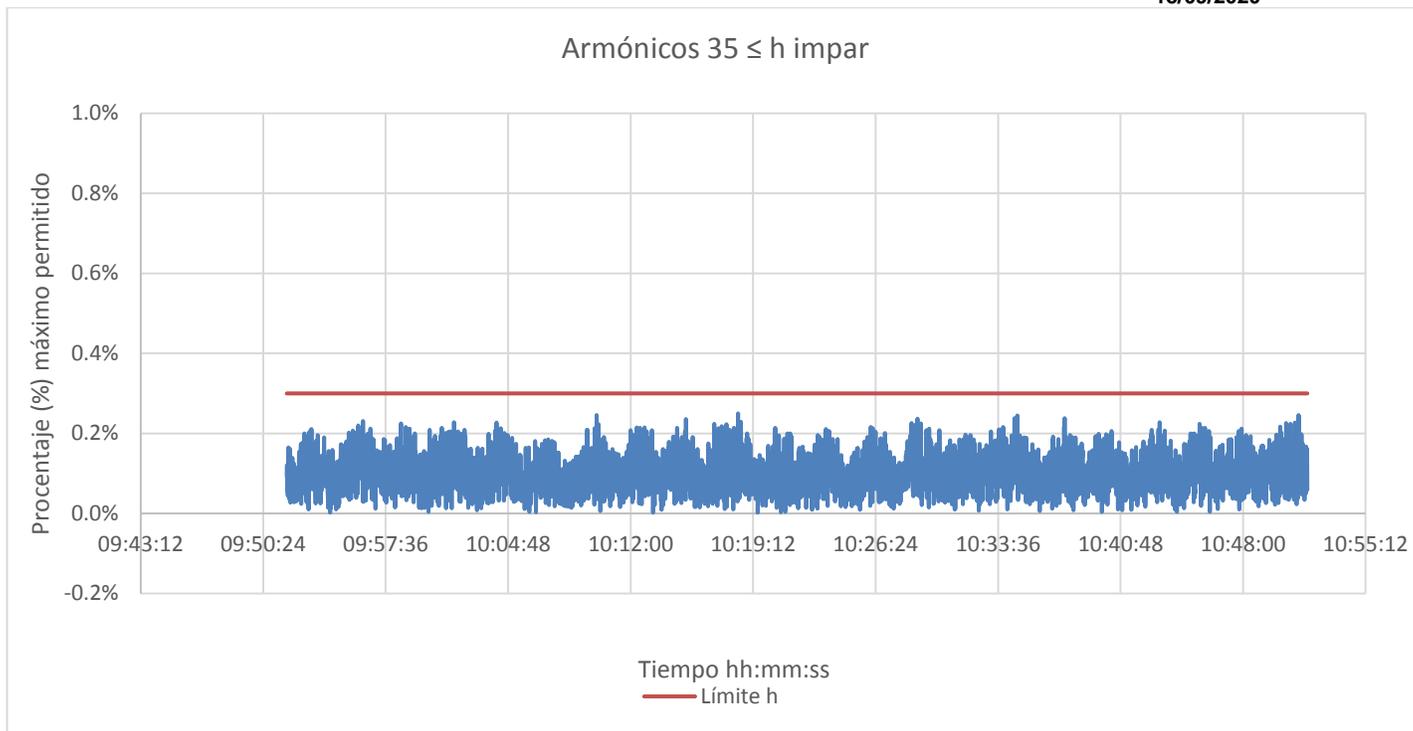


Figura 9. Armónicos $35 \leq h$ impar.

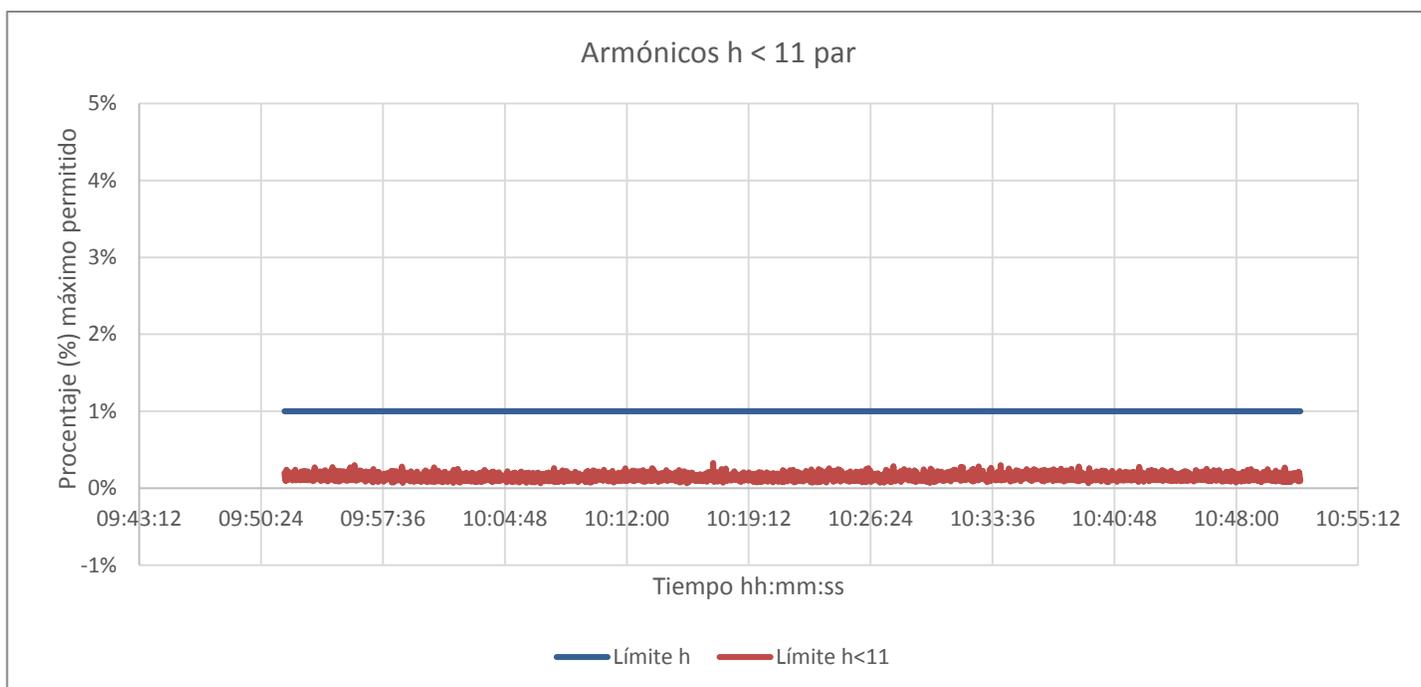


Figura 10. Armónicos $h > 11$ par.



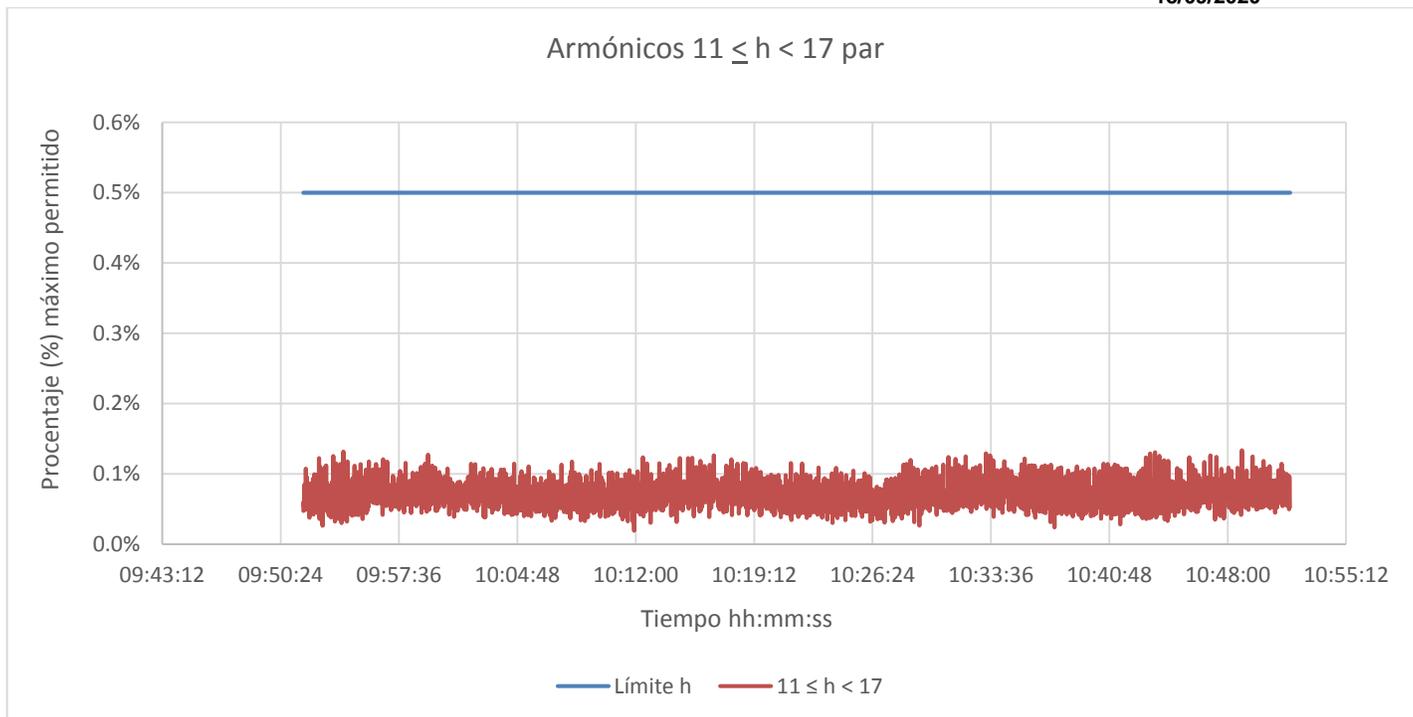


Figura 11. Armónicos $11 \leq h < 17$ par.

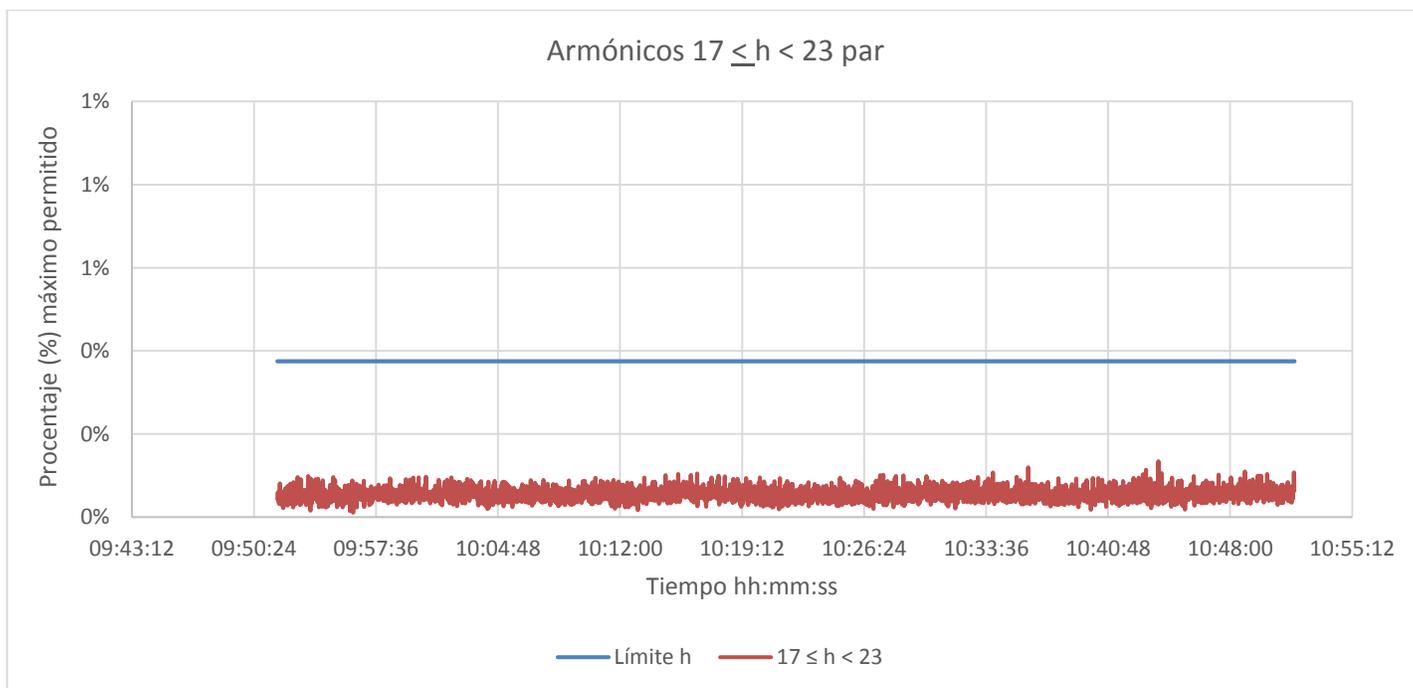


Figura 12. Armónicos $17 \leq h < 23$ par.



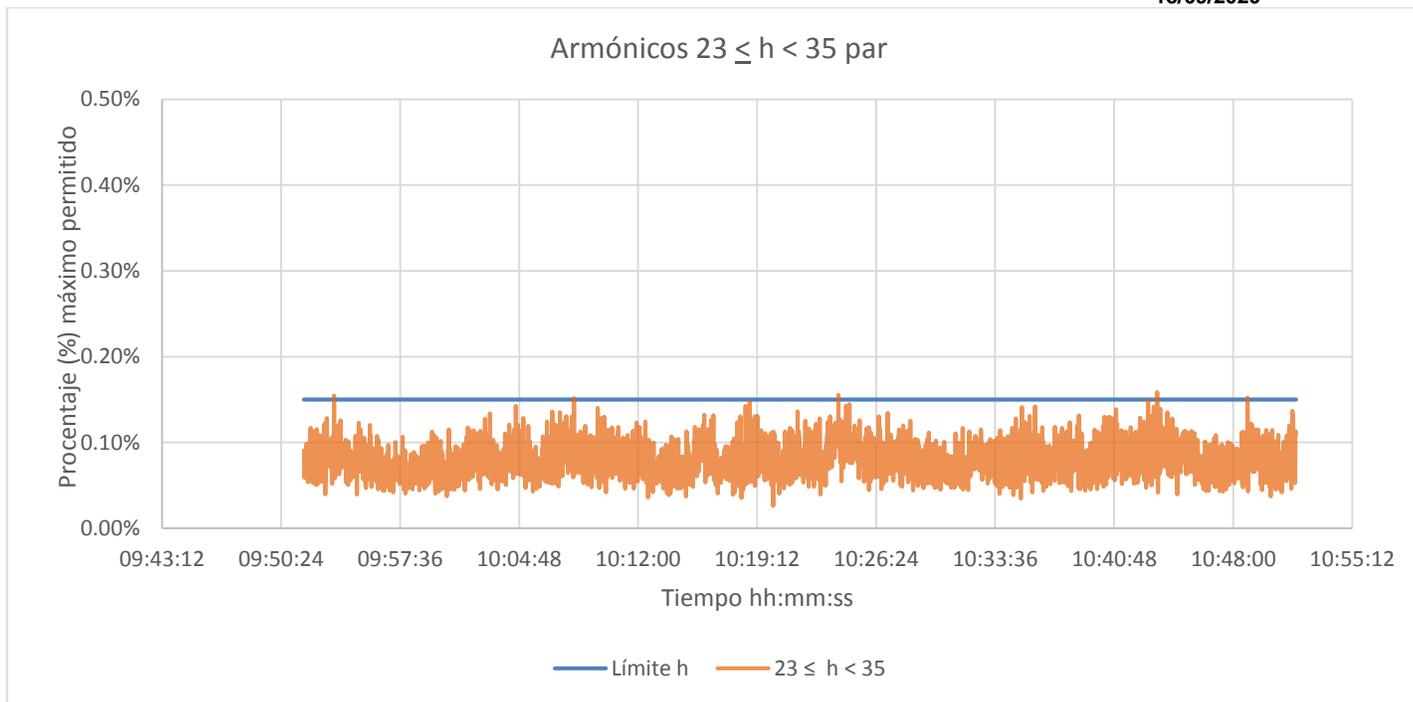


Figura 13. Armónicos $23 \leq h < 35$ par.

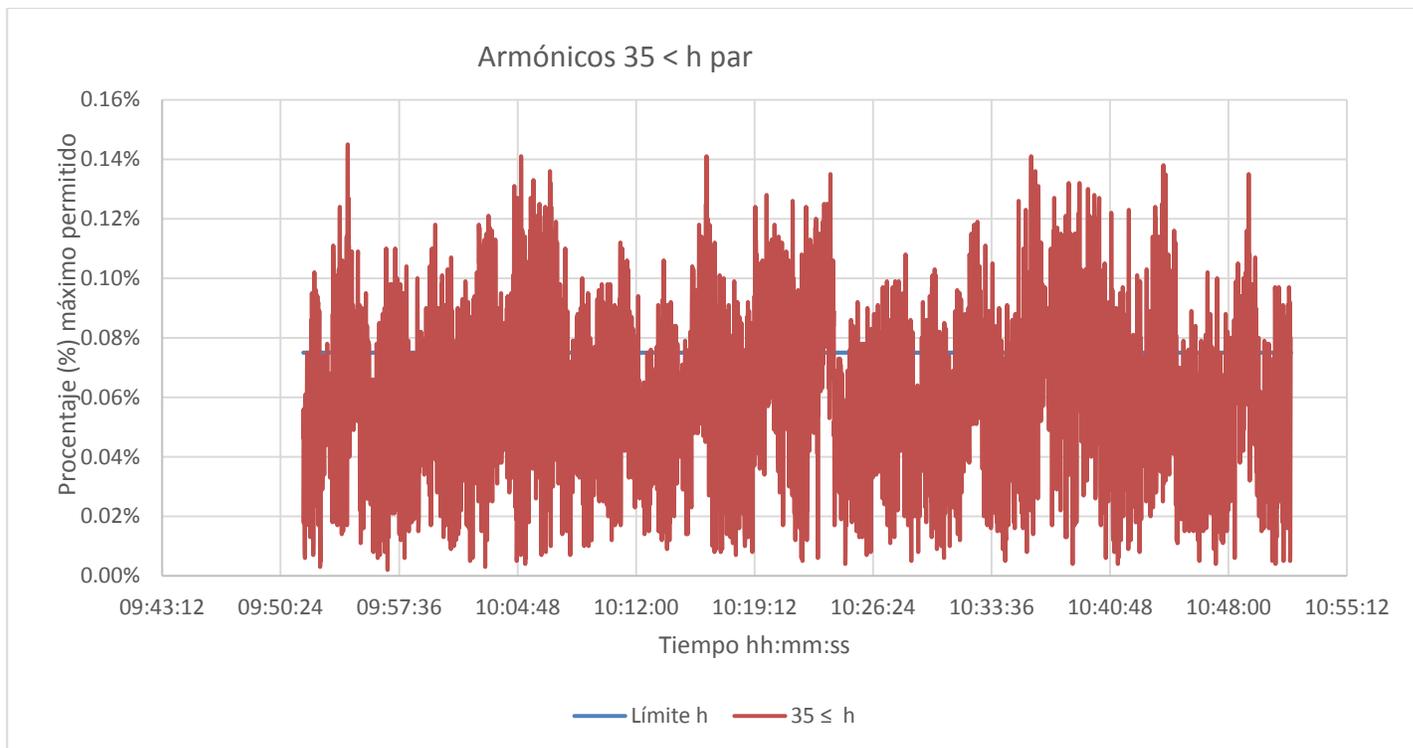


Figura 14. Armónicos $35 \leq h$ par.



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
24.86	< 0.5 %	0.124 A	0.03 %	0.0082 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)
$V_{nom} < 88 \%$	193.6	192.47
$V_{nom} < 110 \%$	242	240.02

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	0.064	Dentro de rango
$50 \leq V_{nom} < 88$	2.00	0.448	Dentro de rango
$88 \leq V_{nom} \leq 110$	Operación permanente	Sin desconexión	Dentro de rango
$110 < V_{nom} < 120$	1.00	0.448	Dentro de rango
$V_{nom} \geq 120$	0.16	0.048	Dentro de rango



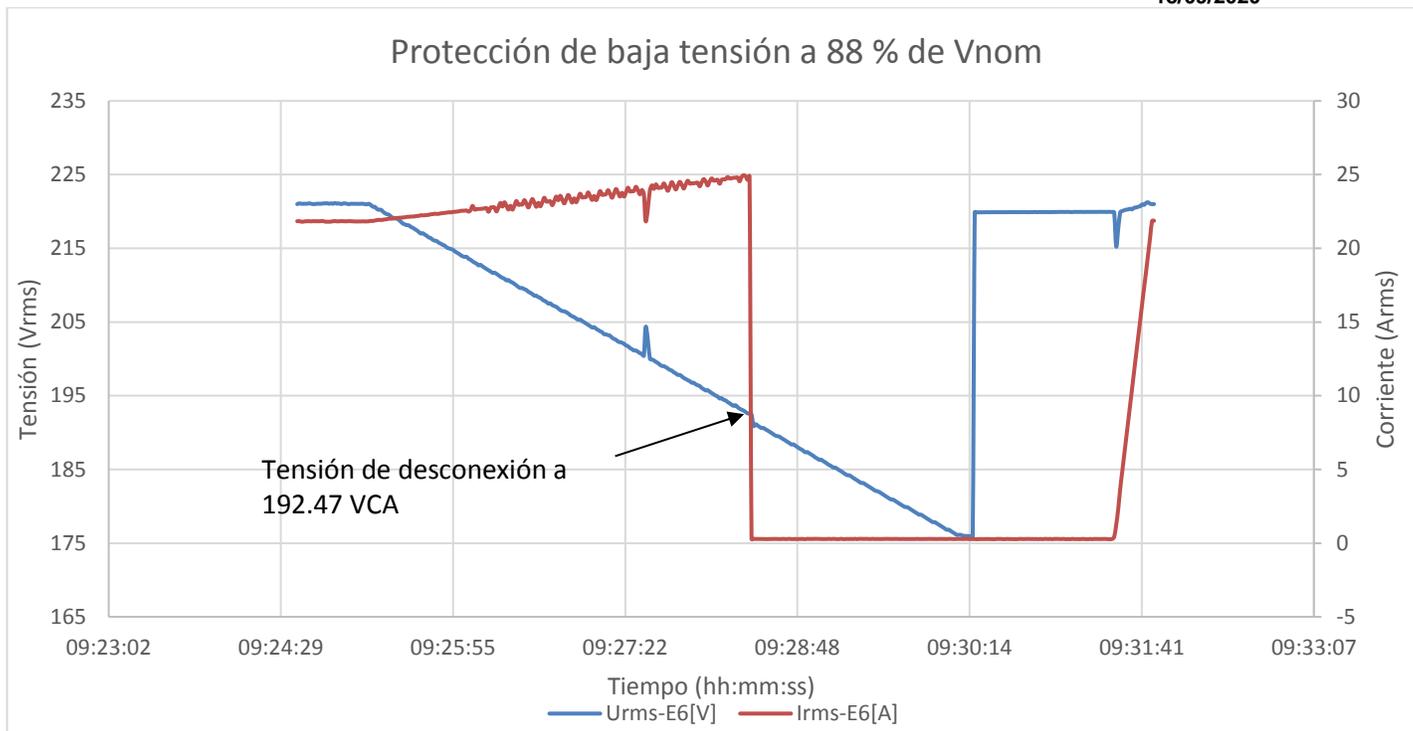


Figura 15. Desconexión por baja tensión.

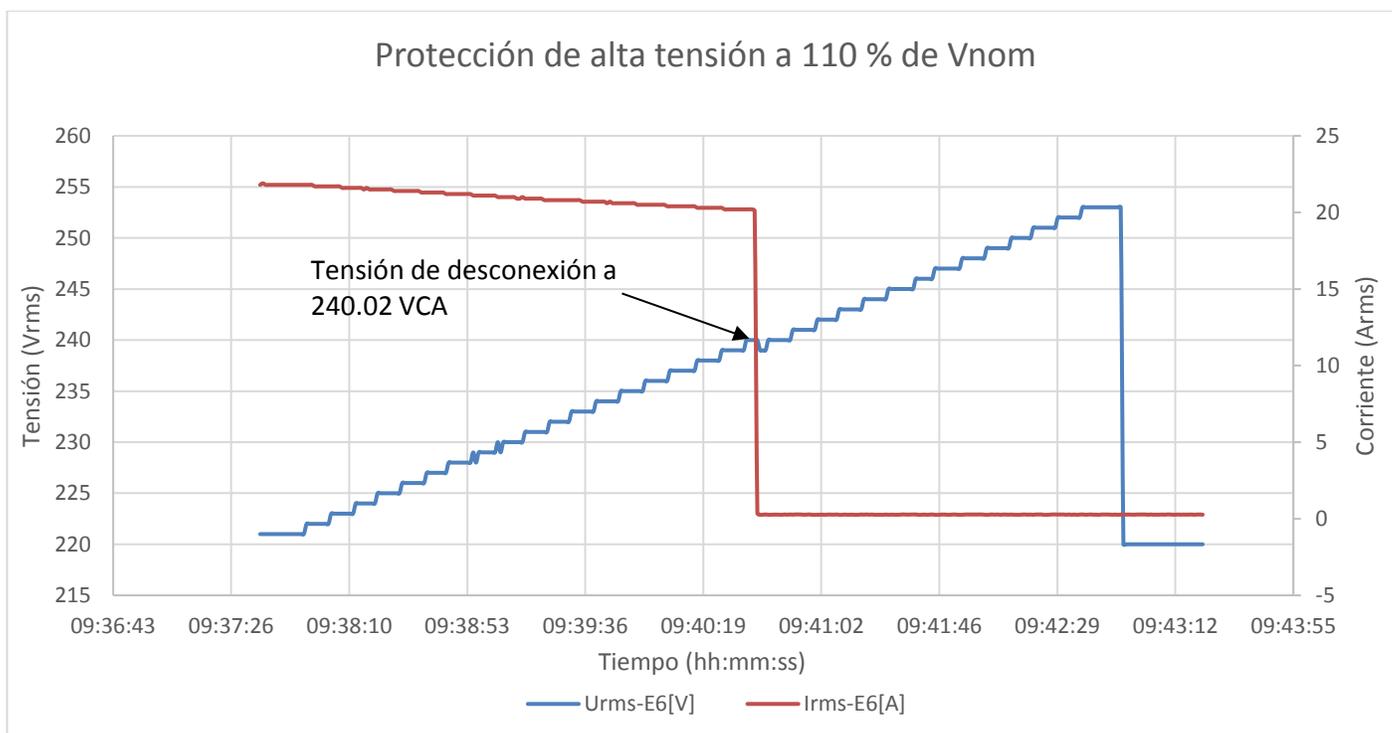


Figura 16. Desconexión por sobre tensión.



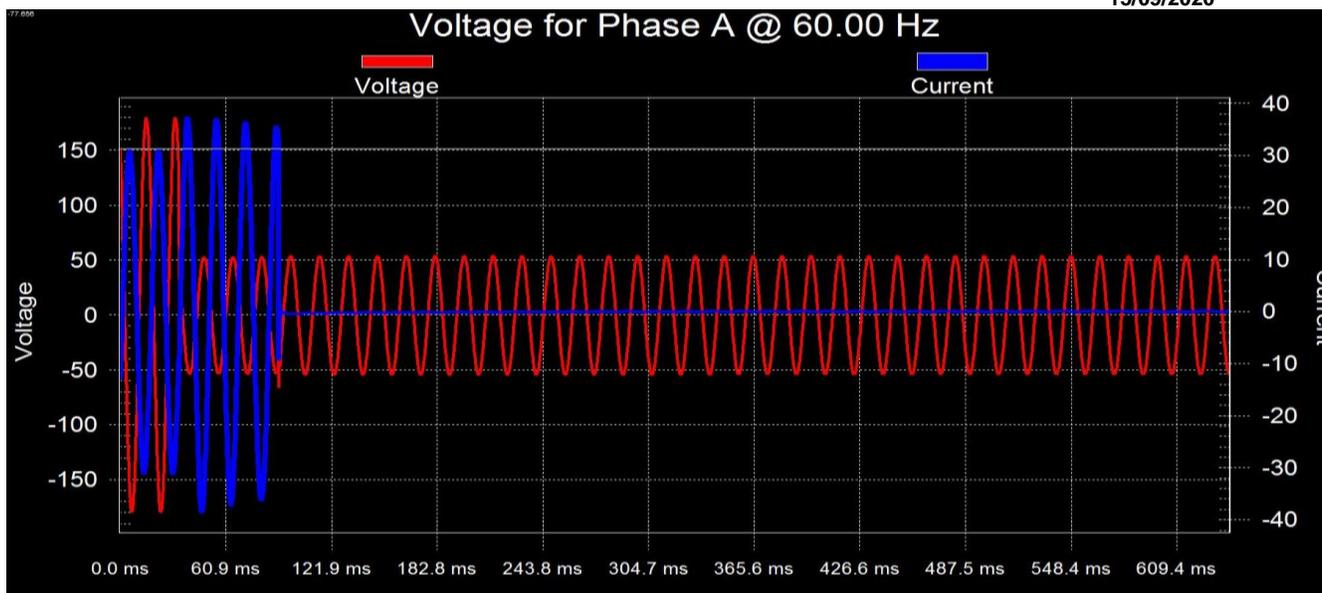


Figura 17. Tiempo de desconexión al 30 % de tensión.

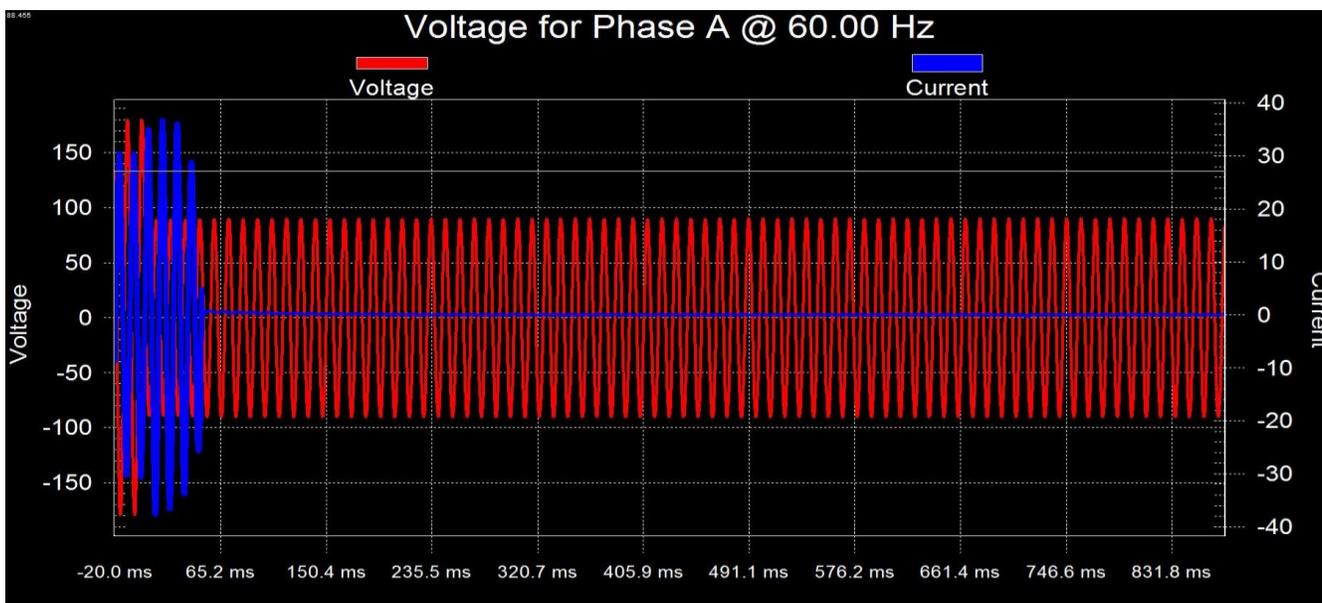


Figura 18. Tiempo de desconexión al 49.9 % de tensión.



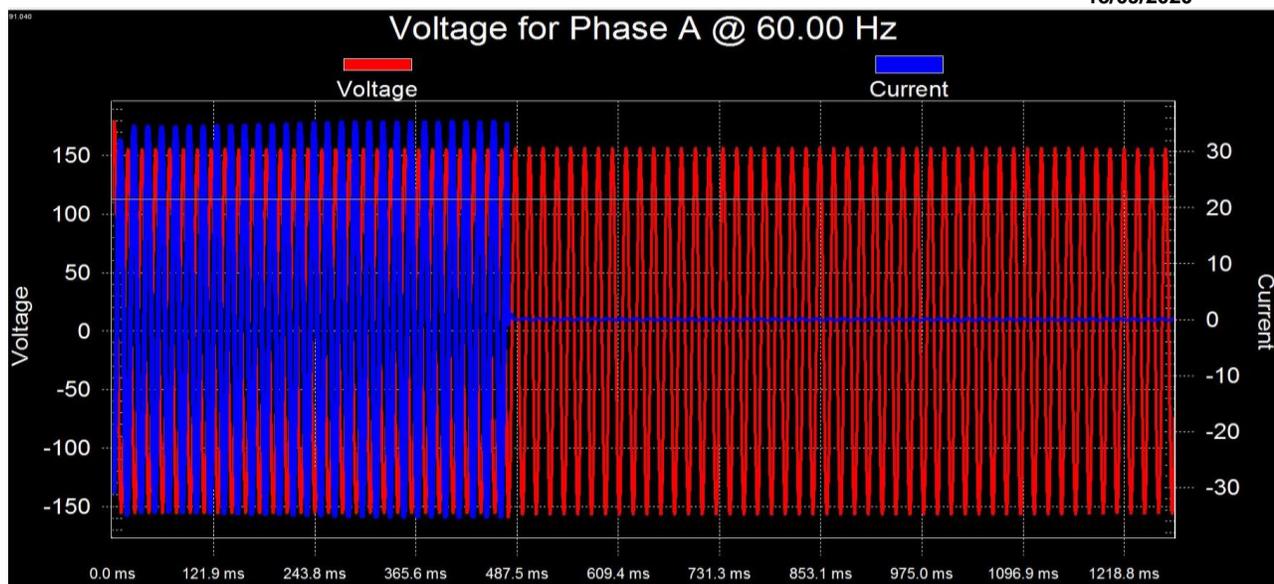


Figura 19. Tiempo de desconexión al 87% de tensión.

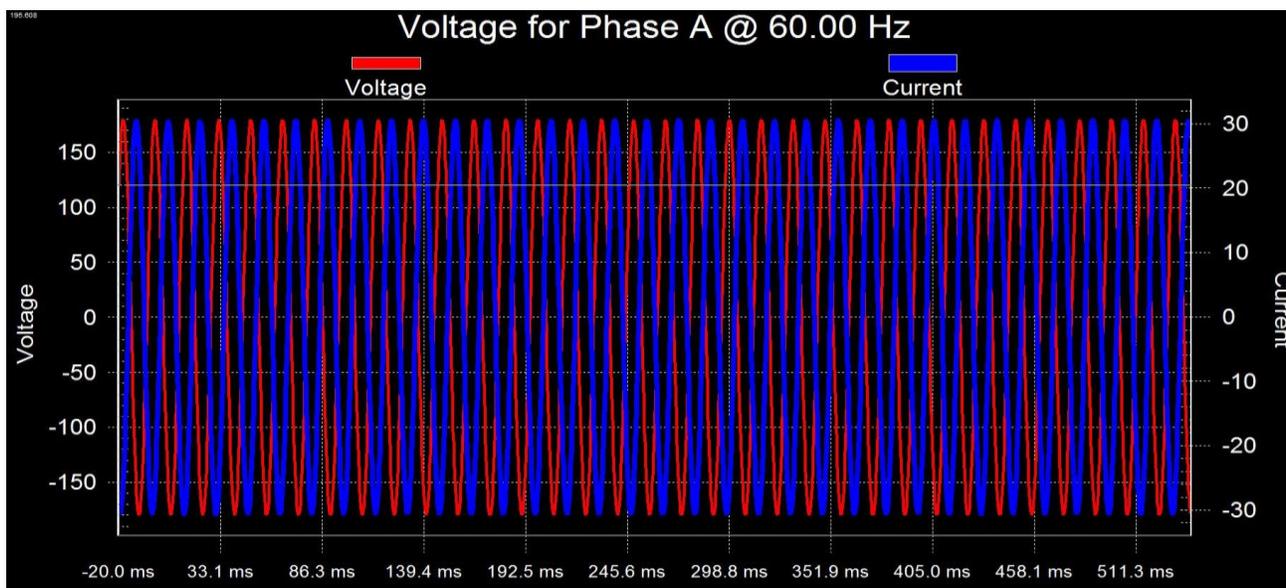


Figura 20. Tiempo de desconexión al 100% de tensión.



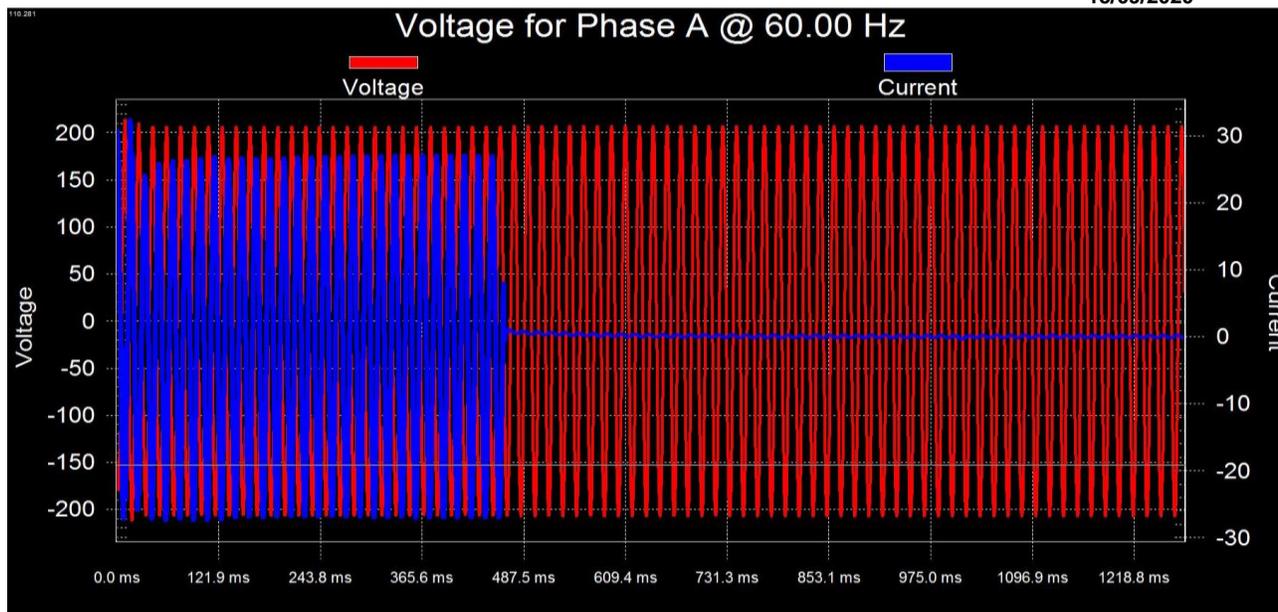


Figura 21. Tiempo de desconexión al 115% de tensión.

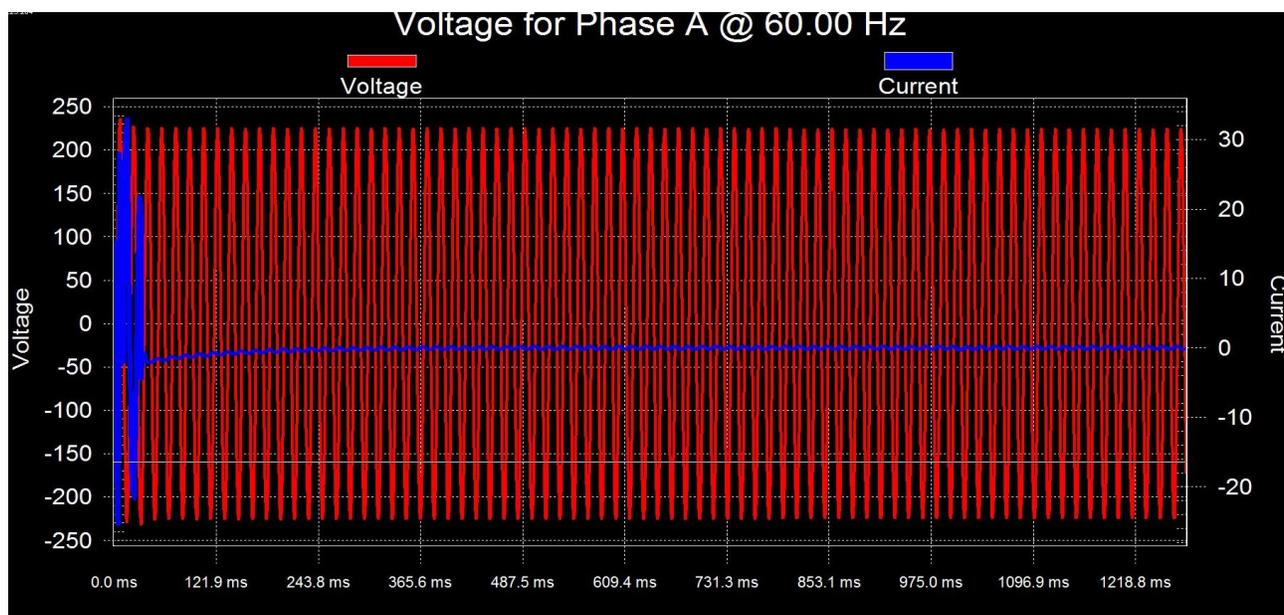


Figura 22. Tiempo de desconexión al 125% de tensión.



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 frecuencia de desconexión (Hz)	Valor obtenido (Hz)
$f > 61.2$	61.2	61.2
$f < 57.0$	57.0	56.99

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	0.152	Dentro de rango
$57.0 \leq f < 61.2$	Operación permanente	Operación permanente	Dentro de rango
$f < 57.0$	0.16	0.152	Dentro de rango

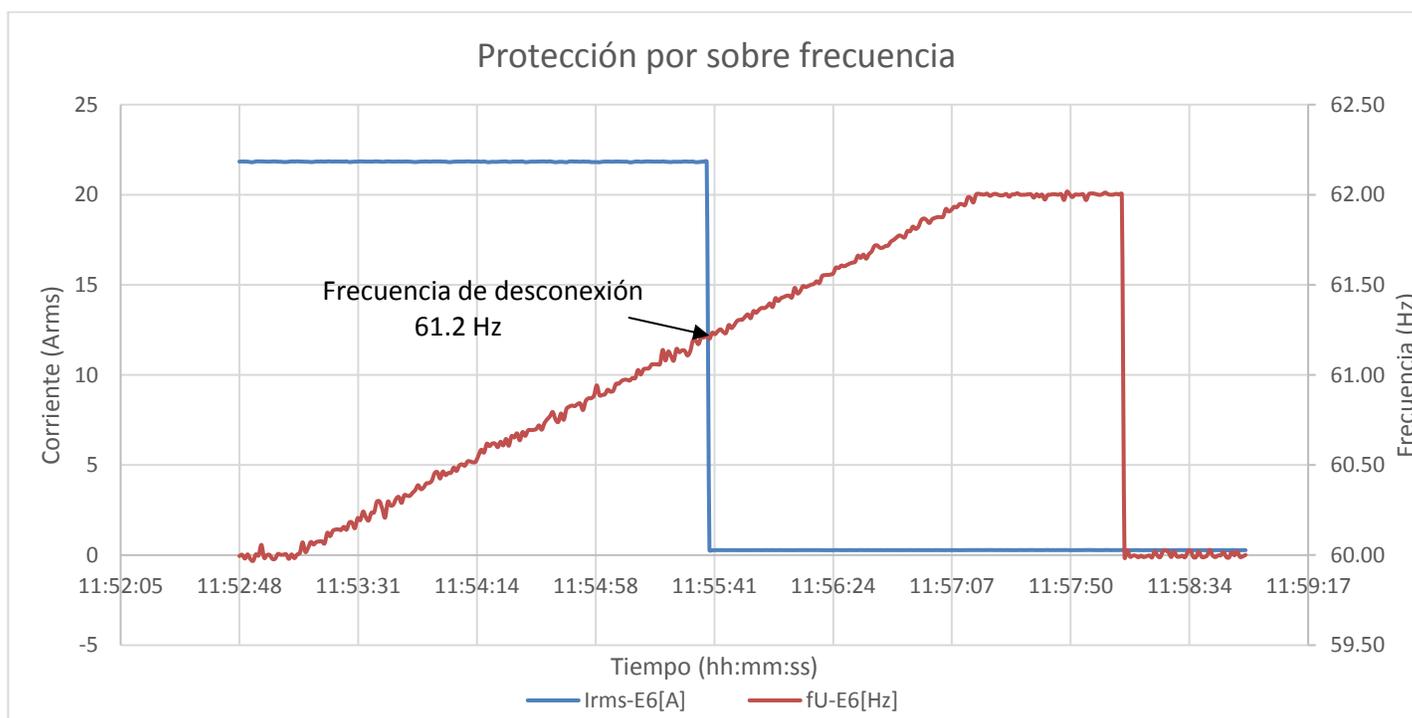


Figura 23. Disparo por sobre frecuencia.



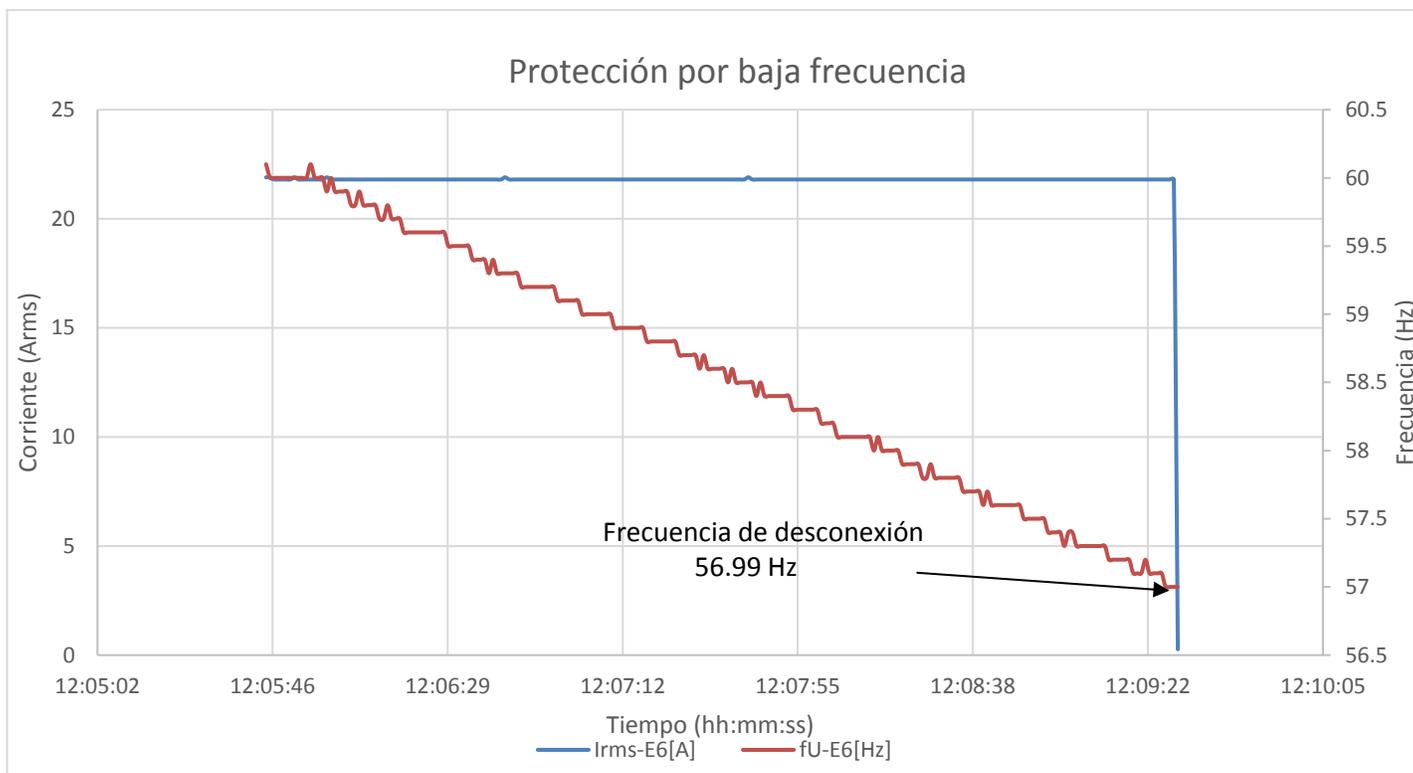


Figura 24. Disparo por baja frecuencia.

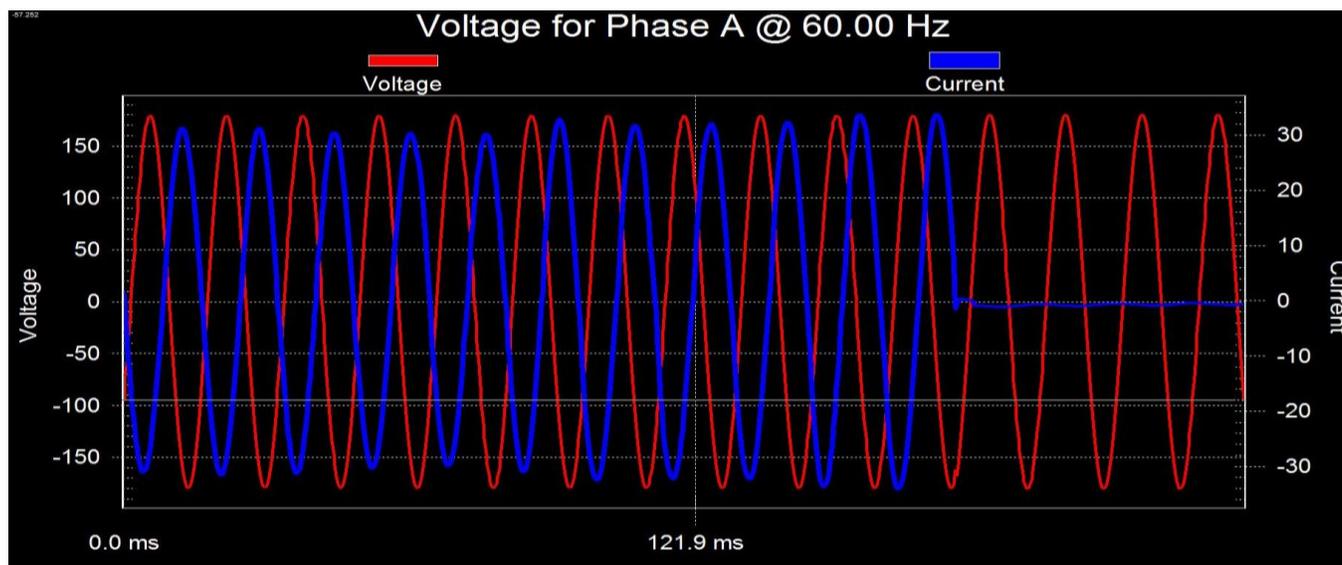


Figura 25. Tiempo de desconexión en alta frecuencia 61.2 Hz.



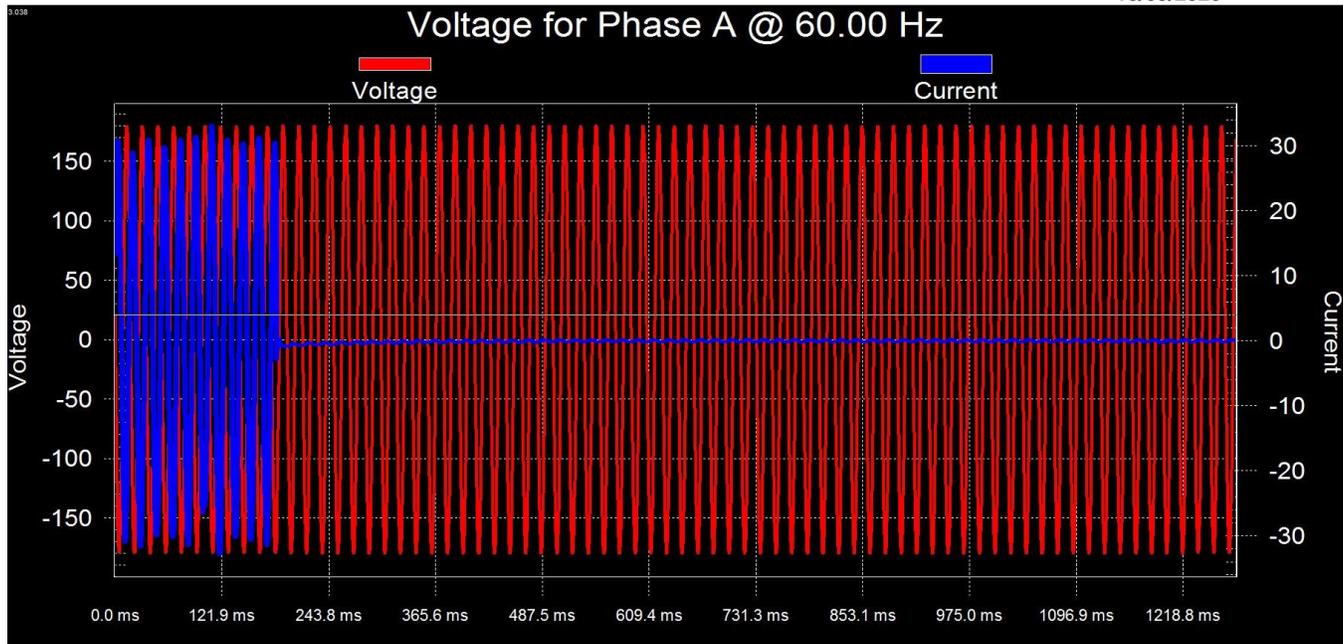


Figura 26. Tiempo de desconexión en baja frecuencia 57 Hz.



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 reconexión.

Tensión sin Interconexión	Tensión después de la Interconexión	Obtenido (min)
13:02:21	13:03:21	1



Figura 27. 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

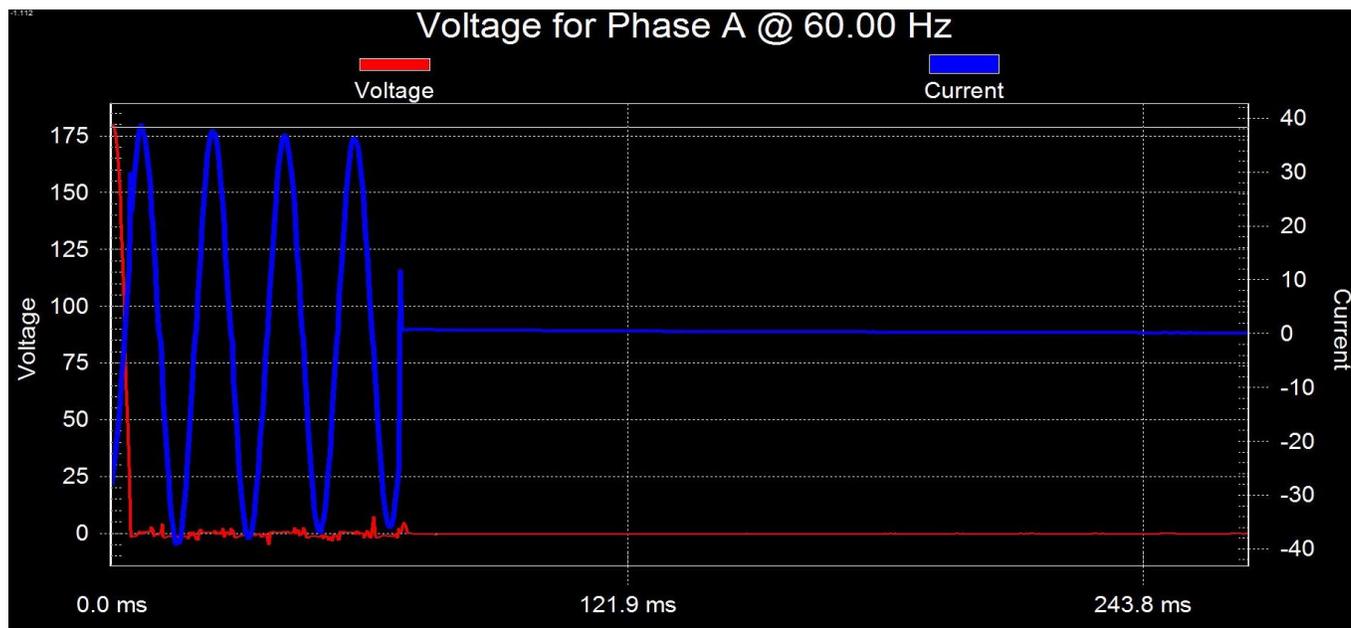


Figura 28. Gráfica de anti-isla.



6.9 Capacidad del aislamiento contra sobretensiones.

La prueba se realizó a inversor en condiciones de temperatura normal (25 °C ± 3 °C), se aplicó durante 1 minuto a una tensión RMS de 1000 Vac más 2 veces la tensión máxima del inversor:

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

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	

Nota: El inversor cuenta con protección contra sobretensión, con lo cual no permite que la tensión supere 500 Vac. y 260 en Vcd.



Figura 29. Prueba de capacidad del aislamiento contra sobretensiones.



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 %	0.13 %	Dentro de rango	
5.3	Factor de potencia	Operar con diferentes ajustes de FP	0.95 en adelanto y atraso	-0.9523 y 0.9462	Dentro de rango	
5.4	Distorsión armónica	No superar los límites	Armónica impar hasta 36	Ver tabla 7	Dentro de rango	
			Armónica par hasta la 36	Ver tabla 8		
5.5	Inyección de corriente directa	No debe ser mayor	0.5 %	0.0082 %	Dentro de rango	
5.7.1	Variación en la tensión	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	V < 50	0.16 s	0.064 s	Dentro de rango
			50 < V < 88	2.00 s	0.448 s	Dentro de rango
			88 < V < 110	Operación permanente	Sin desconexión	Dentro de rango
			110 < V < 120	1.00 s	0.448 s	Dentro de rango
			V > 120	0.16 s	0.048 s	Dentro de rango
5.7.2	Variación en frecuencia	Mantenerse interconectado a la red o desconectarse	f > 61.2 hz	0.16 s	0.152 s	Dentro de rango
			57.0 ≤ f < 61.2	Operación permanente	Operación permanente	Dentro de rango
			f < 57.0 hz	0.16 s	0.152 s	Dentro de rango
5.7.3	Reconexión con retardo	Deberá reconectarse	5 min o ajustable	t=1 min	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



8 ANEXOS

8.1 Equipo bajo prueba

Tabla 19. Datos de placa.

Equipo	Inversor para sistemas fotovoltaicos interconectados programable
Marca	Huawei
Modelo	SUN2000-5KTL-L1
Núm. de serie	HV2040126171
Lugar de fabricación	China
Potencia	5 kVA
Tensión (CA)	220/230/240 V
Configuración	L1 – L2 – N



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 SIMULATOR 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

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%



8.3 Solicitud de medición de armónica hasta la 36 th.

Seguimiento LAPEM - Huawei Inversores



Manuel Saenz Garza <manuel.saenz@huawei.com>

Para LUIS ANTONIO LEDEZMA LEON; JOSE LUIS MAR ESCALANTE; VÍCTOR HUGO FITTA MARTINEZ; Alejandra Gisela Paez Cahum
CC Kevin Luis Gutierrez Trevino; Pablo Alfonso Rodriguez Centeno; gaopengfei (D); Lucia Lopez Barbalena

Responder Responder a todos Reenviar

jueves 20/08/2020 03:54 p. m.

Estimados Luis Antonio, Jose Luis y Victor Hugo,

Gusto en saludarles.

Aprovecho esta cadena de correo para solicitar que intercambios futuros de información entre LAPEM y Huawei, ya sean técnicos, logísticos o administrativos se hagan con mi colega Gisela Paez en vez de mí, a los siguientes datos e contacto:

gisela.paez@huawei.com
Cel.722 100 9332

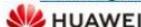
Como pendientes tenemos de momento:

- 1- LAPEM confirmará inicio de pruebas y fecha estimada de entrega de reporte para las potencias de 2 y 4kW.
- 2- LAPEM enviará reporte de pruebas del inversor de 3kW (este punto y el anterior hasta la armónica #36).
- 3- Huawei realizará y confirmará a LAPEM el pago de la reemisión del reporte del inversor de 5kw hasta la armónica #36.
- 4- Huawei enviará inversor de 6 kW para realización de pruebas de RES/142 también con armónicos hasta la #36. Ya han sido pagadas y facturadas.
- 5- LAPEM confirmará si es posible cotizar horas extra de trabajo para compartimos las mediciones de armónicos de futuros inversores e incluir la reemisión de reportes en caso de ser solicitado.

Gracias de antemano por su atención y quedamos atentos de cualquier duda.

Saludos cordiales,

Manuel Saenz Garza
Mobile:+521 55 3731 7518
Email: manuel.saenz@huawei.com



This e-mail and its attachments contain confidential information from HUAWEI, which



8.4 Solicitud de cambio de pruebas de potencias a inversor.

JOSE LUIS MAR ESCALANTE

De: Manuel Saenz Garza <manuel.saenz@huawei.com>
Enviado el: martes, 23 de junio de 2020 10:30 a. m.
Para: RAUL HERNANDEZ GARCIA; JOSE LUIS MAR ESCALANTE; LUIS ANTONIO LEDEZMA LEON
CC: Kevin Luis Gutierrez Trevino; Lucia Lopez Barbalena
Asunto: LAPEM_Huawei_Pruebas inversor C2020COK341343R8
Datos adjuntos: SUN2000LV200R001C00SPC800_package.zip; Fusion Solar App quick guide.pdf; FusionSolar App and SUN2000 App User Manual (1).pdf

Estimado Raúl,

Adjunto a este correo el manual de la App Fusion Solar y el firmware nuevo en caso de ser necesario. Por favor probemos los armónicos primero así como está. Agradecería me avises antes de que vayan a cambiar el firmware de ser necesario para que anotemos primero la versión del firmware actual.

Estimado Luis Antonio, Estimado Jose Luis Mar,

Quisiera solicitar por este medio que al final probemos con el inversor actual y pago realizado, las potencias 2, 3, 4 y 5 en vez de 3, 4, 5 y 6, pues cometimos un error y la potencia de 6kW si requiere de otro hardware.

Por otra parte, les pido que me ayuden a generar una cotización por separado para 1 un inversor de 6kW, cuyo hardware les haríamos llegar.

Finalmente, quisiera pedirles si nos puedan proporcionar una cotización por separado para tener los reportes nos solo en español, si no en inglés también.

Quedo atento de sus comentarios.

Saludos cordiales,

Manuel Saenz Garza
 Mobile: +521 55 3731 7518
 Email: manuel.saenz@huawei.com



This e-mail and its attachments contain confidential information from HUAWEI, which is intended only for the person or entity whose address is listed above. Any use of the information contained herein in any way (including, but not limited to, total or partial disclosure, reproduction, or dissemination) by persons other than the intended recipient(s) is prohibited. If you receive this e-mail in error, please notify the sender by phone or email immediately and delete it!



Evidencia Criptográfica - Transacción SeguriSign
 Archivo Firmado: Informe_huawei_k3413_34D_2020_36THD_N.pdf
 Secuencia: 833598

Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora LAPEM

Firmante	Nombre:	Raul Hernandez Garcia	Validez:	OK	Vigente
Firma	# Serie:	0000000000100008139	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha:	2020-09-15 16:28:06	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	1d ac 9f 35 81 a5 cc 4e e0 39 97 9c d2 81 66 1f cc 93 45 95 23 51 94 60 92 a3 cf c8 f7 d6 c5 f2 ad d6 ec ee 9f 6a 17 82 29 d5 51 23 4c bc 49 95 9a a6 c7 b1 ee 58 28 bd 31 7a e6 5a d7 dd 99 0e d3 20 e1 1f 75 b2 2d 21 aa c5 6f 64 f3 e3 f2 54 c2 86 b9 90 78 2f 4a 9d 04 8d c9 bd cc d3 e8 2a d4 7e 3c 29 65 01 5d e9 09 b9 4b 0c cf 37 fe 35 d9 28 d1 14 33 5d 73 f4 fb 06 c8 41 83 4a 9d 40 2d d9 ed ec 8f f0 a4 a3 c8 52 79 a1 ee 0a 8c bb 91 46 bc ba a8 a2 93 e4 bd d3 5b ab b7 52 45 af 73 34 69 44 c4 d8 06 06 f4 af 0b 7a 50 53 56 54 a0 d4 bf c7 30 2d 57 4d 42 de ed 05 06 41 08 36 cc 32 0e cf 01 6b 80 1c 8f 08 1f b0 10 f5 cb 41 c1 ad 3f 7a 9e 0a af 76 f9 0a 19 7e eb 3c af d7 41 68 3a e0 d4 ff 7d 03 dc 84 7d 75 6c aa 63 90 10 78 9d e4 4a 78 df 45 3e fe 13 e7 ea 57 db 65			
OCSP	Fecha:	2020-09-15T16:28:06			
	Nombre del respondedor:	OCSP Respondedor			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Número de serie:	0000000000100008139			
TSP	Fecha:	2020-09-15 16:28:06			
	Nombre del respondedor:	TSP SNotary			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Secuencia:	2429100			
	Datos estampillados:	4681CFD1465EA61D48403DFC744BF0BE75E4DAA5			

Firmante	Nombre:	Alfonso Rivera Rosas	Validez:	OK	Vigente
Firma	# Serie:	0000000000100012076	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha:	2020-09-15 16:34:08	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	92 32 ae 48 f1 73 23 be fe b1 0f bf 1c f0 f9 eb de 2c f7 db a4 07 43 74 a9 14 44 66 bd 0a a9 0a 45 91 2d b6 23 bb 0e c7 da 79 27 5d 48 8a 00 63 18 5d c1 2c e0 9d 0c 47 6b 86 03 b1 1e ae 5a 33 9a 0a 3a 4f 8b ab 55 be 55 ab 24 0a 15 55 c9 18 cc c4 3d c3 29 5c 00 cc f3 14 18 46 d9 4c c1 31 18 45 95 10 8e 03 cb 21 94 75 dd bd 5e 96 30 bd 0c e4 48 84 ba cc e1 8f 07 2e ad 26 1b b0 35 f4 d7 fe f8 4c bb fa aa 22 06 62 60 7e 96 3f 2b 07 88 8f 39 a1 ab 3b db 33 3e a8 86 b2 88 32 32 52 88 3b 9e ce eb 61 ff 6a 8a dc de 60 07 4b 7a ef 63 73 03 f9 48 ca 21 13 97 f5 9d 35 f4 d8 8e ac 5a da c7 3b 8e e6 77 fa 44 42 a7 ee a3 d3 34 73 80 0b 1e 2d a6 2d 5f 4d 7c e7 c4 7d 29 b0 8a 9c 0b d6 44 ce 10 f8 8a f5 77 b6 fa 9c ce af 95 ed 33 22 1e a9 74 82 75 d7 f3 b3 fd 38 a2 ef fe b7			
OCSP	Fecha:	2020-09-15T16:34:08			
	Nombre del respondedor:	OCSP Respondedor			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Número de serie:	0000000000100012076			
TSP	Fecha:	2020-09-15 16:34:08			
	Nombre del respondedor:	TSP SNotary			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Secuencia:	2429103			
	Datos estampillados:	ECC233498F1CA872A7E231AAE3D5E4888C7C9770			

Firmante	Nombre:	JOSE LUIS MAR ESCALANTE	Validez:	OK	Vigente
	# Serie:	0000000000100007841	Revocación:	OK	No Revocado

Evidencia Criptográfica - Transacción SeguriSign
 Archivo Firmado: Informe_huawei_k3413_34D_2020_36THD_N.pdf
 Secuencia: 833598

Autoridad Certificadora: Autoridad Certificadora LAPEM

Firma	Fecha:	2020-09-15 18:13:16	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	7a 27 e7 50 a3 14 88 a8 2b 80 07 f9 48 d5 68 ae f7 9f 88 77 d4 1d ce 9b 64 aa 80 49 55 f9 93 c9 5f a0 28 13 72 57 9a 1d e9 f5 00 46 e8 5d c4 b1 e8 d5 10 fa 54 55 cc a2 2f f8 ab fa bd e1 2e a3 fe 0e 2b c3 b0 d2 87 13 16 79 81 75 bb 78 f0 f6 bc ad 6e 47 c0 85 df 31 64 49 60 0e 6f 72 67 f1 85 06 7e 47 99 03 b5 41 50 9b 42 b4 88 90 9b 89 8b 24 ef 4b fd 31 77 7a 5c e9 bf 4d b9 27 57 50 25 38 a0 a5 c1 a6 fa 9a 0a 60 fc 3a a5 92 75 57 50 00 6a 4e 17 cb 0e 4d 5c 2b af 67 eb 54 e4 24 ae 50 f4 4e a1 dd 13 07 31 27 74 46 16 b6 c8 53 1f b6 fd 70 8e 11 ae a2 bc 25 27 94 8f 57 1f b6 1a 6b 30 e5 9c 1d bc 3e cc 08 fb a3 1b 42 eb 98 87 d9 ce 4b bf 48 ac 1d 99 9b 90 bc 8d d1 58 9c 9e 1e 0b 6f a7 57 ac 58 0b 14 c7 a7 e5 e2 66 a7 6a fd 4a 74 4b a7 b0 0d de 60 4c 95 7c 8f 09 ae			
OCSP	Fecha:	2020-09-15T18:13:16			
	Nombre del respondedor:	OCSP Respondedor			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Número de serie:	0000000000100007841			
TSP	Fecha:	2020-09-15 18:13:16			
	Nombre del respondedor:	TSP SNotary			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Secuencia:	2429143			
	Datos estampillados:	E260F769510E53C84C6EA7B479F9B6D31ECE59C6			

Firmante	Nombre:	Luis Antonio Ledezma Leon	Validez:	OK	Vigente
Firma	# Serie:	0000000000100011886	Revocación:	OK	No Revocado
	Fecha:	2020-09-15 18:52:06	Status:	OK	Valida
	Algoritmo:	SHA1/RSA_ENCRYPTION			
	Cadena de firma:	c4 93 3f 1c 07 25 df 17 0b 30 26 92 83 da 4b 60 a7 67 35 4e 70 d7 bf 5a 23 d8 05 93 55 91 8a a6 eb 14 45 1c bc 7c 4e 73 d8 76 37 da de 00 54 d5 c0 8f c7 89 76 83 b4 f2 df 22 91 72 58 5e aa fe 33 67 99 59 0a 49 76 03 18 56 c4 1a ca c0 c2 f4 41 c5 dc 71 f1 9e 16 82 fb ee 39 70 ef fd 4a e4 44 9d 5a b4 b6 8a 76 5e c2 7c bf 0d 43 ae f2 5b 20 ca b1 14 f1 61 ae 54 6d a2 1a 6b a4 41 0b 9a f8 73 bc e4 7f c5 ac 55 cd ae ab 06 09 e1 e7 e0 fc 9a ab b6 e6 43 7c 52 6f 5e 90 0c 3c 4b 19 e1 ef ff 1e 5d f0 59 e3 a8 58 98 87 d5 62 56 51 e6 f2 82 c9 fe 9d a7 a2 97 46 87 55 d4 92 ff 93 e0 1a 05 e7 82 34 2a 9b 2a 31 d6 bf 9f 58 72 59 d6 48 c4 c6 56 8a bb 53 c0 cb 90 6b fd 8e 64 d5 8e 07 91 4d 7c b0 a6 57 0d 82 d3 c3 85 90 c5 83 8e 68 bc a2 0b f6 91 6c 13 b1 34 b0 65 c9 3f 99 56			
	OCSP	Fecha:	2020-09-15T18:52:06		
Nombre del respondedor:		OCSP Respondedor			
Emisor del respondedor:		Autoridad Certificadora LAPEM			
Número de serie:		0000000000100011886			
TSP	Fecha:	2020-09-15 18:52:06			
	Nombre del respondedor:	TSP SNotary			
	Emisor del respondedor:	Autoridad Certificadora LAPEM			
	Secuencia:	2429168			
	Datos estampillados:	9EF55A8F374792D25F23F10983BC27D15418B01C			