



Certificate # 5200.02

LYNS-TCI

RELATÓRIO DE TESTE

PORTARIA INMETRO Nº 140

Aprova o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Equipamentos de Geração, Condicionamento e Armazenamento de Energia Elétrica em Sistemas Fotovoltaicos - Consolidado.

Número do relatório.....: **HC2406030045GC01**

Número total de páginas: 104

Testado por (nome + assinatura): Leslie He / Test engineer

Aprovado por (nome + assinatura) ...: Lukes Lin / Project manager

Data de emissão: 2024-07-26

Nome do candidato: Sungrow Power Supply Co., Ltd.

Endereço: No.1699,Xiyou Road,New & High Technology Industrial Development Zone,HeFei City, Anhui Province,P.R.China

Fabricante: O mesmo que o requerente

Endereço: O mesmo que o requerente

Nome do laboratório de teste: Lyns-tci Technology Guangdong Co., Ltd.

Endereço: Room 1201, Unit 2, Building 18, No. 7, Science and Technology Boulevard, Houjie Town, Dongguan City, Guangdong, 523960 P.R.C

Localização / endereço de teste: como acima

Endereço: como acima

Especificação do teste:

Norma.....: PORTARIA INMETRO Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022

Formulário de relatório de teste nº....: PORTARIA INMETRO Nº 140 VER.1.0

This report is for your exclusive use. Any copying or replication of this report to or for any other person or entity, or use of our name or trademark, is permitted only with our prior written permission. This report sets forth our findings solely with respect to the test samples identified herein. Our report includes all of the tests requested by you and the results thereof based upon the information that you provided to us. The report would be invalid without specific stamp of test institute and the signatures of tester and approver.

Issued by: Lyns-tci Technology Guangdong Co., Ltd.

Address: Room 1201, Unit 2, Building 18, No. 7, Science and Technology Boulevard, Houjie Town, Dongguan City, Guangdong, 523960 P.R.C

Tel: +86 769 85598986

E-Mail: service-hc@lyns-tci.com

Web: www.lyns-tci.com

Nome do Produto	INVERSOR FV CONECTADO À REDE
	☐ Módulo fotovoltaico ☐ Controlador
	☐ Bateria ☒ Inversor on-grid
	☐ Inversor off-grid ☐ Inversor on-grid com bateria
Marca comercial	SUNGROW
Nome da fábrica	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Endereço de fábrica	No.608 Changning Avenue, New&High Technology Industrial Development Zone, Hefei, Anhui 230088, P.R. China

Modelo.....	SG75CX-LV
Classificações:	
Tensão c.c. máxima [V].....	850V
Faixa de operação do SPMP [V].....	180V-800V
Corrente c.c. máxima [A].....	7*48A
Tensão c.a. nominal [V]	3/N/PE AC 127V(fase-neutro) / 220V(fase-fase)
Frequência nominal [Hz]	60Hz
Corrente c.a. máxima fornecida [A]..:	196,8A
Potência c.a. nominal [W]	75000W
Potência c.a. nominal [VA]	75000VA

Conteúdo

Histórico de revisão deste relatório de teste	4
Cópia da placa de marcação	5
Observações gerais - documentação	6
Observações gerais para testes	7
Informações gerais do produto	10
Visão geral dos testes	11
Avaliação	13
Anexo 1 - Resultados dos Testes	29
ANEXO ESPECÍFICO D - INVERSORES ON-GRID	30
1. Inspeção visual	32
2. Suportabilidade à sobrecarga nas portas fotovoltaicas	33
3. Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas	34
4. Religamento automático fora de fase	35
5. Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas fotovoltaicas	37
6. Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede	38
7. Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede	41
8. Harmônicas e distorção de forma de onda de corrente na porta de conexão à rede	43
9. Fator de potência fixo na porta de conexão à rede	50
10. Fator de potência com curva do FP na porta de conexão à rede	52
11. Injeção / demanda de potência reativa na porta de conexão à rede	54
12. Sobre / sub tensão na porta de conexão à rede	56
13. Sobre / sub frequência na porta de conexão à rede	60
14. Flutuação de tensão na porta de conexão à rede	63
15. Perda de rede na porta de conexão à rede (ilhamento não intencional)	64
16. Imunidade à variação de potência ativa em subfrequência na porta de conexão à rede	70
17. Controle de potência ativa em sobre frequência na porta de conexão à rede	72
18. Imunidade a sobre / subfrequência transitórias e taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede	74
19. Imunidade a sobre / subtensões transitórias na porta de conexão à rede	77
20. Conexão e reconexão na porta de conexão à rede	80
21. Limitação de potência ativa na porta de conexão à rede	81
22. Modulação de potência reativa na porta de conexão à rede	83
23. Desconexão do sistema fotovoltaico na porta de conexão à rede	84
24. Eficiência de conversão	86
25. Emissão de perturbação de radiofrequências	88
26. Proteção do circuito c.c. fotovoltaico contra falha de arco	89
Anexo 2 – Fotos da unidade	99
Anexo 3 – Lista de equipamentos de teste	103

Histórico de revisão deste relatório de teste

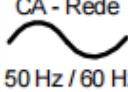
Data de Emissão	Descrição	Número do relatório
2024-07-26	Questão inicial.	HC2406030045GC01

Informações complementares:

Alterações ao PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022, de acordo com o PORTARIA Nº 515, DE 10 DE NOVEMBRO DE 2023, foram consideradas e incluídas neste relatório de teste.

DRAFT

Cópia da placa de marcação

SUNGROW INVERSOR FV CONECTADO À REDE		
Tipo	SG75CX-LV	
Nº de série	A*****	
	V _{CC} máx.	850 V
	V _{CC} MPP	180 V... 800 V
	I _{CC} máx.	336 A (7*48A)
	FV I _{SC}	462 A (7*66A)
 CA - Rede 50 Hz / 60 Hz	V _{CA,r}	3/N/PE AC 127V/220 V
	I _{CA} máx.	196.8 A
	P _{CA,r}	75000 W
	S _{CA} máx.	75000 VA
	cos(ϕ)	-0.8...1...+0.8
Categoria de sobretensão		III [CA], II [FV]
Classe de proteção I		IP66
Temperatura de operação		-30°C ... +60°C
Topologia do inversor		Não isolado
Corrente C.A. Máxima Absorvida		<0.4A
Este equipamento possui sistema de proteção de arcos elétricos em série integrado Responsável: SUNGROW DO BRASIL CNPJ: 30.179.370/0001-07		
		
		
SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.		
www.sungrowpower.com Fabricado na China		

Nota:

As chapas de marcação acima indicadas podem ser apenas um rascunho. A utilização de marcas de certificação nos produtos deve ser aprovada pelos respectivos BCN a que essas marcas pertencem. A placa de marcação é fixada à superfície lateral ou à parte de trás do compartimento e é visível após a instalação.

Observações gerais - documentação

Veredictos do caso de teste

Caso de teste não

aplicar ao objeto de teste: NA (não aplicável)

Caso de teste não avaliado: NR

O item de teste atende o requerimento.....: C (conforme)

O item de teste não atende o requerimento : NC (não-conforme)

Observações gerais:

O resultado do teste apresentado neste relatório refere-se apenas ao (s) objeto (s) testado (s). Este relatório não deve ser reproduzido parcial ou totalmente sem a aprovação por escrito do laboratório de teste emissor.

"(Ver Anexo #)" refere-se a informações adicionais anexadas ao relatório.

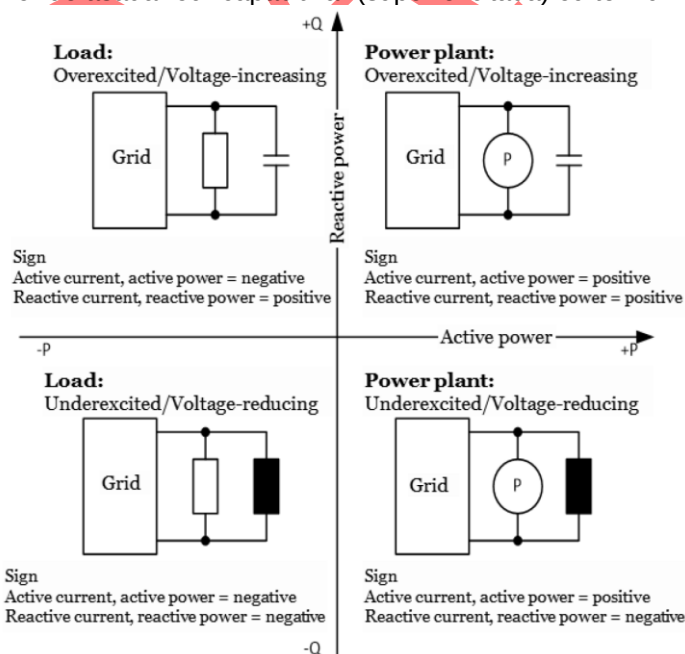
"(ver tabela anexa)" refere-se a uma tabela anexada ao relatório.

Ao longo deste relatório, um ☒ parágrafo / ☐ ponto é usado como separador decimal.

As declarações de conformidade são decididas de acordo com a ILAC-G8:09/2019 Declaração Binária para Regra de Aceitação Simples, a menos que especificado de outra forma normativa ou acordado contratualmente.

Definição de direção de P e Q:

- Neste relatório de teste, o sistema considerado dos vetores de tensão e corrente é o sistema de convenção de sinais ativas:
- Se o inversor se alimentar da rede, a energia ativa é medida com sinal positivo.
- Se o inversor injetar potência /corrente reativa com fator de potência líder, a potência /corrente reativa estiver marcada como "líder" ou "indutiva" (sub-excitada) ou tiver um sinal negativa.
- Se o inversor injetar potência /corrente reativa com fator de alimentação defasado, a potência /corrente reativa está marcada como "defasada" ou "capacitiva" (super-excitada) ou tem um sinal positivo.



Observações gerais para testes

Testando

Data de recebimento dos itens de teste.....: 2024-06-05

Data (s) de realização dos testes: 2024-06-05 to 2024-07-17

O produto foi testado nas seguintes revisões:

Número de série:

Y2460300002

Versão do hardware:

SG75CX-LV

Versão do software:

LCD_MARBLE-S_V11_V01_A

MDSP_MARBLE-S_V11_V01_A

Versão de software 1

LCD_MARBLE-S_V11_V01_A

Versão de software 2

MDSP_MARBLE-S_V11_V01_A

Configuração do ensaio:

Para os testes foram usadas 2 configuração do ensaio:

a) **Configuração do ensaio 1 (ver Figura 1):**

usado para testes, exceto testes de anti-ilhamento.

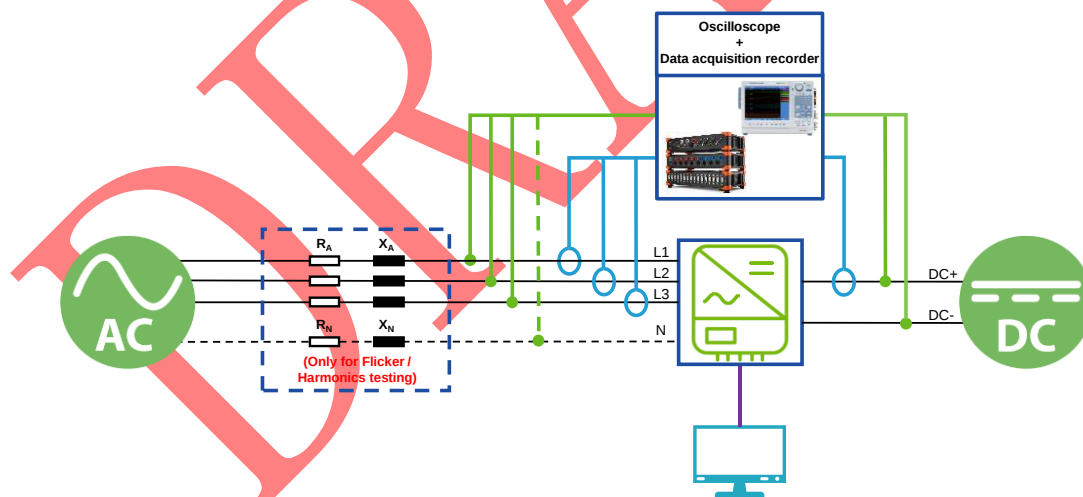


Figura 1 – Configuração do ensaio 1

b) **Configuração do ensaio 2 (ver Figura 2):**

configuração básica de teste para função de detecção de ilhamento.

Observações gerais para testes

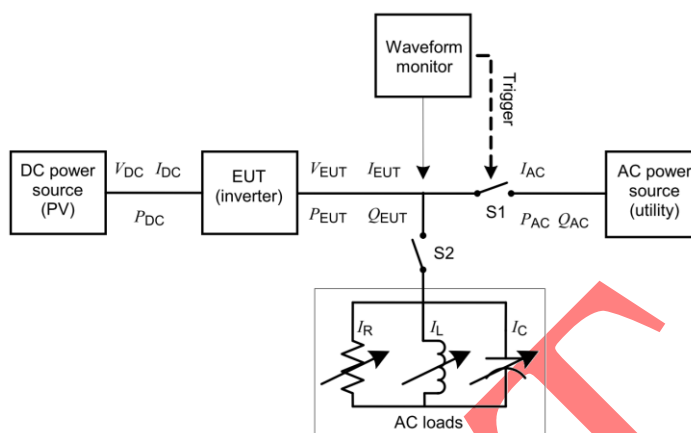


Figura 2 – Configuração do ensaio para anti-ilhamento de acordo com IEC 62116

Lista de equipamentos de teste:

Ver anexo Anexo 3 – Lista de equipamentos de teste.

Requisitos do equipamento de medição de acordo com ANNEX B - ON-GRID INVERTER TEST METHODOLOGY, PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022

Cláusula/§	Requisitos	Observação
1.1	Os requisitos para o simulador de rede c.a. e simulador de gerador fotovoltaico empregados nos ensaios estão definidos na norma ABNT NBR 16150.	O simulador de rede c.a. e simulador de gerador fotovoltaico empregados nos ensaios atendem ao requisito de acordo com ABNT NBR 16150.
1.2	Os requisitos para a carga RLC empregada no ensaio de perda de rede c.a. (anti-ilhamento) são definidos na norma ABNT NBR IEC 62116, projetados na frequência de 60 Hz.	O carga RLC empregados nos ensaios atendem ao requisito de acordo com ABNT NBR IEC 62116.
1.3	Os requisitos para a impedância de ensaio empregada no ensaio de flutuação de tensão (cintilação) estão definidos na norma IEC 61000-3-3, para correntes menores ou iguais a 16 A, e na norma IEC 61000-3-11, para correntes superiores a 16 A, projetados na frequência de 60 Hz.	A impedância de ensaio empregada no ensaio de flutuação de tensão (cintilação) atendem ao requisito de acordo com IEC 61000-3-5 (>75 A)
1.4	Os requisitos para o transformador de isolamento, empregado no ensaio de Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede, são os seguintes: a) Possuir isolamento galvânica entre o primário e o secundário; e b) Atender no lado do ESE aos requisitos especificados na norma ABNT NBR 16150 para o simulador de rede c.a.	Os requisitos são cumpridos.
1.5	Os requisitos para o circuito empregado nos ensaios de detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas fotovoltaicas e de detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede estão descritos na norma IEC 62109-2.	Os requisitos são cumpridos.

Observações gerais para testes

2.1	Os requisitos para as medições de tensão, frequência, corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente, conteúdo harmônico da corrente, distorção harmônica de corrente, fator de potência, ângulo de fase e forma de onda estão definidos na norma ABNT NBR 16150.	Os requisitos são cumpridos.
2.2	Para as medições em regime permanente, considera-se as agregações em janelas de 200 ms conforme a norma IEC 61000-4-30.	Os requisitos são cumpridos.
2.3	As medições de temperatura devem ser realizadas com equipamento que possua uma exatidão igual ou melhor do que 1 °C.	Exatidão da equipamento usada para medições de temperatura: 0,1 °C.
2.4	As medições de tempo realizadas por oscilografia devem ser realizadas com equipamento que possua uma exatidão igual ou melhor do que 1 ms.	Exatidão da oscilografia usada para medições de tempo: 1us
2.5	As medições de tempo realizadas com cronômetro devem ser realizadas com equipamento que possua uma classe de exatidão menor que 1 s.	Nenhuma medições de tempo realizadas com cronômetro.
2.6	A incerteza expandida das medidas de eficiência energética devem ser de no máximo 0,5 pontos percentuais	A incerteza expandida das medidas de eficiência energética: menos de dez por cento

Informações gerais do produto

Mobilidade de equipamentos: Conexão permanente
condição de funcionamento: Contínuo
Classe de equipamentos: Classe I
Proteção contra a entrada de água.....: IP66
Massa de equipamentos [kg]: 100

A entrada e saída da unidade são protegidas por varistores para a Terra. A unidade está fornecendo filtragem EMI na entrada e saída das baterias para a rede elétrica. A unidade não fornece separação galvânica da entrada à saída (sem transformador).

Descrição do circuito elétrico:

A saída é desligada redundantemente pela ponte de comutação de alta potência e dois relés em série. Quando uma única falha é aplicada a um relé, outro relé redundante fornece isolamento básico mantido entre a bateria e a rede elétrica. Todos os relés são testados antes de cada partida.

O controle interno é redundante. Ele consiste de controlador mestre (U2) e controlador escravo (U1).

O controlador mestre (U2) controla os relés através de sinais de comutação; mede a tensão, corrente, tensão do barramento, tensão de rede, frequência, corrente CA com DC injetada e a resistência de isolamento da matriz à terra. Além disso, ele testa os sensores de corrente e o circuito RCMU antes de cada partida.

O controlador escravo (U1) mede a tensão da rede, a frequência da rede e a corrente residual, também pode desligar os relés independentemente, e se comunicar com o controlador mestre (U2).

A corrente é medida por um sensor de corrente. O sinal de corrente AC e o sinal de corrente DC injetada são enviados para o controlador Master (U2). O controlador mestre (U2) testa e calibra antes de cada partida de todos os sensores de corrente.

A unidade fornece dois relés em série em todos os condutores de saída.

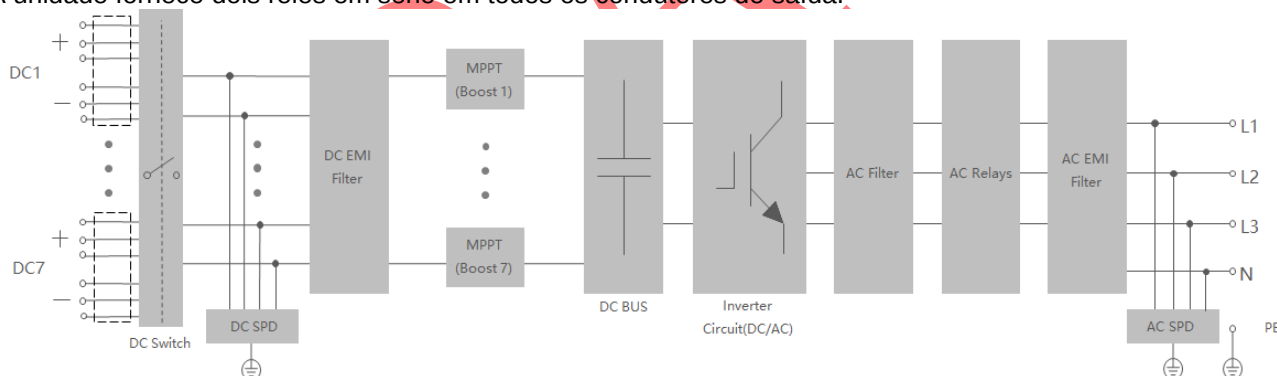


Diagrama de bloco

Visão geral dos testes

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022 ANEXO ESPECÍFICO D - INVERSORES ON-GRID, Tabela 1 - definição dos ensaios				
Utem RTQ	Ensaio / Procedimentos	Procedimento		Test done? / observação
		base normativa	Item	
5.4.1, 6.2, 6.6	1. Inspeção visual	Anexo específico D (Anexo B)	3.1	☒
5.4.2	2. Suportabilidade à sobrecarga nas portas fotovoltaicas	Anexo específico D (Anexo B)	3.2	☒
5.4.3	3. Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas	Anexo específico D (Anexo B)	3.3	☒
5.4.4	4. Religamento automático fora de fase	ABNT NBR 16150	6.10	☒
5.4.5	5. Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas fotovoltaicas	IEC 62109-2	4.8	☒
5.4.6	6. Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede	IEC 62109-2	4.8	☒
5.4.8	26. Proteção do circuito c.c. fotovoltaico contra falha de arco	IEC 63027:2023	9	☒
5.4.9	7. Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.4	☒
5.4.10	8. Harmônicas e distorção de forma de onda de corrente na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.3	☒
5.4.11	9. Fator de potência fixo na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.4.1	☒
5.4.12	10. Fator de potência com curva do FP na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.4.2	☒
5.4.13	11. Injeção / demanda de potência reativa na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.2	☒
5.4.14	12. Sobre / sub tensão na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.5	☒
5.4.15	13. Sobre / sub frequência na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.6	☒
5.4.16	14. Flutuação de tensão na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.1	☒
5.4.17	15. Perda de rede na porta de conexão à rede (ilhamento não intencional)	IEC 62116, ABNT NBR IEC 62116	Toda	☒
5.4.18	16. Imunidade à variação de potência ativa em subfrequência na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.6	☒
5.4.19	17. Controle de potência ativa em sobre frequência na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.9	☒
5.4.20	18. Imunidade a sobre / subfrequência transitórias e taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.8	☒
5.4.21	19. Imunidade a sobre / subtensões transitórias na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.10	☒

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022 ANEXO ESPECÍFICO D - INVERSORES ON-GRID, Tabela 1 - definição dos ensaios				
Utem RTQ	Ensaio / Procedimentos	Procedimento		Test done? / observação
		base normativa	Item	
5.4.22	20. Conexão e reconexão na porta de conexão à rede	Anexo específico D (Anexo B)	3.11	☒
5.4.23	21. Limitação de potência ativa na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.11	☒
5.4.24	22. Modulação de potência reativa na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.12	☒
5.4.25	23. Desconexão do sistema fotovoltaico na porta de conexão à rede	ABNT NBR 16150	6.13	☒
5.4.26	24. Eficiência de conversão	Anexo específico D (Anexo B)	3.12	☒
		IEC 62891	4.3.1 4.3.2 4.3.3	☒
5.7	25. Emissão de perturbação de radiofrequências	CISPR 11	*	☐
		ABNT NBR IEC / CISPR 11	*	☐
		IEC 61000-6-3	*	☒
		IEC 61000-6-4	*	☐
		IEC 62920	5.2.4.1 5.2.4.2	☐
Nota 1: (*) Os ensaios aplicáveis das normas citadas referem-se aos ensaios de emissão de perturbações de radiofrequências conduzidas e radiadas definidas para ambiente residencial/doméstico ou ambiente industrial, conforme o uso especificado pelo fabricante. No caso de um produto poder funcionar em ambos os ambientes, prevalece o atendimento aos requisitos para ambiente residencial/doméstico. Nota 2: Qualquer alteração no produto, a qualquer momento, que possa influenciar suas características de perturbação de radiofrequência, dará origem a novos testes de emissão de perturbação de radiofrequência.				

Avaliação

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
4	REQUISITOS GERAIS		
4.1	Os equipamentos devem ser construídos de forma a oferecer segurança aos usuários e às instalações quanto aos riscos elétricos, mecânicos e de incêndios.	Cumprem as exigências	C
4.2	Os equipamentos não podem conter arestas, bordas, cantos, saliências ou pontas afiadas que exponham os usuários aos riscos de corte ou outros ferimentos.	--	C
4.3	Os equipamentos devem atender aos limites máximos de concentração de substâncias perigosas restritas pela legislação nacional vigente, quando houver, exceto as baterias e os módulos, que podem conter em seu interior tais substâncias, em partes não acessíveis aos usuários, quando inerentes às suas tecnologias.	--	C
4.4	Os equipamentos, durante seu funcionamento normal, não podem causar radio interferência em sistemas de radiodifusão ou de radiocomunicação vizinhos.	Veja o capítulo 5.7 abaixo	C
5	REQUISITOS TÉCNICOS		
5.1	Requisitos técnicos para módulos	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
	Os módulos não podem apresentar defeitos visuais, tais como:	---	NA
	a) Superfícies externas quebradas, rasgadas ou rachadas;	---	NA
	b) Bolhas ou delaminações;	---	NA
	c) Evidência de queima ou fusão de quaisquer componentes;	---	NA
	d) Perda de resistência mecânica que possa afetar a instalação ou operação do módulo;	---	NA
	e) Células rachadas ou quebradas de modo a comprometer mais de 10% da área ativa da célula do circuito elétrico do módulo;	---	NA
	f) Vazios ou corrosões visíveis em quaisquer camadas ativas do circuito do módulo, compreendendo mais de 10% da área de qualquer célula fotovoltaica;	---	NA
	g) Superfícies externas envergadas ou desalinhadas, incluindo-se os substratos, molduras ou caixas de junção;	---	NA
	h) Interconexões, junções ou terminais quebrados;	---	NA
	i) Curto-circuito entre quaisquer partes alimentadas eletricamente; e	---	NA
	j) Presença de corpos estranhos na área ativa do módulo fotovoltaico.	---	NA
5.1.2	Os módulos devem ser projetados para assegurar o isolamento elétrico entre seus terminais elétricos e sua moldura, inclusive em condições de umidade e mesmo após uso continuado.	---	NA
5.1.3	Para módulos com área maior que 0,1 m ² , a resistência elétrica multiplicada pela área do módulo deve ser > 40	---	NA

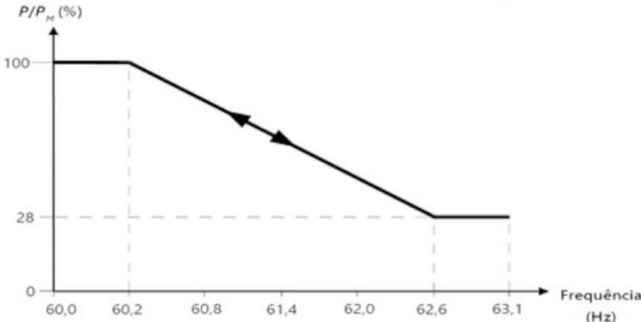
PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022									
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto						
	MW.m², e para módulos com área menor que 0,1 m² a resistência deve ser > 400 MW.								
5.1.4	Os módulos não podem apresentar, internamente, circuito aberto, curto-circuito ou falha por isolamento.	---	NA						
5.1.5	Os módulos devem apresentar um valor de potência entre 100% e 105% da potência nominal declarada pelo fabricante na folha de dados ou no manual do produto.	---	NA						
5.1.6	Os diodos de bypass dos módulos devem manter a sua funcionalidade mesmo em condições críticas de temperatura e corrente.	---	NA						
5.1.7	O deslocamento do cabo para fora da caixa de junção do módulo não pode exceder 2 mm.	---	NA						
5.1.8	Os módulos devem ser capazes de suportar uma carga mecânica estática mínima de 2.400 Pa.	---	NA						
5.2	Requisitos técnicos para controladores	O aparelho é um inversor on-grid.	NA						
5.2.1	Os controladores não podem apresentar variações em seus valores de tensão de atuação real (setpoints) maiores que ±2% em relação aos valores declarados pelo fornecedor na folha de dados ou no manual do produto. Nota 1: Os valores de tensão de atuação correspondem aos valores de LVD, HVD, LVR, HVR, dentre outros. Nota 2: A tensão de atuação real corresponde ao valor medido por instrumento de medição calibrado.	---	NA						
5.2.2	Os controladores, quando operando em suas funções essenciais, devem atender às especificações de autoconsumo apresentadas na Tabela 1: Tabela 1 – Requisitos de autoconsumo para controladores <table><tr><th>Carga / Load</th><th>Autoconsumo</th></tr><tr><td>≤ 30 A</td><td>≤ 30 mA</td></tr><tr><td>> 30 A</td><td>≤ 0,1% da corrente de referência</td></tr></table>	Carga / Load	Autoconsumo	≤ 30 A	≤ 30 mA	> 30 A	≤ 0,1% da corrente de referência	---	NA
Carga / Load	Autoconsumo								
≤ 30 A	≤ 30 mA								
> 30 A	≤ 0,1% da corrente de referência								
5.2.3	Os controladores não podem apresentar perdas internas de potência superiores a 10%, tanto no circuito de carga, entre os terminais do gerador fotovoltaico e a bateria, quanto no circuito de descarga, entre os terminais da bateria e os da carga.	---	NA						
5.3	Requisitos técnicos para baterias	O aparelho é um inversor on-grid.	NA						
5.3.1	As baterias devem possuir um valor de capacidade real inicial igual ou superior a 95% da capacidade nominal especificada pelo fabricante na folha de dados ou manual do produto, em ambos os regimes de descarga, sendo:								
	a) Baterias chumbo-ácido: regime de descarga de 10 h (nominal) e 120 h (C120);	---	NA						
	b) Baterias níquel-cádmio, níquel-hidreto metálico e lítio: regime de descarga de 5 h (nominal) e 120 h (C120); e	---	NA						

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022																											
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto																								
	c) Outras tecnologias: o regime de descarga especificado pelo fabricante (nominal) conforme Tabela 2. Tabela 2 - Regimes de descarga típicos da aplicação fotovoltaica (a 25 °C) <table><tr><th>Bateria</th><th>Regime de descarga (h)</th><th>Tensão final de descarga (Vpe)</th></tr><tr><td>Chumbo-ácido</td><td>120</td><td>1,85</td></tr><tr><td></td><td>10</td><td>1,75</td></tr><tr><td>Níquel-cádmio e Níquel-hidreto metálico</td><td>120</td><td>1,00</td></tr><tr><td></td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>Lítio</td><td>120</td><td>Conforme definido pelo fabricante</td></tr><tr><td></td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>Outras tecnologias</td><td>120</td><td>Conforme definido pelo fabricante</td></tr></table>	Bateria	Regime de descarga (h)	Tensão final de descarga (Vpe)	Chumbo-ácido	120	1,85		10	1,75	Níquel-cádmio e Níquel-hidreto metálico	120	1,00		5		Lítio	120	Conforme definido pelo fabricante		5		Outras tecnologias	120	Conforme definido pelo fabricante	---	NA
Bateria	Regime de descarga (h)	Tensão final de descarga (Vpe)																									
Chumbo-ácido	120	1,85																									
	10	1,75																									
Níquel-cádmio e Níquel-hidreto metálico	120	1,00																									
	5																										
Lítio	120	Conforme definido pelo fabricante																									
	5																										
Outras tecnologias	120	Conforme definido pelo fabricante																									
5.3.2	As baterias devem atender, no mínimo, a três sequências completas de 150 ciclos, especificados na norma ABNT NBR 16767, realizadas em duas fases, sendo, 50 ciclos na Fase A e 100 ciclos na Fase B, e manter sua capacidade real igual ou superior a 80% da capacidade nominal especificada pelo fabricante no regime de descarga nominal.	---	NA																								
5.3.3	As baterias, após o período de estocagem de 90 dias em circuito aberto, devem apresentar valor de perda de capacidade (autodescarga) inferior a 28%, comparando-se as capacidades reais antes e após a retenção de carga.	---	NA																								
5.3.4	As baterias, após um período de sete dias de descarga profunda, mantidas conectadas ao resistor de descarga, devem apresentar valor de perda de capacidade inferior a 25%, comparando-se as capacidades reais antes e após a regeneração da capacidade.	---	NA																								
5.3.5	As baterias de lítio, sódio e de outras tecnologias que demandem mecanismos de área de operação segura, devem possuir um sistema eletrônico de controle e gestão integrado (BMS).	---	NA																								
5.3.6	Para baterias com BMS, caso a tensão de recarga aplicada à bateria exceda a tensão máxima de recarga definida pelo fabricante, o BMS deve interromper a recarga por meio de uma desconexão automática das chaves principais, a fim de proteger a bateria contra efeitos graves relacionados à sobretensão.	---	NA																								
5.3.7	Para baterias com BMS, caso a corrente fornecida ou demandada para as células e bateria exceda a corrente máxima de recarga ou descarga definida pelo fabricante, o BMS deve controlar ou interromper a recarga ou descarga, a fim de proteger o sistema de bateria dos perigos relacionados à sobrecarga.	---	NA																								
5.3.8	Para baterias com BMS, caso a temperatura exceda o limite superior especificado pelo fabricante da célula, o BMS deve detectar a temperatura de sobreaquecimento e interromper a recarga, a fim de proteger a bateria contra efeitos graves relacionados ao sobreaquecimento.	---	NA																								
5.3.9	Para as células utilizadas em baterias ou sistemas de baterias de lítio deve ser apresentado relatório de ensaio ou certificado de conformidade à norma IEC 62619:2017 ou ABNT NBR 16976:2021.	---	NA																								
5.4	Requisitos técnicos para inversores on-grid	O aparelho é um inversor on-grid.	C																								
5.4.1	Os inversores on-grid devem possuir, no mínimo, um dispositivo que garanta a desconexão mecânica da rede por relé, contator ou dispositivo equivalente.	Use um relé.	C																								

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022											
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto								
5.4.2	Os inversores on-grid, quando operando com sobrecarga na(s) porta(s) fotovoltaica(s), devem apresentar um valor mensurado de potência na porta c.a. igual ao valor de potência nominal declarada pelo fabricante na folha de dados ou no manual do produto, na tensão nominal declarada, com tolerância de ±2%.	Ver: 2. Suportabilidade à sobrecarga nas portas fotovoltaicas	C								
5.4.3	Os inversores on-grid devem reestabelecer seu funcionamento normal após a atuação da proteção contra inversão de polaridade na(s) porta(s) fotovoltaica(s).	Ver: 3. Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas	C								
5.4.4	Os inversores on-grid devem ser capazes de suportar um religamento automático fora de fase na(s) porta(s) c.a., na pior condição possível (em oposição de fase).	Ver: 4. Religamento automático fora de fase	C								
5.4.5	Os inversores on-grid devem possuir meios de medir a resistência de isolamento entre todos os terminais da(s) porta(s) fotovoltaica(s) e a terra antes de entrarem em operação. Caso a resistência de isolamento seja inferior a $R = (V_{maxcc} / 30 \text{ mA})$ ohms, o inversor deve indicar a falta e não se conectar à rede.	Ver: 5. Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas fotovoltaicas	C								
5.4.6	Os inversores on-grid, com ou sem isolamento galvânica, devem apresentar sistema de proteção contra correntes residuais excessivas integrado ao equipamento, quando o mesmo produza uma corrente residual superior a 30 mA na porta c.a. Nestes casos, o equipamento deve incluir um sistema de monitoramento da corrente residual na porta c.a. que possua uma banda passante mínima de 2 kHz e que realize a desconexão automática da rede, sem possibilidade de reconexão automática, quando a corrente de modo comum violar uma das duas condições:	Ver: 6. Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede	C								
	a) Quando a corrente eficaz de modo comum exceder 300 mA para inversores com potência inferior ou igual a 30 kVA, ou exceder 10 mA/kVA para inversores com potência superior a 30 kVA; e	--	C								
	b) Quando a corrente eficaz de modo comum apresentar variações repentinas de acordo com a Tabela 3.	--	C								
Tabela 3 - Tempo máximo de desconexão para variações abruptas a corrente de modo comum											
<table><tr><th>Variação súbita da corrente de modo comum eficaz</th><th>Tempo máximo de desconexão da rede</th></tr><tr><td>30 mA</td><td>0,30 s</td></tr><tr><td>60 mA</td><td>0,15 s</td></tr><tr><td>150 mA</td><td>0,04 s</td></tr></table>				Variação súbita da corrente de modo comum eficaz	Tempo máximo de desconexão da rede	30 mA	0,30 s	60 mA	0,15 s	150 mA	0,04 s
Variação súbita da corrente de modo comum eficaz	Tempo máximo de desconexão da rede										
30 mA	0,30 s										
60 mA	0,15 s										
150 mA	0,04 s										
5.4.7 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores on-grid devem ser classificados quanto à existência e as características de sistema de proteção contra arcos elétricos em série na(s) porta(s) fotovoltaicas.	Detecção e Interrupção de Arcos (AFPE)	C								
5.4.8 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores on-grid devem extinguir ou interromper o arco em série em, no máximo, 2,5 s ou antes da energia do arco exceder 750 J, o que ocorrer primeiro, em todas as condições de operação.	Ver: 26. Proteção do circuito c.c. fotovoltaico contra falha de arco	C								
5.4.8.1 (PORTARIA Nº 515)	O método de interrupção do arco elétrico deve ser integrado ao inversor.	--	C								
5.4.8.2 (PORTARIA Nº 515)	Para inversores on-grid com tensão de circuito aberto de até 120 V e corrente de curto-circuito de até 20 A, a funcionalidade de interrupção do arco elétrico pode ser dispensada, desde que a tecnologia de controle do equipamento garanta a extinção do arco elétrico, em todas as condições de operação.	--	NA								

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022																			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto																
5.4.9	Os inversores on-grid, em qualquer condição de operação, não podem injetar ou absorver componente contínua na rede elétrica superior a 0,5% da sua corrente c.a. nominal.	Ver: 7. Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede	C																
5.4.10	Os inversores on-grid não podem injetar corrente na rede com distorção harmônica total superior a 5% em relação à corrente c.a. fundamental na potência c.a. nominal, em qualquer condição de potência, e devem atender aos limites de distorção harmônica individual especificados na Tabela 4. Tabela 4 - Limites de distorção harmônica de corrente <table><tr><th>Harmônicas ímpares</th><th>Limite de distorção</th></tr><tr><td>3^a a 9^a</td><td>< 4,0%</td></tr><tr><td>11^a a 15^a</td><td>< 2,0%</td></tr><tr><td>17^a a 21^a</td><td>< 1,5%</td></tr><tr><td>23^a a 33^a</td><td>< 0,6%</td></tr><tr><th>Harmônicas pares</th><th>Limite de distorção</th></tr><tr><td>2^a a 8^a</td><td>< 1,0%</td></tr><tr><td>10^a a 32^a</td><td>< 0,5%</td></tr></table>	Harmônicas ímpares	Limite de distorção	3 ^a a 9 ^a	< 4,0%	11 ^a a 15 ^a	< 2,0%	17 ^a a 21 ^a	< 1,5%	23 ^a a 33 ^a	< 0,6%	Harmônicas pares	Limite de distorção	2 ^a a 8 ^a	< 1,0%	10 ^a a 32 ^a	< 0,5%	Ver: 8. Harmônicas e distorção de forma de onda de corrente na porta de conexão à rede	C
Harmônicas ímpares	Limite de distorção																		
3 ^a a 9 ^a	< 4,0%																		
11 ^a a 15 ^a	< 2,0%																		
17 ^a a 21 ^a	< 1,5%																		
23 ^a a 33 ^a	< 0,6%																		
Harmônicas pares	Limite de distorção																		
2 ^a a 8 ^a	< 1,0%																		
10 ^a a 32 ^a	< 0,5%																		
5.4.11	Os inversores on-grid devem ser capazes de operar a porta c.a. com fator de potência unitário, quando a potência ativa injetada na rede for superior a 20% da potência nominal do inversor, sendo configurados de fábrica com fator de potência igual a 1.	Ver: 9. Fator de potência fixo na porta de conexão à rede	C																
5.4.12	Os inversores on-grid com potência nominal maior que 3 kW devem apresentar, como opcional, a possibilidade de operar a porta c.a. de acordo com a curva apresentada na Figura 1, conforme sua faixa de potência nominal e fator de potência ajustável: a) Potência nominal > 3 kW e ≤ 6 kW: 0,95 indutivo até 0,95 capacitivo; e b) Potência nominal > 6 kW: 0,90 indutivo até 0,90 capacitivo. Figura 1 - Curva do fator de potência em função da potência ativa na porta c.a.	Ver: 10. Fator de potência com curva do FP na porta de conexão à rede	C																
5.4.13	Os inversores on-grid com potência nominal maior do que 6 kW devem apresentar, como opcional, a possibilidade de operar a porta c.a. com potência reativa (Var) fixa de até 48,43% (indutiva ou capacitiva) da potência ativa de ensaio.	Ver: 11. Injeção / demanda de potência reativa na porta de conexão à rede	C																

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022																																										
Cláusula/§	Requisitos		Observação	Veredicto																																						
5.4.14 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores on-grid devem interromper o fornecimento de energia à rede quando a tensão provida externamente a porta c.a. sair da faixa de operação, sendo os tempos de atuação das proteções para condições de subtensão e sobretensão dados pelas Tabela 5 e Tabela 6, respectivamente. “Tabela 5 – Ajustes da função de proteção de subtensão <table><tr><th rowspan="2">Estágio</th><th colspan="2">Ajuste padrão</th><th colspan="2">Faixa para possível variação dos ajustes</th></tr><tr><th>Tensão (p.u.)</th><th>Temporização (s)</th><th>Tensão (p.u.)</th><th>Temporização (s)</th></tr><tr><td>1</td><td>0,80</td><td>2,5</td><td>0,50 < U ≤ 0,80</td><td>2,5 a 10,0</td></tr><tr><td>2</td><td>0,50</td><td>0,5</td><td>0,20 < U ≤ 0,50</td><td>0,5 a ajuste do Estágio 1</td></tr></table> “Tabela 6 – Ajustes da função de proteção de sobretensão <table><tr><th rowspan="2">Estágio</th><th colspan="2">Ajuste padrão</th><th colspan="2">Faixa para possível variação dos ajustes</th></tr><tr><th>Tensão (p.u.)</th><th>Temporização (s)</th><th>Tensão (p.u.)</th><th>Temporização (s)</th></tr><tr><td>1</td><td>1,12</td><td>1,0</td><td>1,10 ≤ U < 1,18</td><td>1,0 a 1,5</td></tr><tr><td>2</td><td>1,18</td><td>0,02</td><td>1,18 ≤ U</td><td>0,02 a 0,1</td></tr></table>		Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes		Tensão (p.u.)	Temporização (s)	Tensão (p.u.)	Temporização (s)	1	0,80	2,5	0,50 < U ≤ 0,80	2,5 a 10,0	2	0,50	0,5	0,20 < U ≤ 0,50	0,5 a ajuste do Estágio 1	Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes		Tensão (p.u.)	Temporização (s)	Tensão (p.u.)	Temporização (s)	1	1,12	1,0	1,10 ≤ U < 1,18	1,0 a 1,5	2	1,18	0,02	1,18 ≤ U	0,02 a 0,1	Ver: 12. Sobre / sub tensão na porta de conexão à rede	C
Estágio	Ajuste padrão			Faixa para possível variação dos ajustes																																						
	Tensão (p.u.)	Temporização (s)	Tensão (p.u.)	Temporização (s)																																						
1	0,80	2,5	0,50 < U ≤ 0,80	2,5 a 10,0																																						
2	0,50	0,5	0,20 < U ≤ 0,50	0,5 a ajuste do Estágio 1																																						
Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes																																							
	Tensão (p.u.)	Temporização (s)	Tensão (p.u.)	Temporização (s)																																						
1	1,12	1,0	1,10 ≤ U < 1,18	1,0 a 1,5																																						
2	1,18	0,02	1,18 ≤ U	0,02 a 0,1																																						
5.4.15	Os inversores on-grid devem interromper o fornecimento de energia à rede quando a frequência provida externamente a porta c.a. sair da faixa de operação, sendo os tempos de atuação das proteções para condições de subfrequência e sobrefrequência dados pelas Tabela 7 e Tabela 8, respectivamente. Tabela 7 – Ajustes da função de proteção de subfrequência <table><tr><th rowspan="2">Estágio</th><th colspan="2">Ajuste padrão</th><th colspan="2">Faixa para possível variação dos ajustes</th></tr><tr><th>Frequência (Hz)</th><th>Temporização (s)</th><th>Frequência (Hz)</th><th>Temporização (s)</th></tr><tr><td>1</td><td>57,4</td><td>5,0</td><td>56,9 < f ≤ 57,4</td><td>5,0 a 25,0</td></tr><tr><td>2</td><td>56,9</td><td>0,1</td><td>0,0 < f ≤ 56,9</td><td>0,1 a ajuste do Estágio 1</td></tr></table> Tabela 8 – Ajustes da função de proteção de sobrefrequência <table><tr><th rowspan="2">Estágio</th><th colspan="2">Ajuste padrão</th><th colspan="2">Faixa para possível variação dos ajustes</th></tr><tr><th>Frequência (Hz)</th><th>Temporização (s)</th><th>Frequência (Hz)</th><th>Temporização (s)</th></tr><tr><td>1</td><td>62,6</td><td>10,0</td><td>62,6 ≤ f < 63,1</td><td>10,0 a 15,0</td></tr><tr><td>2</td><td>63,1</td><td>0,1</td><td>63,1 ≤ f</td><td>0,1</td></tr></table>		Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes		Frequência (Hz)	Temporização (s)	Frequência (Hz)	Temporização (s)	1	57,4	5,0	56,9 < f ≤ 57,4	5,0 a 25,0	2	56,9	0,1	0,0 < f ≤ 56,9	0,1 a ajuste do Estágio 1	Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes		Frequência (Hz)	Temporização (s)	Frequência (Hz)	Temporização (s)	1	62,6	10,0	62,6 ≤ f < 63,1	10,0 a 15,0	2	63,1	0,1	63,1 ≤ f	0,1	Ver: 13. Sobre / sub frequência na porta de conexão à rede	C
Estágio	Ajuste padrão			Faixa para possível variação dos ajustes																																						
	Frequência (Hz)	Temporização (s)	Frequência (Hz)	Temporização (s)																																						
1	57,4	5,0	56,9 < f ≤ 57,4	5,0 a 25,0																																						
2	56,9	0,1	0,0 < f ≤ 56,9	0,1 a ajuste do Estágio 1																																						
Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes																																							
	Frequência (Hz)	Temporização (s)	Frequência (Hz)	Temporização (s)																																						
1	62,6	10,0	62,6 ≤ f < 63,1	10,0 a 15,0																																						
2	63,1	0,1	63,1 ≤ f	0,1																																						
5.4.16	Os inversores on-grid não podem produzir flutuações de tensão (cintilação) que violem os seguintes indicadores de avaliação: Pst > 1,0; Plt > 0,65; d(t) não pode exceder 3,3% por mais que 500 ms; dc não pode exceder 3,3%; dmax não pode exceder 4%.		Ver: 14. Flutuação de tensão na porta de conexão à rede	C																																						
5.4.17	Os inversores on-grid devem cessar de fornecer energia à rede em até 2 s após a desconexão da rede c.a. externa conectada à porta c.a. (ilhamento não intencional).		Ver: 15. Perda de rede na porta de conexão à rede (ilhamento não intencional)	C																																						
5.4.18	Os inversores on-grid devem manter a potência ativa injetada na rede, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a. e a frequência reduzir de 59,8 Hz e permanecer acima de 56,9 Hz, com tolerância máxima de ±2% em relação à potência ativa injetada no instante em que a frequência reduziu de 59,8 Hz.		Ver: 16. Imunidade à variação de potência ativa em subfrequência na porta de conexão à rede	C																																						

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022																								
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto																					
5.4.19	Os inversores on-grid, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a. e a frequência ultrapassar 60,2 Hz e permanecer abaixo de 63,1 Hz, devem controlar a potência ativa injetada na rede conforme a curva apresentada na Figura 2, onde PM é potência ativa injetada no instante em que a frequência excede 60,2 Hz. Figura 2 - Curva de resposta do inversor on-grid em desvios de sobrefrequência 	Ver: 17. Controle de potência ativa em sobre frequência na porta de conexão à rede	C																					
5.4.20	Os inversores on-grid, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a., durante eventos transitórios de sobrefrequência e subfrequência, devem permanecer conectados e operando conforme as condições indicadas na Tabela 10. Tabela 10 – Requisitos de imunidade a variações transitórias de frequência quando o inversor on-grid injeta potência na rede <table><tr><th>Frequência (Hz)</th><th>Temporização Padrão (s)</th><th>Potência fornecida pelo inversor</th></tr><tr><td>$f \leq 56,9$</td><td>0,1</td><td>Não exigido</td></tr><tr><td>$56,9 < f \leq 57,4$</td><td>5,0</td><td>Conforme subitem 5.4.18</td></tr><tr><td>$60,2 < f \leq 62,6$</td><td>Operação contínua</td><td>Condição normal de operação, atendendo adicionalmente os subitens 5.4.18 e 5.4.19</td></tr><tr><td>$62,6 < f \leq 63,1$</td><td>10,0</td><td>Conforme subitem 5.4.19</td></tr><tr><td>$63,1 \leq f$</td><td>0,1</td><td>Não exigido</td></tr></table>	Frequência (Hz)	Temporização Padrão (s)	Potência fornecida pelo inversor	$f \leq 56,9$	0,1	Não exigido	$56,9 < f \leq 57,4$	5,0	Conforme subitem 5.4.18	$60,2 < f \leq 62,6$	Operação contínua	Condição normal de operação, atendendo adicionalmente os subitens 5.4.18 e 5.4.19	$62,6 < f \leq 63,1$	10,0	Conforme subitem 5.4.19	$63,1 \leq f$	0,1	Não exigido	Ver: 18. Imunidade a sobre / subfrequência transitórias e taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede	C			
Frequência (Hz)	Temporização Padrão (s)	Potência fornecida pelo inversor																						
$f \leq 56,9$	0,1	Não exigido																						
$56,9 < f \leq 57,4$	5,0	Conforme subitem 5.4.18																						
$60,2 < f \leq 62,6$	Operação contínua	Condição normal de operação, atendendo adicionalmente os subitens 5.4.18 e 5.4.19																						
$62,6 < f \leq 63,1$	10,0	Conforme subitem 5.4.19																						
$63,1 \leq f$	0,1	Não exigido																						
5.4.20.1	Quando a frequência da rede voltar à região de condição normal de operação após um evento transitório em que o inversor on-grid cessou ou limitou a potência ativa injetada na rede, de acordo com a Tabela 9, o inversor on-grid deverá voltar a operar com a mesma potência pré-falha em até 200 ms.	--	C																					
5.4.20.2	Adicionalmente, o inversor on-grid deve ser imune a variações de frequência da rede que ocorram a taxas de, pelo menos, 2,1 Hz/s, onde o valor da taxa de variação de frequência deve ser obtido entre médias consecutivas de uma janela deslizante de medição de 100 ms.	--	C																					
5.4.21	Os inversores on-grid, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a., durante eventos transitórios de sobretensão e subtensão, devem permanecer conectados e operando conforme as condições indicadas na Tabela 11. Tabela 11 – Requisitos de imunidade a variações transitórias de tensão quando o inversor on-grid injeta potência na rede <table><tr><th>Tensão (p.u.)</th><th>Temporização padrão (s)</th><th>Potência fornecida pelo inversor</th></tr><tr><td>$U \leq 0,20$</td><td>0,02</td><td>Não exigido</td></tr><tr><td>$0,20 < U \leq 0,50$</td><td>0,5</td><td>Não exigido</td></tr><tr><td>$0,50 < U \leq 0,80$</td><td>2,5</td><td>Pode ser reduzida desde que a corrente injetada seja igual ou maior à corrente pré-falha</td></tr><tr><td>$0,80 < U \leq 1,12$</td><td>Operação contínua</td><td>Condição normal de operação</td></tr><tr><td>$1,12 \leq U < 1,18$</td><td>1,0</td><td>Não exigido</td></tr><tr><td>$1,18 \leq U$</td><td>0,02</td><td>Não exigido</td></tr></table> Nota: Os limites devem ser considerados individualmente para cada uma das fases.	Tensão (p.u.)	Temporização padrão (s)	Potência fornecida pelo inversor	$U \leq 0,20$	0,02	Não exigido	$0,20 < U \leq 0,50$	0,5	Não exigido	$0,50 < U \leq 0,80$	2,5	Pode ser reduzida desde que a corrente injetada seja igual ou maior à corrente pré-falha	$0,80 < U \leq 1,12$	Operação contínua	Condição normal de operação	$1,12 \leq U < 1,18$	1,0	Não exigido	$1,18 \leq U$	0,02	Não exigido	Ver: 19. Imunidade a sobre / subtensões transitórias na porta de conexão à rede	C
Tensão (p.u.)	Temporização padrão (s)	Potência fornecida pelo inversor																						
$U \leq 0,20$	0,02	Não exigido																						
$0,20 < U \leq 0,50$	0,5	Não exigido																						
$0,50 < U \leq 0,80$	2,5	Pode ser reduzida desde que a corrente injetada seja igual ou maior à corrente pré-falha																						
$0,80 < U \leq 1,12$	Operação contínua	Condição normal de operação																						
$1,12 \leq U < 1,18$	1,0	Não exigido																						
$1,18 \leq U$	0,02	Não exigido																						

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022																											
Cláusula/§	Requisitos		Observação	Veredicto																							
5.4.21.1	Quando a tensão da rede voltar à região de operação contínua em condição normal de operação, após um evento transitório em que o inversor on-grid cessou ou limitou a potência ativa injetada na rede, de acordo com a Tabela 10, o inversor deverá voltar a operar com a mesma potência pré-falha em até 200 ms.		--	C																							
5.4.22	Os inversores on-grid, no início da operação ou após uma desconexão da rede c.a. externa através da porta c.a. devido a uma condição anormal da rede, devem retomar o fornecimento de energia à rede quando os parâmetros de tensão e frequência da rede atenderem às condições da Tabela 12 Tabela 12 – Condições para a conexão ou reconexão <table><tr><th rowspan="2">Parâmetro</th><th colspan="2">Ajuste padrão</th><th colspan="2">Faixa para possível variação dos ajustes</th></tr><tr><th>Valor</th><th>Temporização (s)</th><th>Valor</th><th>Temporização (s)</th></tr><tr><td>Frequência mínima para a reconexão</td><td>59,5 Hz</td><td rowspan="4">180 s</td><td>59,0 Hz < f ≤ 59,9 Hz</td><td rowspan="4">10 s a 300 s</td></tr><tr><td>Frequência máxima para a reconexão</td><td>60,2 Hz</td><td>60,1 Hz < f ≤ 61,0 Hz</td></tr><tr><td>Tensão mínima para a reconexão</td><td>0,90 p.u.</td><td>0,88 p.u. < U ≤ 0,95 p.u.</td></tr><tr><td>Tensão máxima para a reconexão</td><td>1,10 p.u.</td><td>1,05 p.u. < U ≤ 1,10 p.u.</td></tr></table>		Parâmetro	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes		Valor	Temporização (s)	Valor	Temporização (s)	Frequência mínima para a reconexão	59,5 Hz	180 s	59,0 Hz < f ≤ 59,9 Hz	10 s a 300 s	Frequência máxima para a reconexão	60,2 Hz	60,1 Hz < f ≤ 61,0 Hz	Tensão mínima para a reconexão	0,90 p.u.	0,88 p.u. < U ≤ 0,95 p.u.	Tensão máxima para a reconexão	1,10 p.u.	1,05 p.u. < U ≤ 1,10 p.u.	Ver: 20. Conexão e reconexão na porta de conexão à rede	C
Parâmetro	Ajuste padrão			Faixa para possível variação dos ajustes																							
	Valor	Temporização (s)	Valor	Temporização (s)																							
Frequência mínima para a reconexão	59,5 Hz	180 s	59,0 Hz < f ≤ 59,9 Hz	10 s a 300 s																							
Frequência máxima para a reconexão	60,2 Hz		60,1 Hz < f ≤ 61,0 Hz																								
Tensão mínima para a reconexão	0,90 p.u.		0,88 p.u. < U ≤ 0,95 p.u.																								
Tensão máxima para a reconexão	1,10 p.u.		1,05 p.u. < U ≤ 1,10 p.u.																								
5.4.22.1	Quando o inversor on-grid se conectar ou reconectar, o início da operação deve ocorrer com uma taxa de variação conforme os requisitos apresentados na Tabela 13. Tabela 13 – Requisitos para a taxa de variação da potência ativa injetada após a conexão ou reconexão <table><tr><th>Parâmetro</th><th>Ajuste padrão</th><th>Faixa para possível variação dos ajustes</th></tr><tr><td>Taxa de variação máxima da potência ativa injetada</td><td>20% P_{nom}/minuto</td><td>10% < P_{nom}/minuto ≤ 50%</td></tr></table>		Parâmetro	Ajuste padrão	Faixa para possível variação dos ajustes	Taxa de variação máxima da potência ativa injetada	20% P _{nom} /minuto	10% < P _{nom} /minuto ≤ 50%	--	C																	
Parâmetro	Ajuste padrão	Faixa para possível variação dos ajustes																									
Taxa de variação máxima da potência ativa injetada	20% P _{nom} /minuto	10% < P _{nom} /minuto ≤ 50%																									
5.4.23	Os inversores on-grid com potência nominal superior a 6 kW devem ser capazes de limitar a potência ativa injetada na rede c.a. externa através da porta c.a. por meio de telecomandos entre 10% e 100% da potência nominal.		Ver:21. Limitação de potência ativa na porta de conexão à rede	C																							
5.4.23.1	A potência ativa limitada pelo comando externo deve ser atingida no máximo dentro de 1 min após o recebimento do sinal, com tolerância de ±2,5% da potência nominal do sistema, respeitando-se as limitações da potência de entrada do sistema fotovoltaico.		--	C																							
5.4.24	Os inversores on-grid com potência nominal superior a 6 kW devem ser capazes de modular a potência reativa injetada/demandada na rede c.a. externa através da porta c.a. por meio de telecomandos.		Ver: 22. Modulação de potência reativa na porta de conexão à rede	C																							
5.4.24.1	A potência reativa exigida pelo telecomando deve ser atingida no máximo dentro de 10 s após o recebimento do sinal, com tolerância de ±2,5% da potência nominal do sistema.		--	C																							
5.4.25	Os inversores on-grid devem ser capazes de desconectar ou reconectar o sistema fotovoltaico na rede c.a. através da porta c.a. por meio de telecomandos.		Ver: 23. Desconexão do sistema fotovoltaico na porta de conexão à rede	C																							
5.4.25.1	A desconexão ou reconexão deve ser realizada em no máximo 1 min após o recebimento do telecomando.		--	C																							
5.4.26	Os inversores on-grid devem apresentar medida de eficiência energética igual ou superior ao valor declarado pelo fabricante na folha de dados ou no manual do produto, com tolerância de -1,00 ponto percentua		Ver: 24. Eficiência de conversão	C																							

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
5.5	Requisitos técnicos para inversores off-grid	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
5.5.1	Os inversores off-grid que possuam porta(s) fotovoltaica(s) devem atender aos requisitos técnicos para inversores on-grid estabelecidos nos subitens 5.4.3, 5.4.7, 5.4.8 deste RTQ.	--	NA
5.5.2	Os inversores off-grid devem restabelecer seu funcionamento normal após a atuação da proteção contra curto-circuito na(s) porta(s) onde é formador de rede c.a., após a remoção da sobrecarga e do rearme das proteções.	--	NA
5.5.3	Os inversores off-grid, que possuam porta(s) para conexão de baterias ou fonte c.c. externa (exceto arranjo fotovoltaico), devem reestabelecer seu funcionamento normal após a atuação da proteção contra inversão de polaridade.	--	NA
5.5.4 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores off-grid, na(s) porta(s) onde são formadores de rede c.a., devem fornecer uma forma de onda de tensão senoidal às cargas consumidoras c.a. com distorção harmônica total de tensão em relação à fundamental (60 Hz) menor que 10% em qualquer potência de operação.	--	NA
5.5.5 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores off-grid, na(s) porta(s) onde são formadores de rede c.a., devem fornecer, em regime permanente, uma forma de onda de tensão senoidal às cargas consumidoras c.a. com frequência de 60 Hz, com tolerância de $\pm 0,2$ Hz.	--	NA
5.5.6	Os inversores off-grid, na(s) porta(s) onde são formadores de rede c.a., devem fornecer, em regime permanente, uma forma de onda de tensão senoidal às cargas consumidoras c.a. com valor eficaz igual à tensão nominal indicada pelo fabricante na folha de dados ou manual do produto, com uma tolerância de -8% a +5%.	--	NA
5.5.7	Os inversores off-grid, na(s) porta(s) onde são formadores de rede c.a. trifásica, devem apresentar desequilíbrio entre as tensões de linha inferior a 3%.	--	NA
5.5.8	Os inversores off-grid, na(s) porta(s) onde são formadores de rede c.a., devem manter por pelo menos 10 s as cargas resistivas ligadas, com uma potência total equivalente a 110% da potência nominal do inversor.	--	NA
5.5.9 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores off-grid deverão suportar uma sobrecarga equivalente à partida de um motor de indução com potência igual ou superior a 1/4 da potência nominal do inversor e IP/IN do motor menor que 8.	--	NA
5.5.10 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores off-grid não podem apresentar, em qualquer caso, corrente de autoconsumo maior que 3% da corrente quando em plena carga. Nota: Para equipamentos com controlador de carga e inversor integrados, deve ser considerado apenas o requisito de autoconsumo referente ao inversor."	--	NA
5.5.11	Os inversores off-grid devem apresentar valores de eficiência, em cada faixa de operação: ³75%, na faixa de operação entre 10% (inclusive) e 20%, da potência nominal; ³80%, na faixa de operação entre 20% (inclusive) e 50%, da potência nominal; e ³85%, na faixa de operação entre 50% (inclusive) e 100%, da potência nominal.	--	NA

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
5.5.12	Os inversores off-grid, quando operando com sobrecarga na(s) porta(s) fotovoltaica(s), se houver, não podem sofrer danos.	--	NA
5.5.13	Os inversores off-grid devem reestabelecer seu funcionamento normal após a atuação da proteção contra inversão de polaridade na(s) porta(s) fotovoltaica(s), se houver.	--	NA
5.6	Requisitos técnicos para inversores on-grid com bateria	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
5.6.1	Os inversores on-grid com bateria, quando operam conectados à rede elétrica, devem atender aos requisitos técnicos para inversores on-grid estabelecidos no subitem 5.4 deste RTQ nas seguintes condições:	--	NA
	Inversores on-grid com bateria que apenas injetam potência ativa na rede, devem atender todos os requisitos técnicos para inversores on-grid, estabelecidos no subitem 5.4 deste RTQ;	--	NA
	Inversores on-grid com bateria que apenas absorvem potência ativa da rede, devem atender todos os requisitos técnicos para inversores on-grid, estabelecidos no subitem 5.4 deste RTQ, exceto os subitens 5.4.10 a 5.4.25; e	--	NA
	Inversores on-grid com bateria que injetam e absorvem potência ativa da rede, devem atender todos os requisitos técnicos para inversores on-grid estabelecidos no subitem 5.4 deste RTQ, contudo, os requisitos 5.4.10 a 5.4.25 se aplicam somente quando estão injetando potência ativa na rede.	--	NA
5.6.2	Os inversores on-grid com bateria devem atender aos requisitos técnicos para inversores off-grid estabelecidos nos subitens 5.5.2 e 5.5.3 deste RTQ.	--	NA
5.6.3	Os inversores on-grid com bateria, na(s) porta(s) onde são formadores de rede c.a., devem atender aos requisitos técnicos para inversores off-grid estabelecidos nos subitens 5.5.4 a 5.5.9 deste RTQ.	--	NA
5.6.3.1	Os inversores on-grid com bateria que empregam a mesma porta em que se conecta à rede elétrica c.a. externa para formação de rede c.a. em modo ilhado, devem atender aos requisitos estabelecidos nos subitens 5.5.4 a 5.5.9 somente quando estão em operação ilhada.	--	NA
5.6.4	Os inversores on-grid com bateria, quando operam ilhados, devem respeitar o período de interrupção de tensão à carga consumidora c.a., de acordo com as especificações do fabricante, na transferência do modo ilhado para o modo conectado à rede.	--	NA
5.6.5	Os inversores on-grid com bateria, quando operam conectados, devem respeitar o período de interrupção de tensão à carga consumidora c.a., de acordo com as especificações do fabricante, na transferência do modo conectado à rede para o modo ilhado, sem prejuízo às definições do subitem 5.6.1.	--	NA
5.6.6	Os inversores on-grid com bateria, especificados nas alíneas "a" e "c" do subitem 5.6.1, quando operam conectados à rede, e não estão fornecendo energia às cargas consumidoras e nem carregando ou descarregando as baterias, devem atender ao requisito de eficiência de	--	NA

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
	inversores on-grid estabelecido no subitem 5.4.26 deste RTQ.		
5.6.7	Os inversores on-grid com bateria, especificados nas alíneas "b" e "c" do subitem 5.6.1, quando operam ilhados, devem atender ao requisito de eficiência de inversores off-grid estabelecido no subitem 5.5.11 deste RTQ.	--	NA
5.6.8	Para inversores on-grid com bateria, especificados na alínea "a" do subitem 5.6.1, que nunca operam como formador de rede, não se aplicam os requisitos 5.5.2, 5.5.4, 5.5.5, 5.5.6, 5.5.7, 5.5.8, 5.5.9, 5.6.3, 5.6.4, 5.6.5 e 5.6.7 deste RTQ.	--	NA
5.7	Requisitos técnicos para emissão de perturbação de radiofrequências		
5.7.1	Os controladores, inversores off-grid, inversores on-grid e inversores on-grid com bateria devem atender aos limites aplicáveis de emissão de perturbação de radiofrequência, conforme sua classe de utilização, prescritos em qualquer das seguintes normas: CISPR 11 (CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016, CISPR 11:2015/AMD2:2019); ABNT NBR IEC/CISPR 11:2020; IEC 61000-6-3 (IEC 61000-6-3:2006, IEC 61000-6-3:2006/AMD1:2010, IEC 61000-6-3:2006/AMD1:2010/ISH1:2011, IEC 61000-6-3:2020); IEC 61000-6-4 (IEC 61000-6-4:2006, IEC 61000-6-4:2006/AMD1:2010, IEC 61000-6-4:2006/AMD1:2010/ISH1:2011, IEC 61000-6-4:2018); ou IEC 62920 (IEC 62920:2017, IEC 62920:2017/AMD1:2021).	Avaliação apenas das Normas IEC61000-6-3 Relatório de teste nº. 2406070066-RE-BR-01 emitido pela Hwa-Hsing (Dongguan) Testing Co., Ltd. em 2024-06-28.	C
6	REQUISITOS DE MARCAÇÕES E INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS NO PRODUTO		
6.1	Os equipamentos disponibilizados no mercado nacional devem apresentar marcações e informações claras e em língua portuguesa, que permitam sua rastreabilidade.	Usar português.	C
6.2	As marcações a seguir devem ser apostas de forma permanente no produto, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, podendo ser por impressão, clichê ou colagem:	--	C
	a) Nome, razão social e identificação fiscal (CNPJ) do fabricante ou do importador;	Ver rótulo	C
	b) Designação comercial do produto (modelo e código);	Ver rótulo	C
	c) Data de fabricação (dia, mês e ano, nesta ordem);	Colar no inversor	C
	d) País de origem (não sendo aceitas designações através de blocos econômicos, nem indicações por bandeiras de países); e	Ver rótulo	C
	e) Identificação do lote, número de série ou outra identificação que permita a rastreabilidade do produto.	Ver rótulo	C
6.3	Os módulos devem conter em seu corpo, no mínimo, além das marcações descritas no subitem 6.2, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, as marcações indicadas a seguir, aferidas nas condições STC (standard test conditions):	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
	a) Tecnologia da célula ou camada semicondutora;	--	NA
	b) Potência máxima - Pmax (W);	--	NA

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
	c) Tensão de circuito aberto - Voc (V);	--	NA
	d) Corrente de curto-circuito - Isc (A);	--	NA
	e) Corrente no ponto de máxima potência - Imp (A);	--	NA
	f) Tensão no ponto de máxima potência - Vmp (V); e	--	NA
	g) Tensão máxima do sistema fotovoltaico - Vmax-syst (V).	--	NA
6.4	Os controladores devem conter em seu corpo, no mínimo, além das marcações descritas no subitem 6.2, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, as marcações indicadas a seguir:	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
	a) Tensão(ões) c.c. nominal(is) da entrada da bateria (V);	--	NA
	b) Tensão c.c. máxima da entrada do gerador fotovoltaico (V);	--	NA
	c) Potência máxima do circuito de carga (W);	--	NA
	d) Potência máxima do circuito de descarga (W);	--	NA
	e) Corrente c.c. máxima do circuito de carga (A);	--	NA
	f) Corrente c.c. máxima do circuito de descarga (A); e	--	NA
	g) Tecnologia(s) da bateria.	--	NA
6.5	As baterias devem conter em seu corpo, no mínimo, além das marcações descritas no subitem 6.2, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, as marcações indicadas a seguir:	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
	a) Tecnologia da bateria: chumbo-ácido (ventilada, VRLA AGM, VRLA gel, entre outras), níquel-cádmio (ventilada, com recombinação parcial de gases), níquel-hidreto metálico, lítio-íon (LFP, NCA, NMC, entre outras), de sódio, fluxo, etc.;	--	NA
	b) Classificação quanto à sua aplicação (Fotovoltaica);	--	NA
	c) Regime de descarga (10 h ou 5 h, conforme a tecnologia);	--	NA
	d) Tensão nominal; e	--	NA
	e) Capacidade nominal (Temperatura de 25 °C).	--	NA
6.6 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores on-grid devem conter em seu corpo, no mínimo, além das marcações descritas no subitem 6.2, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, as marcações indicadas a seguir:	Consulte a etiqueta do inversor.	C
	Conexões fotovoltaicas		C
	a) Tensão c.c. máxima;	850V	C
	b) Faixa de operação do SPMP;	180-800V	C
	c) Corrente c.c. máxima (por entrada).	48A*7	C
	Conexão com a rede		C
	d) Potência c.a. nominal;	75000W	
	e) Tensão c.a. nominal;	127V(fase-neutro)	C
	f) Frequência nominal;	60Hz	C

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
	g) Corrente c.a. máxima absorvida;	<0,4A	C
	h) Corrente c.a. máxima fornecida;	196,8A	C
	Outras características		C
	i) Faixa de temperatura ambiente de operação;	-30 to 60°C	C
	j) Grau de proteção (IP);	IP66	C
	k) Sistema de proteção de arcos elétricos em série ("Interrupção de Arco");	AFPE	C
	Identificação dos terminais	--	C
	l) Indicação pela sigla "PE" ou pelo símbolo para o terminal da fiação de conexão do condutor terra de proteção;	Indicação pela letra maiúscula "PE" para	C
	m) Indicação pela letra maiúscula "N" para os terminais exclusivamente destinados à conexão do condutor neutro da rede elétrica c.a. (se aplicável); e	Indicação pela letra maiúscula "N" para	C
	Sinalização de advertência	--	C
	n) "Atenção: verificar no manual do equipamento a forma adequada de realizar a instalação elétrica e se há necessidade de dispositivos de proteções elétrica adicionais".	Cole a frente do inversor	C
6.7 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores off-grid devem conter em seu corpo, no mínimo, além das marcações descritas no subitem 6.2, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, as marcações indicadas a seguir:	O aparelho é um inversor on-grid.	NA
	Conexões fotovoltaicas	--	NA
	a) Tensão c.c. máxima;	--	NA
	b) Faixa de operação do SPMP;	--	NA
	c) Corrente c.c. máxima (por entrada).	--	NA
	Conexão de baterias	--	NA
	d) Tensão máxima;	--	NA
	e) Faixa de tensão de operação;	--	NA
	f) Corrente máxima de carga/descarga;	--	NA
	g) Tecnologia(s) de baterias; Conexão de saída c.a.	--	NA
	h) Potência c.a. nominal;	--	NA
	i) Tensão c.a. nominal;	--	NA
	j) Frequência nominal;	--	NA
	k) Corrente c.a. máxima;	--	NA
	Outras características	--	NA
	l) Faixa de temperatura ambiente de operação;	--	NA
	m) Grau de proteção (IP);	--	NA
	n) Sistema de proteção de arcos elétricos em série ("Interrupção de Arco");	--	NA
	Identificação dos terminais	--	NA

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
	o) Indicação pela sigla "PE" ou pelo símbolo para o terminal da fiação de conexão do condutor terra de proteção;	--	NA
	p) Indicação pela letra maiúscula "N" para os terminais exclusivamente destinados à conexão do condutor neutro da rede elétrica c.a. (se aplicável); e	--	NA
	Sinalização de advertência	--	NA
	q) "Atenção: verificar no manual do equipamento a forma adequada de realizar a instalação elétrica e se há necessidade de dispositivos de proteções elétrica adicionais".	--	NA
6.8 (PORTARIA Nº 515)	Os inversores on-grid com bateria devem conter em seu corpo, no mínimo, além das marcações descritas no subitem 6.2, em partes que não sejam removíveis ou substituíveis, as marcações indicadas a seguir:	O aparelho é um inversor on-grid, sem porta de bateria	NA
	Conexões fotovoltaicas	--	NA
	a) Tensão c.c. máxima;	--	NA
	b) Faixa de operação do SPMP;	--	NA
	c) Corrente c.c. máxima (por entrada).	--	NA
	Conexão de baterias	--	NA
	d) Tensão máxima;	--	NA
	e) Faixa de tensão de operação;	--	NA
	f) Corrente máxima de carga/descarga;	--	NA
	g) Tecnologia(s) de baterias;	--	NA
	Conexão com a rede	--	NA
	h) Potência c.a. nominal;	--	NA
	i) Tensão c.a. nominal;	--	NA
	j) Frequência nominal;	--	NA
	k) Corrente c.a. máxima absorvida;	--	NA
	l) Corrente c.a. máxima fornecida;	--	NA
	Conexão com cargas isoladas (se houver)	--	NA
	m) Potência c.a. nominal;	--	NA
	n) Tensão c.a. nominal;	--	NA
	o) Frequência nominal;	--	NA
	p) Corrente c.a. máxima;	--	NA
	Outras características	--	NA
	q) Faixa de temperatura ambiente de operação;	--	NA
	r) Grau de proteção (IP);	--	NA
	s) Sistema de proteção de arcos elétricos em série ("Interrupção de Arco");	--	NA
	Identificação dos terminais	--	NA
	t) Indicação pela sigla "PE" ou pelo símbolo para o terminal da fiação de conexão do condutor terra de proteção;	--	NA

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
	u) Indicação pela letra maiúscula "N" para os terminais exclusivamente destinados à conexão do condutor neutro da rede elétrica c.a. (se aplicável); e	--	NA
	Sinalização de advertência	--	NA
	v) "Atenção: verificar no manual do equipamento a forma adequada de realizar a instalação elétrica e se há necessidade de dispositivos de proteções elétrica adicionais".	--	NA
7	REQUISITOS DO MANUAL DO PRODUTO		
7.1	Os equipamentos devem ser comercializados com manual do produto, contendo, no mínimo, as seções "ADVERTÊNCIAS", "ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS" e "ORIENTAÇÕES" abrangendo as advertências de segurança, as características técnicas dos equipamentos e as orientações para sua instalação, operação, manutenção, reciclagem e logística reversa.	Manual do usuário publicado no site.	C
7.2	O manual do produto deve conter texto que ressalte a importância da leitura atenciosa e a guarda do manual para eventuais consultas, tal como "IMPORTANTE LER COM ATENÇÃO E GUARDAR PARA EVENTUAIS CONSULTAS", em letras não inferiores a 4 mm de altura e com destaque em negrito.	O manual do usuário tem este conteúdo.	C
7.3	O manual do produto deve conter informações para orientar a redução de consequências de riscos previsíveis relacionados ao uso do produto, sendo, o fabricante nacional ou o importador, os responsáveis por prover estas informações.	O manual do usuário tem este conteúdo.	C
7.4	No manual do produto deve constar a razão social, CNPJ, endereço, e-mail e/ou telefone do SAC do responsável legal pelo equipamento no país.	O manual do usuário tem este conteúdo.	C
7.5	O texto do manual do produto deve ser redigido em Língua Portuguesa e usando as unidades de medidas do Sistema Internacional.	Use o Português e o Sistema Internacional de Unidades de Medida	C
7.6 (PORTARIA Nº 515)	Especificamente no manual de inversores devem constar as seguintes sinalizações de advertência, quando aplicável:	--	C
	a) "Atenção: necessita de dispositivo externo de proteção";	--	C
	b) "Atenção: necessita de dispositivo de interrupção multipolar para desconexão dos condutores de corrente"; e	--	C
	c) "Atenção: necessita de dispositivo de corrente residual (DR) externo, adequado para proteção contra choque elétrico, de acordo com a norma ABNT NBR 5410".	--	C
	d) "Atenção: é expressamente recomendada a utilização de métodos, sistemas ou dispositivos de desligamento rápido no circuito c.c. que garantam a segurança em situações de combate à incêndio. "	--	C
7.7 (PORTARIA Nº 515)	Especificamente nos manuais de inversores e módulos fotovoltaicos devem ser indicados as compatibilidades dos equipamentos com métodos, dispositivos ou sistemas de desligamento rápido.	Ver manual do utilizador.	C
7.8	Em todos os manuais de produtos deve constar a seguinte recomendação: "Atenção: A instalação desse	Ver manual do utilizador.	C

PORTARIA Nº 140, DE 21 DE MARÇO DE 2022			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
(PORTARIA Nº 515)	equipamento deve obedecer às normas técnicas vigentes para instalação elétrica fotovoltaica (NBR 16690) e gestão de riscos de incêndios em sistemas fotovoltaicos (IEC 63226)."		

DRAFT

Anexo 1 - Resultados dos Testes

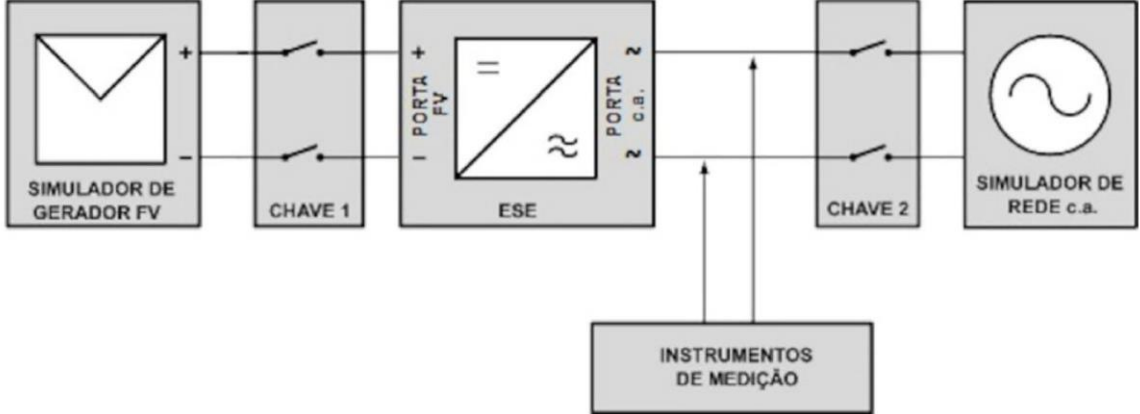
ANEXO ESPECÍFICO D - INVERSORES ON-GRID

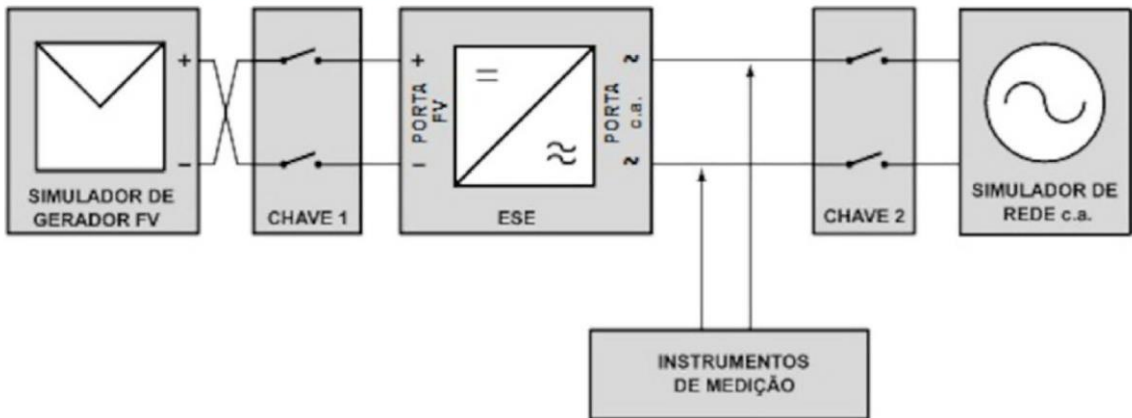
3.1.3 Testes de conformidade:testes de acordo com *Tabela 1 - definição dos ensaios*, see *Visão geral dos testes* on p.11.

Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
3.1.4	Todos os ensaios devem ser realizados com o equipamento sob ensaio (ESE) operando na frequência nominal de referência de 60 Hz, acondicionado em ambiente com temperatura de 25 °C (± 3 °C).	Requisitos foram atendidos durante o teste.	C
3.1.5	Os inversores on-grid devem ser ensaiados nas seguintes tensões nominais de saída: a) Monofásicos ou bifásicos: 220 V ou 127 V; e b) Trifásicos (tensão fase-fase): 380 V ou 220 V.	Unidade trifásica ensaiados nas tensões nominais de saída de 127 V (tensão fase- neutro)	C
3.1.6	Os inversores on-grid que operam com tensões nominais de saída diferentes das indicadas no subitem 3.1.5, devem ser submetidos, adicionalmente, aos ensaios 8, 10, 12, 15, 16, 17, 18 e 19 em cada uma das tensões adicionais declaradas pelo fabricante na folha de dados ou manual do produto.	Considerado.	C
3.1.7	No Ensaio 25 deve ser considerada a classe do produto (A, industrial ou B, residencial) conforme o ambiente de instalação declarado pelo fabricante.	Considerado.	C
3.1.8	No Ensaio 25 não se aplica a condição de temperatura ambiente, devendo ser seguidas as características de ambiente de ensaio, equipamento e procedimentos especificadas na norma CISPR 11, IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 62920 ou ABNT NBR IEC/CISPR 11.	Considerado.	C
3.2.1	Para a realização de todos os ensaios elencados na Tabela 1 deve ser disponibilizada, pelo menos, 1 unidade de inversor on-grid do modelo.	Apenas 1 modelo de unidade inversora na rede na modelo.	C
3.2.2	Para inversores que não possibilitem a inspeção visual do(s) elemento(s) de desconexão mecânica do lado c.a. devido ao circuito eletrônico estar encapsulado com resina isolante, deve ser providenciado junto ao fornecedor uma amostra adicional sem encapsulamento (potting) que permita que a verificação visual seja comprovada.	Inspeção visual do(s) elemento(s) de desconexão mecânica no a.c. lado é possível	C
3.2.3	Deve ser providenciado junto ao fornecedor uma indicação da localização física do(s) elemento(s) de desconexão mecânica do lado c.a. na placa de circuito impresso do inversor.	Indicação da localização física do(s) elemento(s) de desconexão mecânica no a.c. lado foi fornecido.	C
3.2.4	Deve ser providenciado junto ao fornecedor, todos os dispositivos necessários para a configuração adequada do ensaio, incluindo-se o manual de operação em português, os conectores para as portas c.c., portas c.a. e portas de comunicação, bem como todo o hardware e software complementar (p. ex.: notebook com drivers de comunicação instalados) para configuração adequada do inversor e conexão com computador para ensaios, por meio de uma porta de comunicação USB, RS232 ou Ethernet.	Todas as informações necessárias podem ser encontradas no manual do usuário.	C

3.2.5	Deve ser verificado que os equipamentos de comunicação fornecidos garantam que a conexão do computador com o inversor on-grid seja capaz de enviar os comandos necessários para a realização dos ensaios, conforme os procedimentos da norma ABNT NBR 16150.	Os equipamentos de comunicação fornecidos garantam que a conexão do computador com o inversor on-grid seja capaz de enviar os comandos necessários para a realização dos ensaios, conforme os procedimentos da norma ABNT NBR 16150.	C
3.2.6	Quando o fabricante especificar no manual do produto a necessidade de empregar componentes externos para o adequado funcionamento do inversor on-grid, o fornecedor deve disponibilizar, além do inversor, todos os componentes críticos necessários para a operação do equipamento, bem como a sua comunicação e configuração.	Nenhum componente externo necessário para o bom funcionamento do inversor da rede.	C
3.2.7	Quando a proteção contra curto-circuito não estiver incorporada ao inversor, os componentes externos necessários são considerados componentes críticos e devem ser enviados juntamente com a amostra.	A proteção contra curto-circuito estiver incorporada ao inversor.	C

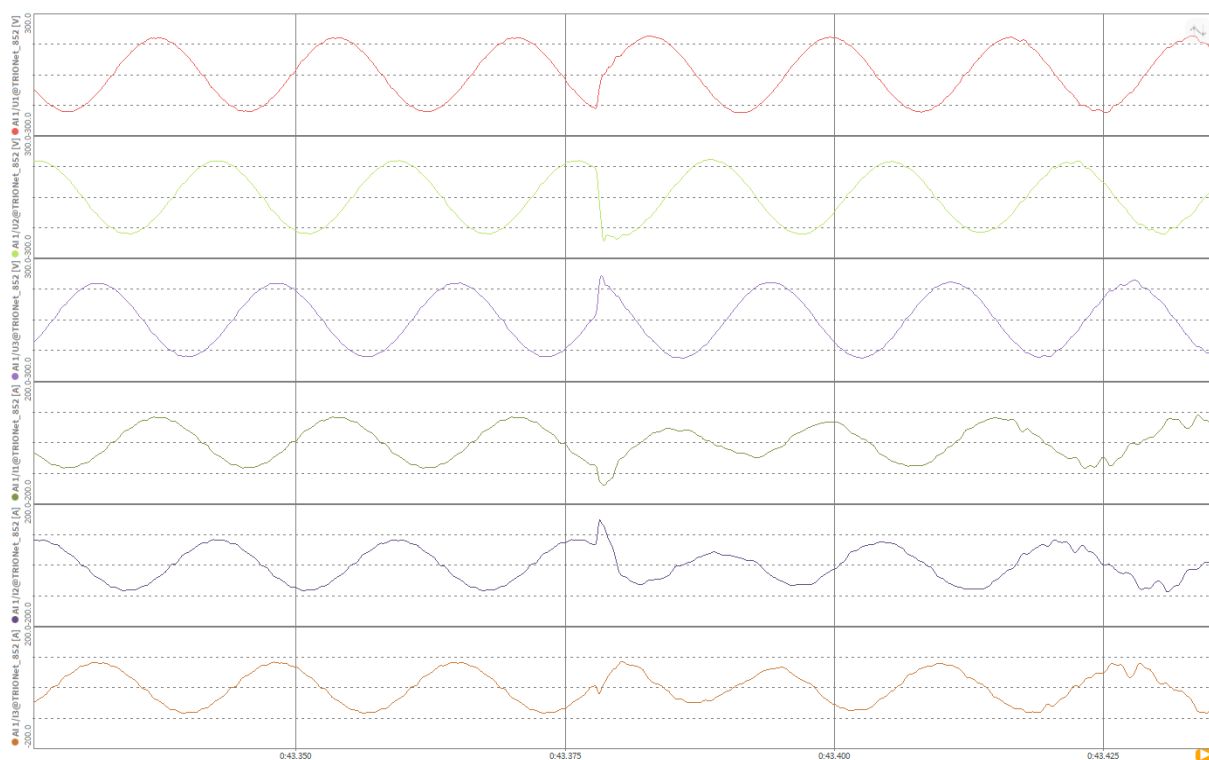
1. Inspeção visual			C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
3.1.1	a) Providenciar a documentação que indique a posição na placa do circuito impresso onde está instalado o dispositivo de desconexão mecânica e sua configuração, conforme disponibilizado pelo fornecedor;	Documentação necessária fornecida.	C
	b) Caso não seja possível abrir a tampa do equipamento, deve ser verificado junto ao fornecedor um processo para abrir o equipamento; e	Tampa do equipamento pode ser aberta.	C
	c) Caso o circuito eletrônico esteja encapsulado com resina isolante, deve ser providenciado junto ao fornecedor uma amostra adicional sem encapsulamento (poting) que permita que a verificação visual seja comprovada.	Amostra sem encapsulamento (poting) para verificação visual forneceu.	C
3.1.2	Antes de proceder aos ensaios, é necessário realizar a inspeção visual externa do inversor on-grid, verificando-se os seguintes aspectos:		
	a) Presença das informações mínimas, conforme disposto nos subitens 6.2 e 6.6 do RTQ;	---	C
	b) Integridade física dos terminais;	---	C
	c) Ausência de partes danificadas; e	---	C
	d) Funcionamento da sinalização visual (se houver).	---	C
3.1.3	Procedimento de ensaio: a) Abrir o encapsulamento externo do equipamento de forma a tornar possível a visualização do circuito interno; b) Com base na documentação fornecida, identificar a presença do(s) componente(s) eletrônico(s) que realizam a função; e c) Em caso de dúvidas sobre o dispositivo, o laboratório pode empregar métodos e/ou ensaios para avaliar a continuidade ou a existência de comutação eletrônica.		
3.1.4	Critérios de aceitação: O inversor é considerado conforme se for constatado possuir o dispositivo de desconexão mecânica (relé, contator, ou dispositivo equivalente), conforme subitem 5.4.1 do RTQ, e as respectivas marcações obrigatórias indicadas nos subitens 6.2 e 6.6 do RTQ.	Dispositivo de desconexão mecânica (relé) integrado no inversor. As respectivas marcações obrigatórias indicadas nos subitens 6.2 e 6.6 do RTQ estão disponíveis.	C

2. Suportabilidade à sobrecarga nas portas fotovoltaicas			C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
3.2.1	Configuração do ensaio: a) Conectar o ESE, os aparelhos de ensaio e os instrumentos de medição conforme a Figura 1;  b) Configurar o simulador de gerador fotovoltaico para fornecer uma potência máxima c.c. nas portas fotovoltaicas para que o ESE possa operar em 120% da potência c.a. nominal (especificada pelo fabricante), definindo uma curva de operação tensão versus corrente fotovoltaica com tensão arbitrária e fator de forma de 0,72 (0,9 para corrente e 0,8 para tensão); e c) Configurar o simulador de rede para absorver até 130% da potência c.a. nominal do ESE (especificada pelo fabricante), produzindo na porta de conexão à rede do ESE uma rede c.a. de 60 Hz com tensão igual à tensão nominal de operação especificada para o ESE.		
3.2.2	Procedimento de ensaio: a) Medir a temperatura ambiente e garantir que ela esteja entre 25 oC $\pm$ 3 oC; b) Fechar as chaves 1 e 2 seguindo a ordem de conexão do ESE sugerida pelo fabricante, de forma que o ESE entre em operação; c) Manter o ESE em operação por um intervalo de tempo de 90 min; e d) Medir na porta de conexão à rede a potência ativa injetada na rede pelo equipamento durante todo o período de ensaio.		
3.2.3	CrITÉRIOS de aceitação: O inversor é considerado conforme se, durante todo o período do ensaio, sem interrupções, fornecer na porta de conexão à rede uma potência ativa média, medida em janelas de 5 min, igual à potência nominal do equipamento, com tolerância de $\pm$ 2,5%.	Durante todo o período do ensaio, sem interrupções. Potência ativa média medida: 74915W	C

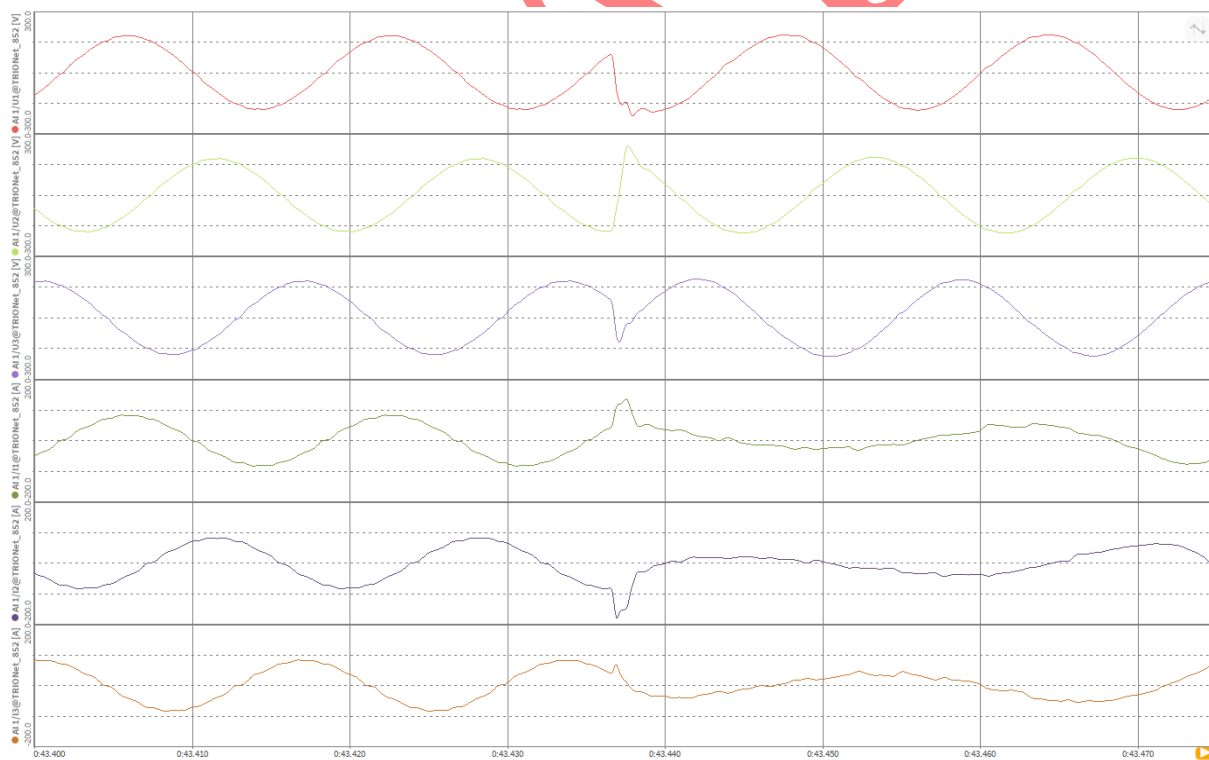
3. Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas			C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).			
Cláusula/§	Requisitos	Observação	Veredicto
3.3.1	Configuração do ensaio: a) Conectar o ESE, os aparelhos de ensaio e os instrumentos de medição conforme a Figura 2; Figura 2 - Diagrama de conexões dos instrumentos de medição, aparelhos e componentes para o ensaio de proteção contra inversão de polaridade  b) Configurar o simulador de gerador fotovoltaico para fornecer uma potência máxima c.c. nas portas fotovoltaicas para que o ESE possa operar em 100% da potência c.a. nominal (especificada pelo fabricante), definindo uma curva de operação tensão versus corrente fotovoltaica com tensão de circuito aberto igual a tensão máxima especificada para a porta c.c. e fator de forma de 0,72 (0,9 para corrente e 0,8 para tensão); e c) Configurar o simulador de rede para absorver até 110% da potência c.a. nominal do ESE (especificada pelo fabricante), produzindo na porta de conexão à rede do ESE uma rede c.a. de 60 Hz com tensão igual à tensão nominal de operação especificada para o ESE nas portas fotovoltaicas.		
3.3.2	Procedimento de ensaio: a) Fechar as chaves 1 e 2 seguindo a ordem de conexão ao ESE sugerida pelo fabricante, de forma que o ESE possa entrar em operação; b) Manter o ESE nessa configuração por 300 s; c) Abrir as chaves 1 e 2 e reconectar o simulador fotovoltaico nas portas fotovoltaicas do ESE de acordo com o esquemático da Figura 1; d) Fechar as chaves 1 e 2 seguindo a ordem de conexão ao ESE sugerida pelo fabricante, de forma que o ESE entre em operação; e) Manter o ESE nessa configuração por 300 s; e f) Medir e registrar na porta de conexão à rede a potência ativa c.a. fornecida pelo ESE durante todo o tempo da etapa "e".		
3.3.3	CrITÉRIOS de aceitação: O inversor é considerado conforme se, após o ensaio, não apresentar qualquer dano, com exceção dos eventuais fusíveis descritos no procedimento, devendo operar normalmente com potência nominal durante a etapa "e".	O inversor não funciona e pode ser conectado à rede normalmente após a fiação correta. Operação normal após a fiação normal.	C

4. Religamento automático fora de fase	C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com cláusula 6.10 da ABNT NBR 16150.	
Procedimento de ensaio: Depois de uma “desconexão” devido a uma condição anormal da rede, o sistema fotovoltaico não pode retomar o fornecimento de energia à rede elétrica (reconexão) por um período de 20 s a 300 s após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede. Este teste deve ser realizado durante os testes de 6.6.1, 6.6.3, 6.7.1, 6.7.3. Imediatamente após restaurar as condições de tensão / frequência nominal, meça e registre o tempo decorrido até a reconexão. Com referência à ABNT NBR 16149 e ABNT NBR 16150: - Usando a rede simulada: • O simulador de rede deve ser capaz de produzir variações de fase da tensão de saída nos terminais do inversor de 90 ° e 180 °, respectivamente. • Gerador: inversor operando na potência nominal com fator de potência unitário ($\cos\phi = 1$) • VR: tensão de rede simulada • O gerador deve começar a operar com potência nominal. Deixe o sistema operar sob as condições estabelecidas por pelo menos 5 minutos ou o tempo necessário para estabilizar a temperatura interna do conversor. Após o período de estabilização, dois testes devem ser realizados em sequência, induzindo o transiente que produz um ângulo de deslocamento de fase na tensão de rede simulada VR de 180 ° e 90 °. No relatório de ensaio, devem ser indicados os seguintes dados para cada uma das duas sequências de ensaio: • o ângulo entre a tensão antes e depois do deslocamento de fase, com um instrumento com um erro de 1 °; • a corrente do gerador em uma janela de tempo começando de 20 ms antes até pelo menos 200 ms após o deslocamento de fase da tensão de rede simulada.	
Critérios de avaliação: No Ensaio 4, a amostra é considerada conforme se a corrente de saída estiver dentro dos parâmetros nominais de operação, após estabelecidas as condições normais de rede e eventual troca de fusíveis e rearme de proteções.	
Resultado dos testes: A amostra não é danificada após estabelecidas as condições normais de rede. A corrente de saída está dentro dos parâmetros nominais de funcionamento. A troca de fusíveis e rearme de proteções não são necessárias.	

Deslocamento de fase de 90°



Deslocamento de fase de 180°



5. Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas fotovoltaicas				C
Procedimento de ensaio:				
Teste de acordo com cláusula 4.8.2 da IEC 62109-2.				
Condição de teste:				
A resistência total do inversor, incluindo a resistência intencional para o aterramento funcional da matriz e a resistência esperada do isolamento da matriz ao solo, e a resistência de outras redes conectadas ao solo não deve ser menor que $r = (v_{max} \text{ PV}/30 \text{ Ma})$ ohms:				
- A resistência esperada para o isolamento da matriz ao solo deve ser calculada com base em uma resistência ao isolamento da matriz de 40 MΩ por m2 - ou calculado com base na classificação de energia do inversor e na eficiência dos pior painéis com os quais o inversor foi projetado para ser usado.				
Para inversores isolados, devem indicar uma falha de acordo com 13.9 (é permitida a operação); A indicação de falha deve ser mantida até que a resistência ao isolamento da matriz tenha se recuperado para um valor maior que o limite acima				
Para inversores não isolados, ou inversores com isolamento que não cumprem os limites de corrente de vazamento nos requisitos mínimos de isolamento do inversor na Tabela 30, devem indicar uma falha de acordo com 13.9 e não se conectar à rede elétrica; O inversor pode continuar fazendo a medição, pode parar de indicar uma falha e pode se conectar à rede elétrica se a resistência ao isolamento da matriz tiver se recuperado para um valor maior que o limite acima.				
Não é necessário testar todos os terminais de entrada fotovoltaica se a análise do design indicar que pode -se esperar que um ou mais terminais tenham o mesmo resultado, por exemplo, onde várias entradas de sequência PV estão em paralelo				
Nota:				
a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.				
Critérios de avaliação:				
Os inversores on-grid devem possuir meios de medir a resistência de isolação entre todos os terminais da(s) porta(s) fotovoltaica(s) e a terra antes de entrarem em operação. Caso a resistência de isolação seja inferior a $R = (V_{maxcc} / 30 \text{ mA})$ ohms, o inversor deve indicar a falta e não se conectar à rede.				
Resultados do teste:				
Detecção de resistência ao isolamento da matriz para inversores para matrizes não aterradas				
Tensão CC para operação do inversor (V)		Resistência entre o solo e o terminal de entrada PV (kΩ)	Resistência de isolamento necessária $R = (V_{MAX} \text{ PV} / 30\text{mA})$ (kΩ)	Resultado
Positivo de tensão fotovoltaica				
Tensão CC da tensão operacional mínima	300	28	28,3	O inversor não inicia.
Tensão CC da tensão nominal	360	28	28,3	
Tensão CC da tensão de operação máxima	800	28	28,3	
Negativa de tensão fotovoltaica				
Tensão CC da tensão operacional mínima	300	28	28,3	O inversor não inicia.
Tensão CC da tensão nominal	360	28	28,3	
Tensão CC da tensão de operação máxima	800	28	28,3	

6. Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

Teste de acordo com cláusula 4.8.3.2 e 4.8.3.3 da IEC 62109-2

Condição de teste:

O inversor deve fornecer o monitoramento atual residual que funcione sempre que o inversor estiver conectado à rede elétrica com a desconexão automática: meios fechados. Os meios de monitoramento de corrente residual devem medir a corrente total (A.C. e D.C. Components) RMS.

Conforme indicado na Tabela 30 para diferentes tipos de inversores, tipos de matrizes e níveis de isolamento do inversor, a detecção pode ser necessária para uma corrente residual contínua excessiva, mudanças repentinas excessivas na corrente residual, ou ambas, de acordo com os seguintes limites:

a) Corrente residual contínua: o inversor deve se desconectar dentro de 0,3 s e indicar uma falha de acordo com 13.9 se a corrente residual contínua exceder:

- ☒ 300 mAs para inversores com potência de saída contínua nominal ≤ 30 kVa, ou
- ☐ 10 mAs por KVA de potência de saída contínua nominal para inversores com classificação de potência de saída contínua nominal > 30 kVa.

a) Mudanças repentinas na corrente residual:

O inversor deve se desconectar da rede elétrica dentro do tempo especificado na Tabela 31 e indicar uma falha de acordo com 13.9, se um aumento repentino na corrente residual RMS for detectado excedendo o valor na tabela.

Variação súbita da corrente de modo comum eficaz	Tempo máximo de desconexão da rede
30 mA	0,30 s
60 mA	0,15 s
150 mA	0,04 s

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

Potência de saída: 75000W;

V_{DC}: 600V

V_{AC}: 127V

Frequência: 60Hz

Dispositivos de medição atuais: min.class 0,5

IEC 62109-2 Cláusula 4.8.3.5

Teste para uma desconexão correta no caso de uma corrente residual em constante aumento.

CrITÉRIOS de avaliação:

Este teste deve ser repetido 5 vezes e, para todos os 5 testes, o tempo para se desconectar não deve exceder 0,3s.

O teste é repetido para cada terminal de entrada PV. Não é necessário testar todos os terminais de entrada PV se a análise do projeto indicar que pode -se esperar que um ou mais terminais tenham o mesmo resultado, por exemplo, onde várias entradas de sequência PV estão em paralelo.

Resultados do teste:**a) Corrente residual contínua****+ FV to N:**

Medições Corrente residual (mA)	Limite (mA)*	Tempo de desconexão (ms)	Tempo limite (ms)
246	≤ 750	40	≤ 300
172	≤ 750	40	≤ 300

234	≤750	40	≤300
290	≤750	40	≤300
237	≤750	41	≤300
- FV to N:			
Medições Corrente residual (mA)	Limite (mA)*	Tempo de desconexão (ms)	Tempo limite (ms)
218	≤750	61	≤300
217	≤750	61	≤300
216	≤750	61	≤300
219	≤750	61	≤300
220	≤750	61	≤300
“*” O limite de corrente de falha pode ser ajustado de acordo com a potência de saída do inversor: 300mA para potência de saída ≤ 30 kVA ou 10mA por kVA para potência de saída > 30 kVA de acordo			

b) Alterações súbitas da corrente residual		
+FV to N		
Definindo corrente de proteção (mA)	Tempo de desconexão (ms)	Tempo limite (ms)
30	137	300
30	147	300
30	140	300
30	136	300
30	134	300
60	85	150
60	76	150
60	63	150
60	59	150
60	74	150
150	36	40
150	24	40
150	18	40
150	22	40
150	21	40
-FV to N		
Definindo corrente de proteção (mA)	Tempo de desconexão (ms)	Tempo limite (ms)
30	148	300
30	149	300
30	164	300

30	168	300
30	148	300
60	121	150
60	124	150
60	119	150
60	116	150
60	125	150
150	16	40
150	33	40
150	39	40
150	22	40
150	20	40

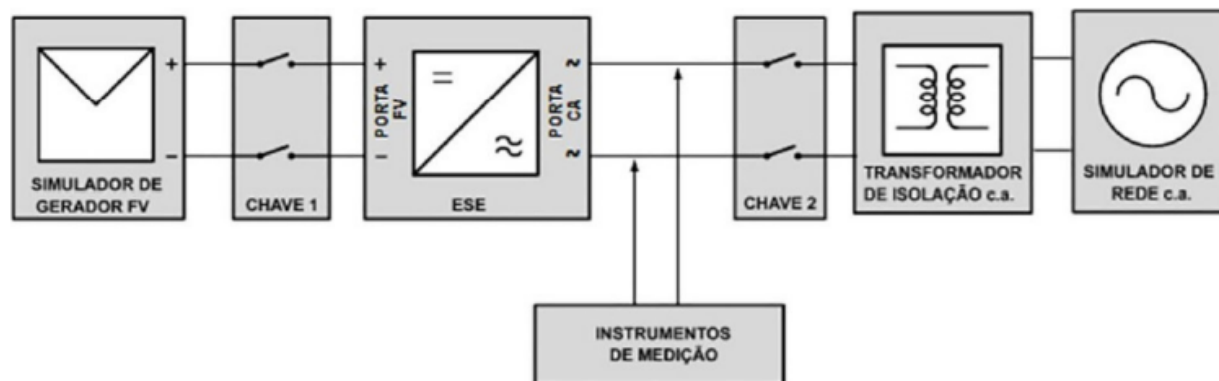
7. Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).

Configuração do ensaio:

- a) Conectar o ESE, os aparelhos de ensaio e os instrumentos de medição conforme a Figura 3

Figura 3 - Diagrama de conexões dos instrumentos de medição, aparelhos e componentes para o ensaio de injeção de componente contínua



- b) Configurar o simulador de gerador fotovoltaico para fornecer uma potência máxima c.c. nas portas fotovoltaicas para que o ESE opere em 100% da potência c.a. nominal (especificada pelo fabricante), definindo uma curva de operação tensão versus corrente fotovoltaica com tensão arbitrária e fator de forma de 0,72 (0,9 para corrente e 0,8 para tensão); e
- c) Configurar o simulador de rede para absorver até 110% da potência c.a. nominal do ESE (especificada pelo fabricante), produzindo na porta de conexão à rede do ESE uma rede c.a. de 60 Hz com tensão igual à tensão nominal de operação especificada para o ESE.

Procedimento de ensaio

- a) Fechar as chaves 1 e 2 seguindo a ordem de conexão ao ESE sugerida pelo fabricante e esperar a estabilização do SPMP. Se a estabilização do SPMP não for observada, esperar pelo menos 330 s;
- b) Medir e registrar a corrente contínua injetada na rede em cada uma das fases durante, pelo menos, 10 s.

Este teste deve ser realizado durante os testes Com referência à 6.2 de ABNT NBR 16150

O simulador de grade foi usado para medição. Durante os testes, foram atendidas as condições seguintes:

- $V = V_n \pm 1\%$
- $F = 60 \pm 0,2 \text{ Hz}$
- $\text{THD} < 5,0\%$
- Injeção de DC $< 0,5\%$

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

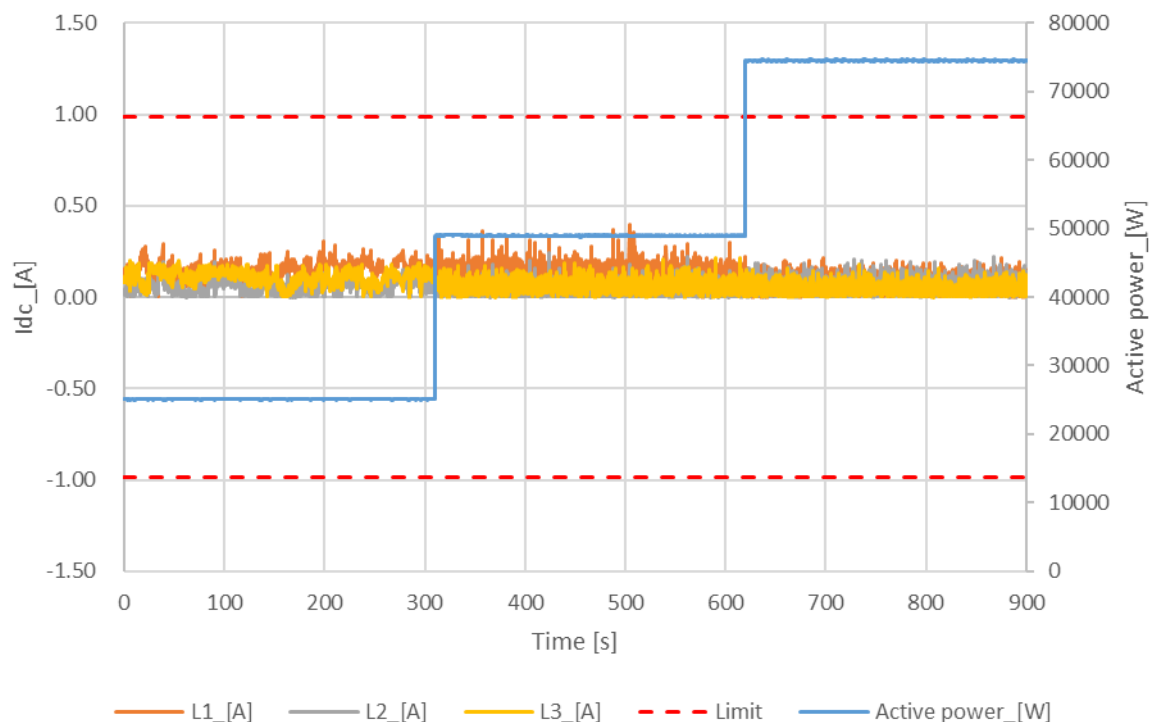
Critérios de avaliação:

Os inversores on-grid, em qualquer condição de operação, não podem injetar ou absorver componente contínua na rede elétrica superior a 0,5% da sua corrente c.a. nominal.

Resultados do teste:

Nível	(33 ± 5)%			(66 ± 5)%			(100 ± 5)%		
Potência [W]	25085			48968			74520		
Tensão [Vrms]	127,7			128,1			128,3		
Corrente [Arms]	65,476			127,461			193,033		
Fator de potência:	0,999			0,999			0,999		
Corrente máxima Idc [mA]	303	191	204	395	239	213	213	219	177
Corrente máxima Idc [%]	0,27	0,17	0,18	0,35	0,21	0,19	0,19	0,19	0,16
Corrente média Idc [mA]	144	58	109	143	35	64	82	61	42
Corrente média Idc [%]	0,13	0,05	0,10	0,13	0,03	0,06	0,07	0,05	0,04

Diagrama de injeção permanente de CC (ambiente)



8. Harmônicas e distorção de forma de onda de corrente na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

Teste de acordo com 6.3 da ABNT NBR 16150

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 6.3

- Conectar o ESE aos simuladores de gerador fotovoltaico e de rede e, em seguida, acoplar os instrumentos de medição conforme fabricante e esperar a estabilização do SPMP. Se a estabilização do SPMP não for observada, esperar pelo menos 330 s;
- car as potências de entrada do ESE equivalentes a 10%, 20%, 30%, 50%, 75% e 100% da potência nominal de saída, necessitando, dessa forma, simular seis diferentes curvas de um gerador FV
- Configurar o simulador de gerador fotovoltaico com a menor tensão da faixa de operação do SPMP e
- para que o ESE forneça um dos seis níveis de carregamento identificados no passo b). O fator de forma é arbitrário.
- Configurar o simulador de rede para absorver até 110% da potência c.a. máxima do ESE, a 60 Hz e na tensão nominal de ensaio.
- Fechar as chaves seguindo a ordem de conexão ao ESE sugerida pelo fabricante e esperar a estabilização do SPMP. Se a estabilização do SPMP não for observada, esperar pelo menos 5 min.
- Medir e registrar o valor da THDi.
- Repetir do passo c) ao f) para cada um dos outros cinco níveis de carregamento do ESE definidos no passo b).

O simulador de grade foi usado para medição. Durante os testes, foram atendidas as condições seguintes:

- $V = V_n \pm 1\%$
- $F = 60 \pm 0,2 \text{ Hz}$
- $THD < 5\%$

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

Critérios de avaliação:

Os inversores on-grid não podem injetar corrente na rede com distorção harmônica total superior a 5% em relação à corrente c.a. fundamental na potência c.a. nominal, em qualquer condição de potência, e devem atender aos limites de distorção harmônica individual especificados na Tabela 4.

Tabela 1 – Limite de distorção harmônica de corrente

Harmônicas ímpares	Limite de distorção
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
Harmônicas pares	Limite de distorção
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

Resultados do teste:							
Nível:	10%						
Potência ativa [W]	7451						
Potência aparente [VA]	7460						
Tensão de saída [V]	127,5	126,8	127,6				
Corrente de saída [A]	19,542	19,511	19,542				
Frequência [Hz]	60,00						
THD [%]	0,416	0,408	0,424				
Resultados:							
Ordem harmônica	Valor medido I _h [A]			Valor medido I _h [%I ₁]			Limites [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
1	19,522	19,491	19,521	--	--	--	--
2	0,017	0,031	0,027	0,009	0,016	0,013	1,0
3	0,075	0,027	0,054	0,038	0,014	0,028	4,0
4	0,019	0,036	0,023	0,010	0,018	0,011	1,0
5	0,040	0,059	0,051	0,020	0,030	0,026	4,0
6	0,037	0,025	0,020	0,019	0,013	0,010	1,0
7	0,049	0,053	0,085	0,025	0,027	0,043	4,0
8	0,020	0,030	0,031	0,010	0,015	0,016	1,0
9	0,032	0,039	0,046	0,016	0,020	0,023	4,0
10	0,022	0,028	0,017	0,011	0,014	0,008	0,5
11	0,466	0,471	0,490	0,237	0,239	0,249	2,0
12	0,019	0,033	0,034	0,009	0,017	0,017	0,5
13	0,486	0,453	0,467	0,247	0,230	0,237	2,0
14	0,017	0,020	0,023	0,009	0,010	0,012	0,5
15	0,040	0,059	0,050	0,021	0,030	0,026	2,0
16	0,025	0,019	0,035	0,013	0,010	0,018	0,5
17	0,122	0,136	0,135	0,062	0,069	0,068	1,5
18	0,015	0,027	0,034	0,007	0,014	0,017	0,5
19	0,406	0,394	0,416	0,206	0,200	0,212	1,5
20	0,015	0,015	0,024	0,008	0,008	0,012	0,5
21	0,023	0,027	0,015	0,011	0,014	0,008	1,5
22	0,014	0,010	0,017	0,007	0,005	0,008	0,5
23	0,052	0,062	0,063	0,026	0,032	0,032	0,6
24	0,009	0,008	0,011	0,004	0,004	0,006	0,5
25	0,038	0,037	0,028	0,020	0,019	0,014	0,6
26	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,004	0,5
27	0,016	0,009	0,007	0,008	0,004	0,003	0,6
28	0,006	0,006	0,005	0,003	0,003	0,003	0,5
29	0,046	0,053	0,058	0,024	0,027	0,030	0,6
30	0,006	0,005	0,006	0,003	0,003	0,003	0,5
31	0,027	0,026	0,025	0,014	0,013	0,013	0,6
32	0,008	0,008	0,005	0,004	0,004	0,003	0,5
33	0,007	0,006	0,007	0,003	0,003	0,004	0,6
34	0,006	0,005	0,006	0,003	0,003	0,003	--
35	0,085	0,085	0,086	0,043	0,043	0,044	--
36	0,006	0,006	0,006	0,003	0,003	0,003	--
37	0,077	0,076	0,078	0,039	0,038	0,039	--
38	0,006	0,006	0,007	0,003	0,003	0,003	--
39	0,011	0,010	0,008	0,005	0,005	0,004	--
40	0,005	0,005	0,005	0,003	0,003	0,003	--

Nível:	20%		
Potência ativa [W]	15031		
Potência aparente [VA]	15038		
Tensão de saída [V]	127,4	127,6	127,6
Corrente de saída [A]	39,416	39,232	39,240
Frequência [Hz]	60,00		
THD [%]	0,572	0,568	0,562

Resultados:

Ordem harmônica	Valor medido I _h [A]			Valor medido I _h [%I ₁]			Limites [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
1	39,398	39,214	39,222	--	--	--	--
2	0,015	0,039	0,043	0,008	0,020	0,022	1,0
3	0,021	0,044	0,025	0,010	0,023	0,013	4,0
4	0,050	0,088	0,074	0,025	0,045	0,037	1,0
5	0,075	0,078	0,025	0,038	0,040	0,012	4,0
6	0,016	0,015	0,015	0,008	0,007	0,008	1,0
7	0,049	0,073	0,093	0,025	0,037	0,047	4,0
8	0,014	0,021	0,022	0,007	0,011	0,011	1,0
9	0,036	0,027	0,061	0,018	0,014	0,031	4,0
10	0,014	0,018	0,016	0,007	0,009	0,008	0,5
11	0,337	0,332	0,325	0,171	0,169	0,165	2,0
12	0,025	0,022	0,021	0,013	0,011	0,010	0,5
13	0,977	0,955	0,959	0,496	0,485	0,487	2,0
14	0,020	0,031	0,021	0,010	0,016	0,011	0,5
15	0,024	0,024	0,020	0,012	0,012	0,010	2,0
16	0,022	0,026	0,019	0,011	0,013	0,010	0,5
17	0,261	0,254	0,247	0,133	0,129	0,126	1,5
18	0,023	0,020	0,022	0,012	0,010	0,011	0,5
19	0,227	0,249	0,226	0,115	0,127	0,115	1,5
20	0,020	0,022	0,020	0,010	0,011	0,010	0,5
21	0,055	0,035	0,027	0,028	0,018	0,014	1,5
22	0,023	0,016	0,025	0,012	0,008	0,013	0,5
23	0,105	0,124	0,103	0,054	0,063	0,053	0,6
24	0,017	0,017	0,016	0,008	0,009	0,008	0,5
25	0,117	0,141	0,130	0,059	0,072	0,066	0,6
26	0,012	0,011	0,016	0,006	0,006	0,008	0,5
27	0,019	0,027	0,027	0,010	0,014	0,014	0,6
28	0,011	0,011	0,016	0,006	0,006	0,008	0,5
29	0,091	0,088	0,093	0,046	0,045	0,047	0,6
30	0,012	0,011	0,013	0,006	0,006	0,006	0,5
31	0,024	0,028	0,022	0,012	0,014	0,011	0,6
32	0,015	0,012	0,012	0,007	0,006	0,006	0,5
33	0,012	0,013	0,013	0,006	0,007	0,007	0,6
34	0,011	0,010	0,013	0,006	0,005	0,007	---
35	0,149	0,141	0,128	0,076	0,072	0,065	---
36	0,022	0,018	0,013	0,011	0,009	0,007	---
37	0,051	0,066	0,065	0,026	0,033	0,033	---
38	0,013	0,015	0,014	0,007	0,007	0,007	---
39	0,026	0,015	0,015	0,013	0,007	0,008	---
40	0,015	0,030	0,019	0,008	0,015	0,010	---

Nível:	30%		
Potência ativa [W]	22494		
Potência aparente [VA]	22501		
Tensão de saída [V]	127,5	127,7	127,7
Corrente de saída [A]	58,941	58,641	58,674
Frequência [Hz]	60,00		
THD [%]	0,648	0,645	0,618

Resultados:

Ordem harmônica	Valor medido I _h [A]			Valor medido I _h [%I ₁]			Limites [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
1	58,925	58,625	58,659	--	--	--	--
2	0,028	0,060	0,067	0,014	0,030	0,034	1,0
3	0,037	0,059	0,058	0,019	0,030	0,029	4,0
4	0,032	0,075	0,074	0,017	0,038	0,038	1,0
5	0,107	0,095	0,029	0,055	0,048	0,015	4,0
6	0,018	0,020	0,020	0,009	0,010	0,010	1,0
7	0,066	0,067	0,094	0,034	0,034	0,048	4,0
8	0,031	0,040	0,027	0,016	0,020	0,014	1,0
9	0,041	0,049	0,100	0,021	0,025	0,051	4,0
10	0,023	0,025	0,020	0,012	0,013	0,010	0,5
11	0,433	0,421	0,402	0,220	0,214	0,204	2,0
12	0,023	0,022	0,023	0,012	0,011	0,012	0,5
13	0,973	0,960	0,934	0,494	0,488	0,475	2,0
14	0,022	0,032	0,026	0,011	0,016	0,013	0,5
15	0,047	0,060	0,093	0,024	0,030	0,047	2,0
16	0,022	0,028	0,029	0,011	0,014	0,015	0,5
17	0,327	0,321	0,296	0,166	0,163	0,150	1,5
18	0,023	0,026	0,029	0,012	0,013	0,015	0,5
19	0,536	0,537	0,492	0,272	0,273	0,250	1,5
20	0,035	0,030	0,039	0,018	0,015	0,020	0,5
21	0,050	0,058	0,048	0,025	0,029	0,024	1,5
22	0,028	0,026	0,033	0,014	0,013	0,017	0,5
23	0,097	0,098	0,111	0,049	0,050	0,057	0,6
24	0,020	0,018	0,021	0,010	0,009	0,011	0,5
25	0,050	0,035	0,040	0,026	0,018	0,020	0,6
26	0,016	0,016	0,022	0,008	0,008	0,011	0,5
27	0,021	0,042	0,047	0,011	0,021	0,024	0,6
28	0,018	0,017	0,023	0,009	0,008	0,012	0,5
29	0,037	0,072	0,066	0,019	0,037	0,034	0,6
30	0,019	0,017	0,019	0,009	0,009	0,009	0,5
31	0,082	0,085	0,051	0,041	0,043	0,026	0,6
32	0,014	0,014	0,016	0,007	0,007	0,008	0,5
33	0,024	0,021	0,034	0,012	0,011	0,017	0,6
34	0,019	0,021	0,024	0,010	0,011	0,012	---
35	0,147	0,154	0,120	0,075	0,078	0,061	---
36	0,019	0,020	0,021	0,010	0,010	0,011	---
37	0,144	0,165	0,138	0,073	0,084	0,070	---
38	0,025	0,016	0,023	0,013	0,008	0,012	---
39	0,027	0,022	0,035	0,014	0,011	0,018	---
40	0,027	0,020	0,024	0,014	0,010	0,012	---

Nível:	50%		
Potência ativa [W]	37836		
Potência aparente [VA]	37839		
Tensão de saída [V]	127,8	128,0	127,9
Corrente de saída [A]	98,934	98,443	98,517
Frequência [Hz]	60,00		
THD [%]	0,410	0,418	0,427

Resultados:

Ordem harmônica	Valor medido I _h [A]			Valor medido I _h [%I ₁]			Limites [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
1	98,930	98,439	98,513	--	--	--	--
2	0,088	0,141	0,143	0,045	0,072	0,073	1,0
3	0,062	0,093	0,045	0,032	0,047	0,023	4,0
4	0,043	0,044	0,060	0,022	0,022	0,030	1,0
5	0,073	0,075	0,020	0,037	0,038	0,010	4,0
6	0,026	0,034	0,038	0,013	0,017	0,019	1,0
7	0,035	0,073	0,053	0,018	0,037	0,027	4,0
8	0,055	0,043	0,031	0,028	0,022	0,016	1,0
9	0,028	0,023	0,044	0,014	0,012	0,022	4,0
10	0,032	0,033	0,034	0,016	0,017	0,018	0,5
11	0,205	0,200	0,201	0,104	0,102	0,102	2,0
12	0,016	0,014	0,015	0,008	0,007	0,008	0,5
13	0,302	0,307	0,331	0,153	0,156	0,168	2,0
14	0,022	0,031	0,020	0,011	0,016	0,010	0,5
15	0,027	0,035	0,032	0,014	0,018	0,017	2,0
16	0,036	0,037	0,025	0,018	0,019	0,012	0,5
17	0,256	0,244	0,243	0,130	0,124	0,123	1,5
18	0,018	0,017	0,018	0,009	0,009	0,009	0,5
19	0,457	0,444	0,450	0,232	0,226	0,229	1,5
20	0,029	0,022	0,029	0,015	0,011	0,015	0,5
21	0,015	0,020	0,036	0,008	0,010	0,018	1,5
22	0,013	0,013	0,013	0,006	0,007	0,007	0,5
23	0,279	0,282	0,294	0,142	0,143	0,149	0,6
24	0,013	0,011	0,014	0,007	0,006	0,007	0,5
25	0,254	0,291	0,297	0,129	0,148	0,151	0,6
26	0,018	0,013	0,017	0,009	0,006	0,009	0,5
27	0,025	0,023	0,016	0,013	0,012	0,008	0,6
28	0,016	0,011	0,013	0,008	0,006	0,007	0,5
29	0,186	0,172	0,191	0,094	0,087	0,097	0,6
30	0,012	0,010	0,010	0,006	0,005	0,005	0,5
31	0,134	0,146	0,144	0,068	0,074	0,073	0,6
32	0,011	0,012	0,010	0,005	0,006	0,005	0,5
33	0,019	0,025	0,026	0,010	0,013	0,013	0,6
34	0,011	0,011	0,009	0,005	0,006	0,005	---
35	0,073	0,082	0,096	0,037	0,042	0,049	---
36	0,008	0,011	0,010	0,004	0,006	0,005	---
37	0,095	0,099	0,113	0,048	0,050	0,057	---
38	0,011	0,012	0,011	0,006	0,006	0,006	---
39	0,030	0,014	0,023	0,015	0,007	0,012	---
40	0,013	0,012	0,009	0,007	0,006	0,004	---

Nível:	75%		
Potência ativa [W]	56312		
Potência aparente [VA]	56317		
Tensão de saída [V]	128,1	128,3	128,2
Corrente de saída [A]	146,913	146,146	146,246
Frequência [Hz]	60,00		
THD [%]	0,530	0,524	0,535

Resultados:

Ordem harmônica	Valor medido I _h [A]			Valor medido I _h [%I ₁]			Limites [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
1	146,908	146,141	146,241	--	--	--	--
2	0,154	0,232	0,227	0,078	0,118	0,115	1,0
3	0,139	0,137	0,121	0,071	0,070	0,061	4,0
4	0,147	0,117	0,123	0,075	0,060	0,063	1,0
5	0,057	0,053	0,024	0,029	0,027	0,012	4,0
6	0,060	0,053	0,062	0,030	0,027	0,032	1,0
7	0,061	0,065	0,060	0,031	0,033	0,030	4,0
8	0,089	0,071	0,057	0,045	0,036	0,029	1,0
9	0,036	0,028	0,036	0,019	0,014	0,018	4,0
10	0,030	0,062	0,057	0,015	0,031	0,029	0,5
11	0,617	0,599	0,593	0,313	0,304	0,301	2,0
12	0,026	0,020	0,027	0,013	0,010	0,014	0,5
13	0,359	0,353	0,369	0,183	0,179	0,187	2,0
14	0,039	0,042	0,027	0,020	0,021	0,014	0,5
15	0,023	0,026	0,027	0,011	0,013	0,013	2,0
16	0,031	0,029	0,021	0,016	0,015	0,011	0,5
17	0,360	0,368	0,363	0,183	0,187	0,184	1,5
18	0,019	0,019	0,018	0,009	0,010	0,009	0,5
19	0,418	0,383	0,396	0,213	0,194	0,201	1,5
20	0,036	0,042	0,040	0,018	0,021	0,020	0,5
21	0,024	0,025	0,029	0,012	0,013	0,015	1,5
22	0,026	0,019	0,025	0,013	0,010	0,013	0,5
23	0,252	0,254	0,284	0,128	0,129	0,144	0,6
24	0,013	0,016	0,013	0,006	0,008	0,007	0,5
25	0,223	0,238	0,259	0,113	0,121	0,132	0,6
26	0,017	0,016	0,016	0,009	0,008	0,008	0,5
27	0,026	0,023	0,019	0,013	0,012	0,009	0,6
28	0,015	0,014	0,017	0,007	0,007	0,008	0,5
29	0,166	0,144	0,170	0,084	0,073	0,086	0,6
30	0,009	0,010	0,010	0,004	0,005	0,005	0,5
31	0,141	0,158	0,161	0,072	0,080	0,082	0,6
32	0,011	0,013	0,014	0,005	0,006	0,007	0,5
33	0,019	0,030	0,028	0,010	0,015	0,014	0,6
34	0,011	0,010	0,010	0,006	0,005	0,005	---
35	0,053	0,057	0,078	0,027	0,029	0,040	---
36	0,009	0,011	0,009	0,005	0,006	0,004	---
37	0,119	0,118	0,138	0,060	0,060	0,070	---
38	0,012	0,011	0,017	0,006	0,005	0,009	---
39	0,025	0,014	0,024	0,013	0,007	0,012	---
40	0,013	0,011	0,010	0,007	0,006	0,005	---

Nível:	100%		
Potência ativa [W]	74516		
Potência aparente [VA]	74569		
Tensão de saída [V]	128,5	128,6	128,4
Corrente de saída [A]	194,032	193,042	193,295
Frequência [Hz]	60,00		
THD [%]	1,084	0,906	1,057

Resultados:

Ordem harmônica	Valor medido I _h [A]			Valor medido I _h [%I ₁]			Limites [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
1	194,019	193,033	193,283	--	--	--	--
2	0,285	0,372	0,280	0,145	0,189	0,142	1,0
3	1,225	0,211	1,404	0,622	0,107	0,713	4,0
4	0,174	0,170	0,173	0,088	0,086	0,088	1,0
5	1,106	0,911	0,881	0,562	0,463	0,447	4,0
6	0,061	0,060	0,091	0,031	0,030	0,046	1,0
7	0,283	0,306	0,096	0,144	0,156	0,049	4,0
8	0,161	0,155	0,073	0,082	0,079	0,037	1,0
9	0,421	0,263	0,596	0,214	0,133	0,303	4,0
10	0,089	0,094	0,077	0,045	0,048	0,039	0,5
11	0,793	1,040	0,451	0,403	0,528	0,229	2,0
12	0,028	0,029	0,042	0,014	0,015	0,021	0,5
13	0,388	0,453	0,408	0,197	0,230	0,207	2,0
14	0,048	0,031	0,031	0,024	0,016	0,016	0,5
15	0,189	0,346	0,218	0,096	0,176	0,111	2,0
16	0,037	0,024	0,026	0,019	0,012	0,013	0,5
17	0,417	0,348	0,555	0,212	0,177	0,282	1,5
18	0,031	0,038	0,018	0,016	0,020	0,009	0,5
19	0,328	0,304	0,313	0,166	0,155	0,159	1,5
20	0,027	0,057	0,038	0,014	0,029	0,019	0,5
21	0,128	0,037	0,135	0,065	0,019	0,069	1,5
22	0,017	0,025	0,026	0,009	0,013	0,013	0,5
23	0,378	0,391	0,246	0,192	0,198	0,125	0,6
24	0,025	0,027	0,013	0,013	0,014	0,007	0,5
25	0,245	0,243	0,254	0,124	0,123	0,129	0,6
26	0,019	0,027	0,038	0,010	0,014	0,019	0,5
27	0,047	0,022	0,024	0,024	0,011	0,012	0,6
28	0,030	0,035	0,016	0,015	0,018	0,008	0,5
29	0,165	0,177	0,224	0,084	0,090	0,114	0,6
30	0,018	0,017	0,017	0,009	0,009	0,009	0,5
31	0,146	0,169	0,166	0,074	0,086	0,084	0,6
32	0,010	0,011	0,015	0,005	0,006	0,007	0,5
33	0,062	0,024	0,059	0,031	0,012	0,030	0,6
34	0,014	0,013	0,012	0,007	0,006	0,006	---
35	0,138	0,076	0,115	0,070	0,039	0,059	---
36	0,016	0,011	0,016	0,008	0,006	0,008	---
37	0,134	0,157	0,137	0,068	0,080	0,070	---
38	0,012	0,012	0,016	0,006	0,006	0,008	---
39	0,049	0,025	0,058	0,025	0,013	0,030	---
40	0,021	0,009	0,019	0,011	0,005	0,009	---

9. Fator de potência fixo na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

Teste de acordo com 6.4.1 da ABNT NBR 16150

Condição de teste:

Com referência à de ABNT NBR 16150 e ABNT NBR 16149

O comando Remoto foi definido por SW-Tool usando interface RS485.

O sistema fotovoltaico pode operar com duas possibilidades:

- **Sistemas fotovoltaicos com potência nominal menor ou igual a 3 kW**
FP igual a 1 ajustado em fábrica, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo.
- **Sistemas fotovoltaicos com potência nominal maior que 3 kW e menor ou igual a 6 kW**
FP igual a 1 ajustado em fábrica, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo.
O inversor deve apresentar, como opcional, a possibilidade de operar de acordo com a curva da Figura 1 e com FP ajustável de 0,95 indutivo até 0,95 capacitivo.
- **Sistemas fotovoltaicos com potência nominal mais de 6kW:**
O sistema fotovoltaico pode operar com duas possibilidades:
 - (i) FP igual a 1 ajustado em fábrica, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo. O inversor deve apresentar, como opcional, a possibilidade de operar de acordo com a curva da Figura 1 e com FP ajustável de 0,90 indutivo até 0,90 capacitivo; ou
 - (ii) controle da potência reativa (VAR), conforme Figura 2.

O tipo e os ajustes do controle do FP e injeção/demanda de potência reativa devem ser determinados pelas condições da rede e definidos individualmente pelo operador da rede e fornecidos junto com a permissão de acesso. Os tipos de controle podem ser:

- a) Potência reativa fixa;
- b) Controle externo.

Teste em unidade única em $V = V_n$. Durante os testes, o $\cos \varphi$ limitado a 0,90.

Nota: Testes não realizados, a exigência pode ser coberta pelo Teste 6.4.1 Inverter em sistemas com uma potência total de saída superior a 6 kW

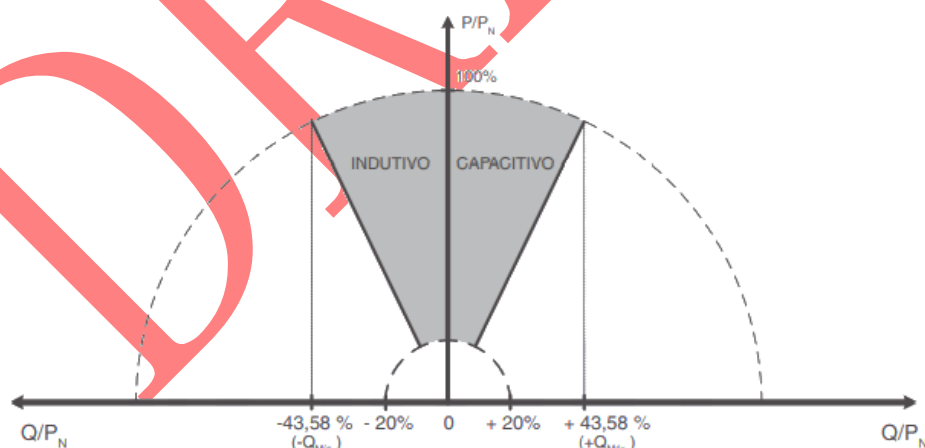


Figura 2 – Limites operacionais de injeção/demanda de potência reativa para sistemas com potência nominal superior a 6 kW.

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

Critérios de avaliação:

O ESE é considerado em conformidade se a diferença entre os valores de fator de potência medidos e os valores esperados estiver dentro da tolerância de $\pm 0,025$.

Resultados do teste:

- ☐ Sistemas fotovoltaicos com potência nominal menor ou igual a 3 kW
- ☐ Sistemas fotovoltaicos com potência nominal maior que 3 kW e menor ou igual a 6 kW
- ☒ Sistemas fotovoltaicos com potência nominal mais de 6kW:

PF=1

Potência bin: P/P _n	Tensão [V]:	Potência [W]:	Potência aparente [VA]:	Fator de potência:	Potência reativa [Var]:	Valor de configuração do PF	Limites da PF:
10%	127,3	7451	7452	-0,999	-128	1,0	--
20%	127,6	15028	15028	-0,999	-7	1,0	+/-0,025
30%	128,0	22789	22790	0,999	120	1,0	+/-0,025
50%	127,9	37828	37829	0,999	339	1,0	+/-0,025
75%	128,2	56298	56301	0,999	517	1,0	+/-0,025
100%	128,4	74472	74476	0,999	689	1,0	+/-0,025

Absorção de potência reativa indutiva

Potência bin: P/P _n	Tensão [V]:	Potência [W]:	Potência aparente [VA]:	Fator de potência:	Potência reativa [Var]:	Valor de configuração do PF	Limites da PF:
10%	127,3	7461	8248	-0,905	-3516	0,9	--
20%	127,5	15074	16742	-0,900	-7283	0,9	+/-0,025
30%	127,8	22605	24927	-0,907	-10505	0,9	+/-0,025
50%	127,8	37696	41734	-0,903	-17908	0,9	+/-0,025
75%	128,0	56040	62188	-0,901	-26959	0,9	+/-0,025
100%	128,1	67575	75038	-0,901	-32625	0,9	+/-0,025

Fonte de alimentação reativa capacitiva

Potência bin: P/P _n	Tensão [V]:	Potência [W]:	Potência aparente [VA]:	Fator de potência:	Potência reativa [Var]:	Valor de configuração do PF	Limites da PF:
10%	127,4	7326	8159	0,898	3590	0,9	--
20%	127,7	14818	16430	0,902	7097	0,9	+/-0,025
30%	128,1	22222	24595	0,904	10541	0,9	+/-0,025
50%	128,0	37636	42047	0,895	18747	0,9	+/-0,025
75%	128,3	55945	62370	0,897	27570	0,9	+/-0,025
100%	128,3	67913	75650	0,898	33324	0,9	+/-0,025

10. Fator de potência com curva do FP na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

Teste de acordo com 6.4.2 da ABNT NBR 16150

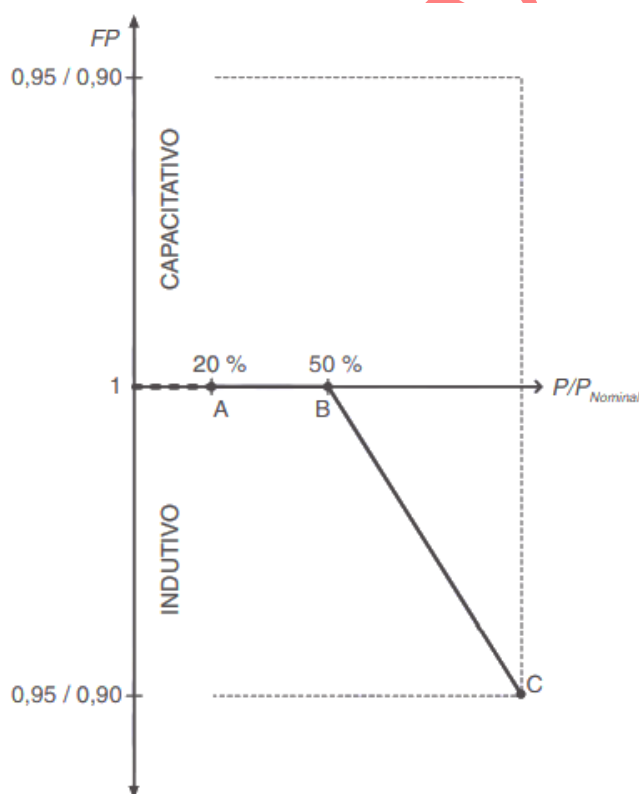
Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 6.4.1 de ABNT BNR 16150

O comando Remoto foi definido por SW-Tool usando interface RS485.

Com referência à de ABNT NBR 16150 e ABNT NBR 16149

1. **Sistemas fotovoltaicos com potência nominal menor ou igual a 3 kW**
FP igual a 1 ajustado em fábrica, com tolerância de trabalho na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo.
2. **Sistemas fotovoltaicos com potência nominal maior que 3 kW e menor ou igual a 6 kW**
FP igual a 1 ajustado em fábrica, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo.
O inversor deve apresentar, como opcional, a possibilidade de operar de acordo com a curva da Figura 1 e com FP ajustável de 0,95 indutivo até 0,95 capacitivo.

**Figura 1 – Curva do FP em função da potência ativa de saída do inversor**

Dependendo da topologia, carregamento da rede e potência a ser injetada, o operador da rede pode fornecer uma curva diferente, que deve ser implementada nos inversores por meio do ajuste dos pontos A, B, e C da Figura 1.

1. A curva da Figura 1 só deve ser habilitada quando a tensão da rede ultrapassar a tensão de ativação, valor ajustável entre 100 % e 110 % da tensão nominal da rede, com valor padrão em 104 % ajustado em fábrica.
2. A curva-padrão só deve ser desabilitada quando a tensão da rede retroceder para um valor abaixo da tensão de desativação, valor ajustável entre 90 % e 100 % da tensão nominal da rede, com valor padrão em 100 % ajustado em fábrica.

Nota:

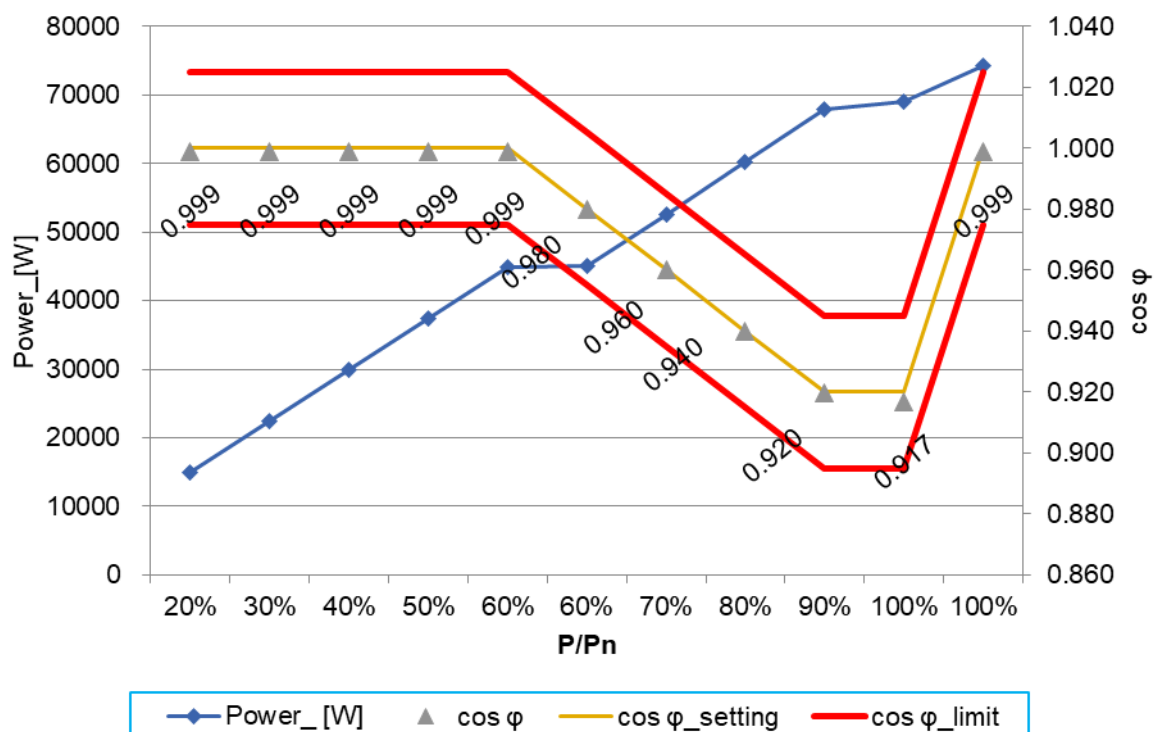
a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

Critérios de avaliação:

O ESE é considerado em conformidade se a diferença entre os valores de fator de potência medidos e os valores esperados (curva FP) estiver dentro da tolerância de $\pm 0,025$.

Resultados do teste:

P/P _n [%] setpoint	P [W]	P/P _n [%]	V _{out} /V _n [%]	Q [Var]	cosφ medido	cosφ Set- point	Δcosφ	limite máximo. Δcosφ
20	14923	19,90	103,0	1	0,999	1,00	0,001	--
30	22411	29,88	103,1	116	0,999	1,00	0,001	+/-0,025
40	29933	39,91	103,0	228	0,999	1,00	0,001	+/-0,025
50	37424	49,90	103,0	323	0,999	1,00	0,001	+/-0,025
60	44909	59,88	103,1	412	0,999	1,00	0,001	+/-0,025
60	45045	60,06	105,0	-9197	-0,980	-0,98	0,000	+/-0,025
70	52638	70,18	105,1	-15336	-0,960	-0,96	0,000	+/-0,025
80	60241	80,32	105,1	-21854	-0,940	-0,94	0,000	+/-0,025
90	67931	90,58	105,2	-28980	-0,920	-0,92	0,000	+/-0,025
100	68935	91,91	105,2	-30040	-0,917	-0,92	0,003	+/-0,025
100	74331	99,11	99,1	697	0,999	1,00	0,001	+/-0,025

produção Graph potência reativa de acordo com uma curva de Fator de Potência característica Graph

11. Injeção / demanda de potência reativa na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

Teste de acordo com 6.5 da ABNT NBR 16150

Condição de teste:

Com referência à de ABNT NBR 16150 e ABNT NBR 16149

O comando Remoto foi definido por SW-Tool usando interface RS485.

O sistema fotovoltaico pode operar com duas possibilidades:

- **Sistemas fotovoltaicos com potência nominal mais de 6kW:**

O sistema fotovoltaico pode operar com duas possibilidades:

- (iii) FP igual a 1 ajustado em fábrica, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo. O inversor deve apresentar, como opcional, a possibilidade de operar de acordo com a curva da Figura 1 e com FP ajustável de 0,90 indutivo até 0,90 capacitivo; ou
- (iv) controle da potência reativa (VAR), conforme Figura 2.

O tipo e os ajustes do controle do FP e injeção/demanda de potência reativa devem ser determinados pelas condições da rede e definidos individualmente pelo operador da rede e fornecidos junto com a permissão de acesso. Os tipos de controle podem ser:

- c) Potência reativa fixa;
- d) Controle externo.

Teste em unidade única em $V = V_n$. Durante os testes, o Q limitado a $\pm 0,4358$.

Nota: Testes não realizados, a exigência pode ser coberta pelo Teste 6.4.5 Inversor em sistemas com uma potência total de saída superior a 6 kW

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

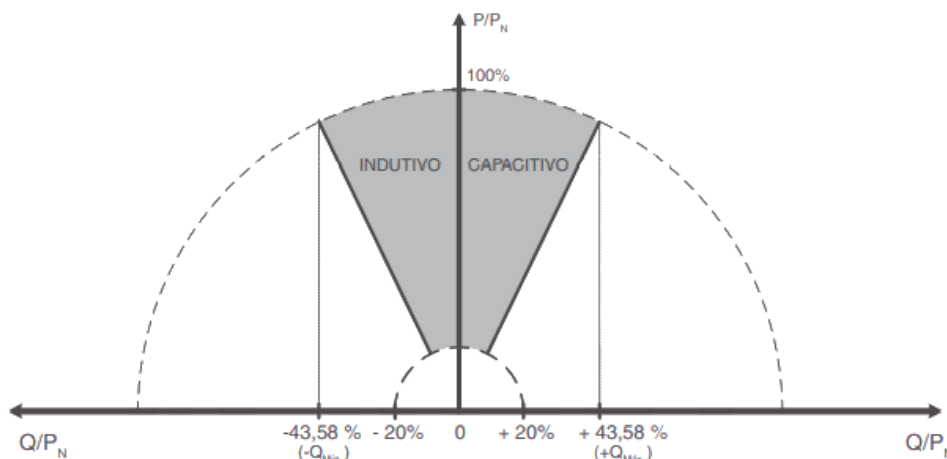


Figura 2 – Limites operacionais de injeção/demanda de potência reativa para sistemas com potência nominal superior a 6 kW.

Critérios de avaliação:

O ESE é considerado em conformidade se a diferença entre os valores de potência reativa medidos e os valores esperados estiver dentro da tolerância de $\pm 2,5\%$ da potência nominal do ESE.

Resultados do teste:**Fonte de alimentação reativa com setpoint Q = 0**

Potência bin: P/Pn	Tensão [V]:	Potência [W]:	Potência aparente [VA]:	Fator de potência:	Potência reativa [Var]:	Valor de configuração do potência reativa	Limites da ΔQ
10%	127,3	7451	7453	-0,999	-127	0	--
20%	127,6	15012	15012	-0,999	-9	0	$\pm 2,5\%P_n$
30%	127,3	22463	22464	0,999	110	0	$\pm 2,5\%P_n$
50%	127,9	37839	37841	0,999	336	0	$\pm 2,5\%P_n$
75%	128,2	56298	56301	0,999	517	0	$\pm 2,5\%P_n$
100%	128,4	74472	74476	0,999	689	0	$\pm 2,5\%P_n$

Absorção de potência reativa indutiva

Potência bin: P/Pn	Tensão [V]:	Potência [W]:	Potência aparente [VA]:	Fator de potência:	Potência reativa [Var]:	Valor de configuração do potência reativa	Limites da ΔQ
10%	127,3	7766	37261	-0,208	-36442	-48,43%	--
20%	127,4	14497	39197	-0,370	-36418	-48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
30%	127,5	22131	42654	-0,519	-36463	-48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
50%	127,7	37244	52167	-0,714	-36527	-48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
75%	128,0	55807	66758	-0,836	-36636	-48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
100%	127,1	65584	75041	-0,874	-36466	-48,43%	$\pm 2,5\%P_n$

Fonte de alimentação reativa capacitiva

Potência bin: P/Pn	Tensão [V]:	Potência [W]:	Potência aparente [VA]:	Fator de potência:	Potência reativa [Var]:	Valor de configuração do potência reativa	Limites da ΔQ
10%	127,7	7293	37103	0,197	36379	+48,43%	--
20%	127,8	14411	39136	0,368	36385	+48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
30%	127,9	22044	42548	0,518	36392	+48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
50%	128,1	37154	52015	0,714	36401	+48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
75%	128,4	55715	66596	0,837	36479	+48,43%	$\pm 2,5\%P_n$
100%	127,5	66315	75683	0,876	36469	+48,43%	$\pm 2,5\%P_n$

12. Sobre / sub tensão na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

Teste de acordo com Cláusula 3.5 do Anexo D específico (Anexo B).

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de Cláusula 3.5 do Anexo D específico (Anexo B).

“Tabela 5 – Ajustes da função de proteção de subtensão

Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes	
	Tensão (p.u.)	Temporização (s)	Tensão (p.u.)	Temporização (s)
1	0,80	2,5	$0,50 < U \leq 0,80$	2,5 a 10,0
2	0,50	0,5	$0,20 < U \leq 0,50$	0,5 a ajuste do Estágio 1

“Tabela 6 – Ajustes da função de proteção de sobretensão

Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes	
	Tensão (p.u.)	Temporização (s)	Tensão (p.u.)	Temporização (s)
1	1,12	1,0	$1,10 \leq U < 1,18$	1,0 a 1,5
2	1,18	0,02	$1,18 \leq U$	0,02 a 0,1

O teste Procedimental and Test Means Consulte a Cláusula 6.6 do ABNT NBR 16150.

Com referência à ABNT NBR 16149 e ABNT NBR 16150:

Ajustou a tensão do simulador de rede com valor de 2V gradiente por etapa Viaje a tensão de proteção da tensão sob a tensão (ou sobre voltagem) que causou desconexão.

O comando Remoto foi definido por SW-Tool usando interface RS485.

6.6.1 Medição da tensão de desconexão por sobretensão

- a) Elevar a tensão do simulador de rede, em passos de até 0,4 % da tensão nominal de ensaio, até que o ESE cesse de fornecer corrente à rede, conforme mostrado na Figura 3.

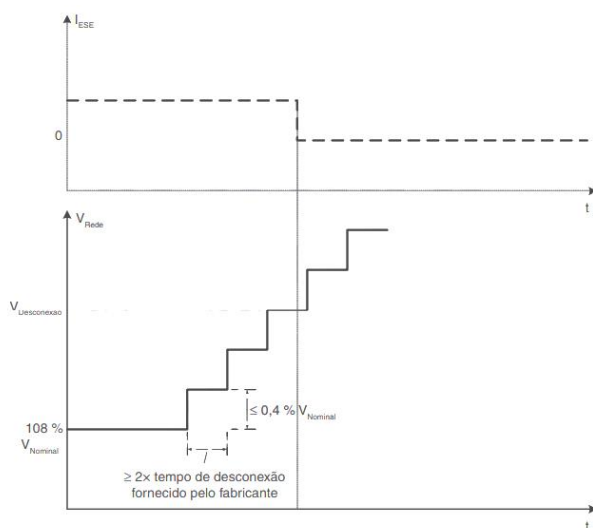
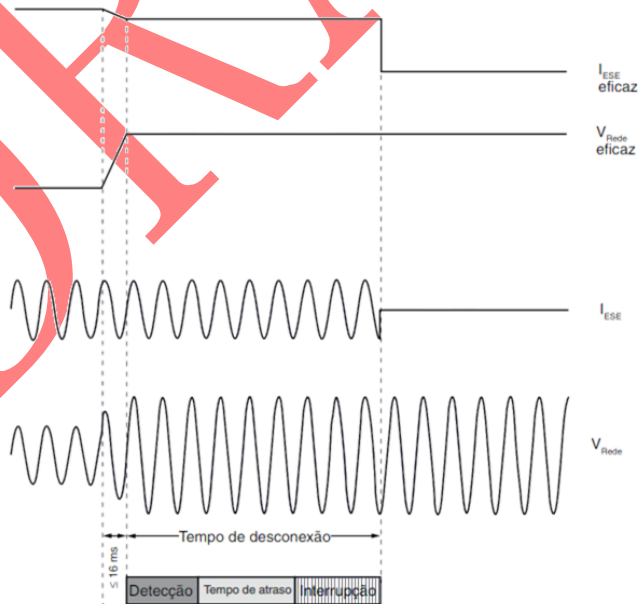


Figura 3 – Procedimento de variação da rede para medição da tensão de desconexão por sobretensão

- Medir e registrar o valor de tensão eficaz que provocou a desconexão.
- Reduzir a tensão do simulador de rede para a tensão nominal de ensaio e esperar que o ESE volte a injetar corrente na rede.

6.6.2 Medição do tempo de desconexão por sobretensão

- Elevar a tensão do simulador de rede para um valor 2 V abaixo da tensão que provocou a desconexão.
- Elevar a tensão do simulador de rede, aplicando um único degrau, para um valor superior ao que provocou a desconexão do ESE.
- Medir e registrar a tensão e a corrente desde a aplicação do degrau até a desconexão do ESE.
- Com os valores de tensão e corrente registrados, verificar qual foi o tempo de desconexão. A Figura 4 ilustra o tempo de desconexão, o qual é medido a partir do momento em que a tensão atinge o valor final do degrau até o momento em que a corrente injetada na rede é interrompida.



- Reduzir a tensão do simulador de rede para a tensão nominal de ensaio e esperar que o ESE reconecte.

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

A atuação da função de proteção do estágio 2 deve se sobrepor à atuação da função de proteção do estágio 1.
A atuação da função de proteção do estágio 3 deve se sobrepor à atuação da função de proteção dos estágios 1 e 2.

A atuação da função de proteção do estágio 2 deve se sobrepor à atuação da função de proteção do estágio 1.

A temporização corresponde ao intervalo entre a violação do ajuste da função de proteção e a efetiva atuação da função de proteção.

A tolerância admitida até a efetiva abertura do circuito é de +200 ms com relação aos valores de temporização indicados na Tabela 5.

Critérios de avaliação:

O ensaio de tempo de desconexão por subtensão deve ser realizado conforme a Seção 6.6.4 da norma ABNT NBR 16150. Os limites de aceitação são os definidos para o ajuste padrão do Estágio 1 da Tabela 5 do subitem 5.4.14 do RTQ, com tolerância de +2%.

DRAFT

Resultados do teste:						
	subtensão:			Sobretensão:		
Estágio 1						
Etapa para tensão de desconexão:	180,4V → diminuir em no máximo 0,4% em cada etapa (pelo menos 5s)			242V→ aumentar no máximo 0,4% em cada etapa (pelo menos 2s)		
valor de configuração [V]:	101,6			142,2		
Valor de medição do valor de desconexão: [V]:	L1	L2	L3	L1	L2	L3
	101,6	101,7	101,4	142,2	142,1	142,2
	101,6	101,5	101,7	142,6	142,1	142,1
	101,7	101,3	101,4	142,3	142,1	142,2
Etapa para o tempo de desconexão:	102,7V (pelo menos 5s) → 99,1V			141,1V (pelo menos 2s) → 143.4V		
Limite [s]:	2,50 < t <2,70			1,00 < t < 1,20		
Valor de medição do tempo de desconexão [s]:	L1	L2	L3	L1	L2	L3
	2,557	2,573	2,559	1,072	1,060	1,073
	2,562	2,561	2,569	1,074	1,068	1,078
	2,556	2,558	2,564	1,051	1,071	1,065
Estágio 2						
Etapa para tensão de desconexão:	65,5V → diminuir em no máximo 0,4% em cada etapa (pelo menos 1s)			148,7→ aumentar no máximo 0,4% em cada etapa (pelo menos 0,5 s)		
valor de configuração [V]:	63,5			149,9		
Valor de medição do valor de desconexão: [V]:	L1	L2	L3	L1	L2	L3
	63,6	63,4	63,5	150,1	150,0	150,1
	63,6	63,2	63,3	149,6	149,6	150,0
	63,7	63,4	63,6	149,6	150,1	149,9
Etapa para o tempo de desconexão:	102,7V (pelo menos 1s) → 60,9V			141,1V (pelo menos 0,5s) → 152,4V		
Limite [s]:	0,50 < t <0,7			0,02< t <0,22		
Valor de medição do tempo de desconexão [s]:	L1	L2	L3	L1	L2	L3
	0,522	0,515	0,519	0,086	0,067	0,145
	0,505	0,507	0,522	0,057	0,067	0,145
	0,505	0,521	0,516	0,067	0,060	0,146

13. Sobre / sub frequência na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de Cláusula 3.6 do Anexo D específico (Anexo B).

Tabela 7 – Ajustes da função de proteção de subfrequência

Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes	
	Frequência (Hz)	Temporização (s)	Frequência (Hz)	Temporização (s)
1	57,4	5,0	$56,9 < f \leq 57,4$	5,0 a 25,0
2	56,9	0,1	$0,0 < f \leq 56,9$	0,1 a ajuste do Estágio 1

Tabela 8 – Ajustes da função de proteção de sobrefrequência

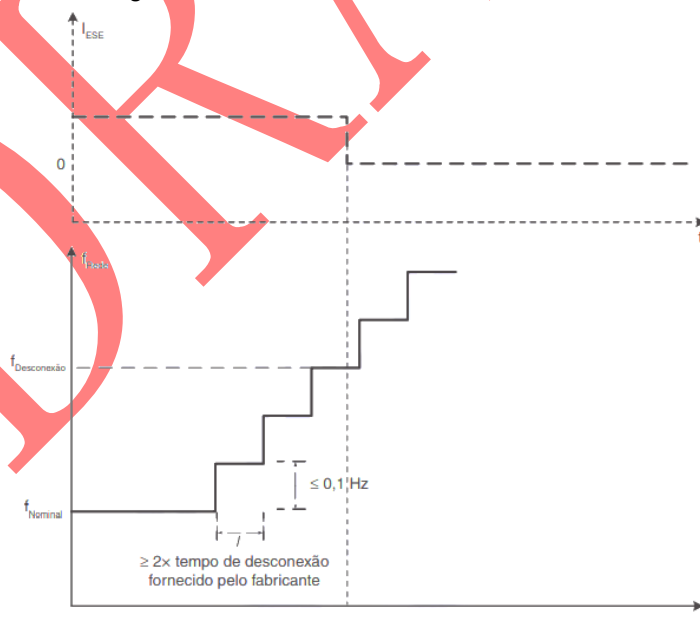
Estágio	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes	
	Frequência (Hz)	Temporização (s)	Frequência (Hz)	Temporização (s)
1	62,6	10,0	$62,6 \leq f < 63,1$	10,0 a 15,0
2	63,1	0,1	$63,1 \leq f$	0,1

O teste Procedimental and Test Means Consulte a Cláusula 6.7 do ABNT NBR 16150.

Com referência à ABNT NBR 16149 e ABNT NBR 16150:

6.7.1 Medição da frequência de desconexão por sobrefrequência

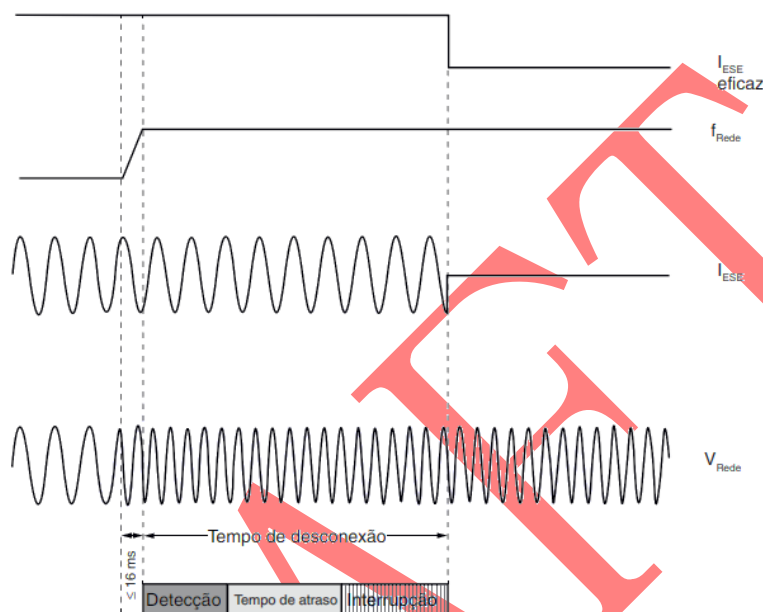
- a) Elevar a frequência do simulador de rede, em passos de até 0,1 Hz, até que o ESE cesse de fornecer energia, conforme mostrado na Figura 7.

**Figura 7 – Procedimento de variação da rede para medição da frequência de desconexão por sobrefrequência**

- b) Medir e registrar a frequência que provocou a desconexão.
c) Reduzir a frequência do simulador de rede para o valor nominal e esperar que o ESE reconecte.

6.7.2 Medição do tempo de desconexão por sobrefrequência

- Elevar a frequência do simulador de rede, aplicando um único degrau, para um valor superior ao que provocou a desconexão do ESE.
- Medir e registrar a frequência e a corrente desde a aplicação do degrau até a desconexão do ESE.
- Com os valores de frequência e corrente registrados, verificar qual foi o tempo de desconexão. A Figura 8 ilustra o tempo de desconexão, o qual é medido a partir do momento em que a frequência atinge o valor final do degrau até o momento em que a corrente injetada na rede é interrompida.

**Figura 8 – Representação gráfica do tempo de desconexão por sobrefrequência**

- Reduzir a frequência do simulador de rede para o valor nominal e esperar que o ESE reconecte.

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

A atuação da função de proteção do estágio 2 deve se sobrepor à atuação da função de proteção do estágio 1.

A atuação da função de proteção do estágio 2 deve se sobrepor à atuação da função de proteção do estágio 1.

A temporização corresponde ao intervalo entre a violação do ajuste da função de proteção e a efetiva atuação da função de proteção.

A tolerância admitida até a efetiva abertura do circuito é de +200 ms com relação aos valores de temporização indicados na Tabela 7 e Tabela 8.

Critérios de avaliação:

O ensaio de tempo de desconexão por subfrequência deve ser realizado conforme a Seção 6.7.4 da norma ABNT NBR 16150. Os limites de aceitação são os definidos para o ajuste padrão do Estágio 1 da Tabela 7 do subitem 5.4.15 do RTQ, com tolerância de +2%.

Resultados do teste:						
	Subfrequência:			Sobrefrequência:		
Estágio 1						
PASSOS para valor viagem:	58 Hz → diminuir por max 0,1 Hz cada etapa			60 Hz → aumentar por 0,1 Hz cada etapa		
definição do valor dos limiares de tropeço [Hz]	57,4			62,6		
Valor de medição do tempo de desconexão: [V]:	57,30	57,30	57,30	62,70	62,70	62,70
PASSO para o tempo de viagem:	58Hz → Freq,trip - 0,1Hz			60Hz → Freq,trip + 0,1Hz		
Definir o valor do tempo de viagem [s]:	5,0 < t < 5,2			10,0 < t < 10,2		
Medição do tempo de intervenção [s]:	5,081	5,101	5,085	10,080	10,082	10,104
Estágio 2						
PASSOS para valor viagem:	58 Hz → diminuir por max 0,1 Hz cada etapa			60 Hz → aumentar por 0,1 Hz cada etapa		
definição do valor dos limiares de tropeço [Hz]	56,9			63,1		
Valor de medição do tempo de desconexão: [V]:	56,80	56,80	56,80	63,20	63,20	63,20
PASSO para o tempo de viagem:	58Hz → Freq,trip - 0,1Hz			60Hz → Freq,trip + 0,1Hz		
Definir o valor do tempo de viagem [s]:	0,1 < t < 0,3			0,1 < t < 0,3		
Medição do tempo de intervenção [s]:	0,190	0,184	0,181	0,171	0,179	0,194

14. Flutuação de tensão na porta de conexão à rede								C	
EUT		Seleção dos limites							
☐	☒	☐	☐		☒				
1-phase	3-phase	Equipamento com corrente nominal ≤ 16 A por fase IEC EN 61000-3-3		Equipamento com corrente nominal ≤ 75 A por fase IEC EN 61000-3-11		Equipamento com corrente nominal > 75 A por fase IEC EN 61000-3-5			
SG75CX-LV									
Procedimento de ensaio: Este teste deve ser realizado durante os testes de 6.7 de ABNT BNR 16150 Nota: a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.									
Nível de poder:									
Resultados:									
	Iniciando			Parando			Corrida		
	d_{max}	d_c	T_{max}	d_{max}	d_c	T_{max}	P_{st}	P_{lt}	
Valores medidos na impedância de teste	0,83	0,60	0,00	1,49	1,37	0,00	0,10	0,09	
Normalizado para impedância padrão	0,83	0,60	0,00	1,49	1,37	0,00	0,10	0,09	
limites de acordo com 61000-3-3 & 61000-3-11	4%	3,3%	500 ms	4%	3,3%	500 ms	1,0	0,65	
Z_{test}			R =	0,24	Ω	X =	0,15	Ω	
Z_{ref}	☐ 1-phase		R =	0,4	Ω	X =	0,25	Ω	
	☒ 3-phase		R =	0,24	Ω	X =	0,15	Ω	

15. Perda de rede na porta de conexão à rede (ilhamento não intencional)									C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com ABNT NBR 62116 e IEC 62116 Nota: a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.									
Condição A: 100% de potência nominal									
Condições de teste:		Frequência: $60 \pm 0,2$ Hz $U_N = 127 \pm 3$ Vac RLC consome energia real do inversor em $\pm 3\%$ Fator de distorção de chokes $< 3\%$ Qualidade = 1							
Limite de desconexão		2s							
No	$P_{EUT}^{1)}$ (% do EUT avaliação)	Carga reativa (% do Q_L em 6.1.d) ¹⁾	$P_{AC}^{2)}$ (% de nominal)	$Q_{AC}^{3)}$ (% de nominal)	Tempo (ms)	P_{EUT} (kW) ⁵⁾	Real Q_f	$V_{DC}^{6)}$	Observação $S^{4)}$
1	100	100	0	0	1021	74,700	1,000	642	Teste A em BL
8	100	100	-5	-5	153	74,756	1,026	642	Teste A em IB
9	100	100	-5	0	348	74,788	1,053	642	Teste A em IB
10	100	100	-5	+5	155	74,774	1,079	642	Teste A em IB
13	100	100	0	-5	168	74,761	0,975	642	Teste A em IB
14	100	100	0	+5	143	74,721	1,025	642	Teste A em IB
17	100	100	+5	-5	144	74,745	0,928	642	Teste A em IB
18	100	100	+5	0	361	74,756	0,953	642	Teste A em IB
19	100	100	+5	+5	161	74,733	0,976	642	Teste A em IB
Parâmetro a 0% por fase $L = 1,72$ mH $R = 0,65$ Ω $C = 4095,06$ μF I_{ac} [A]: 0,126									
Observações: RLC é ajustado para min. +/- 1% da potência de saída nominal do inversor 1) P_{EUT} : potência de saída EUT 2) P_{AC} : Fluxo de potência real em S1 na Figura 1. Positivo significa potência do ESE para a concessionária. Nominal é o valor da condição de teste de 0%. 3) Q_{AC} : Fluxo de potência reativa em S1 na Figura 1. Positivo significa potência do ESE para a rede elétrica. Nominal é o valor da condição de teste de 0%. 4) BL: condição de equilíbrio, IB: condição de desequilíbrio.									

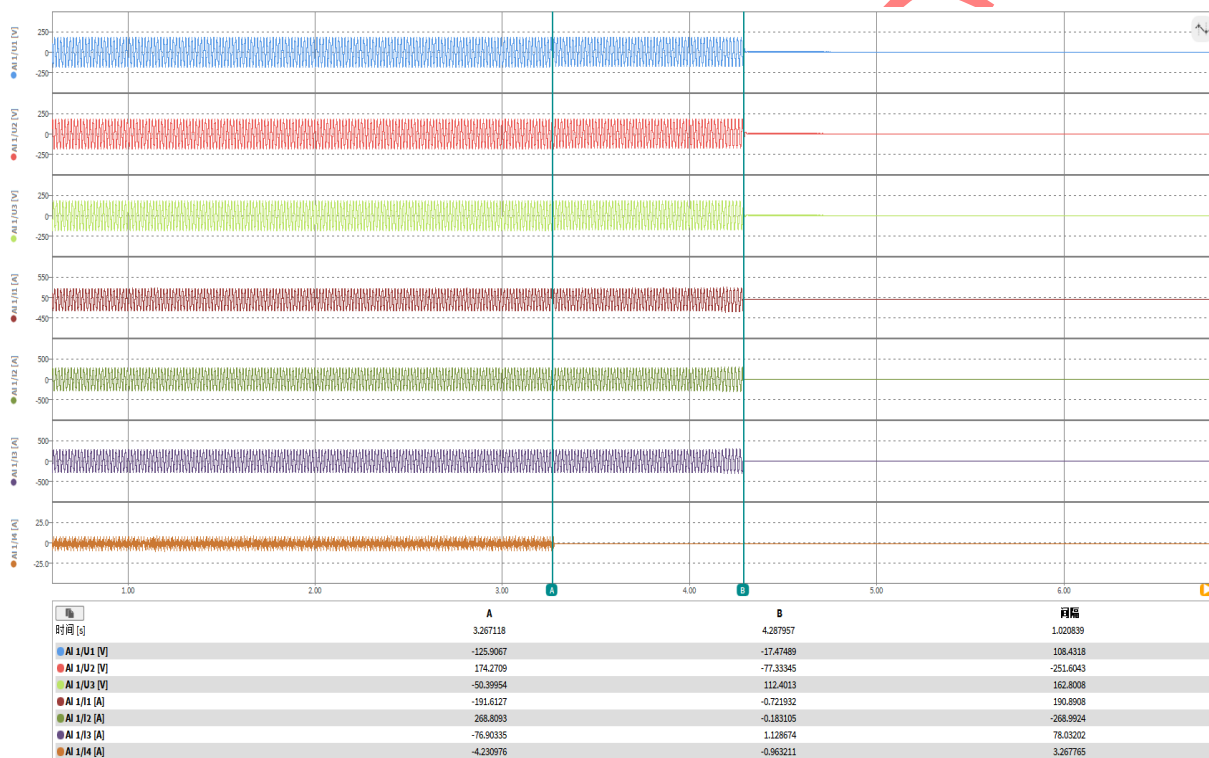
Condição A:

Potência de saída do EUT PEUT = Máximo 5)

Tensão de entrada EUT 6) => 90% da faixa de tensão de entrada nominal

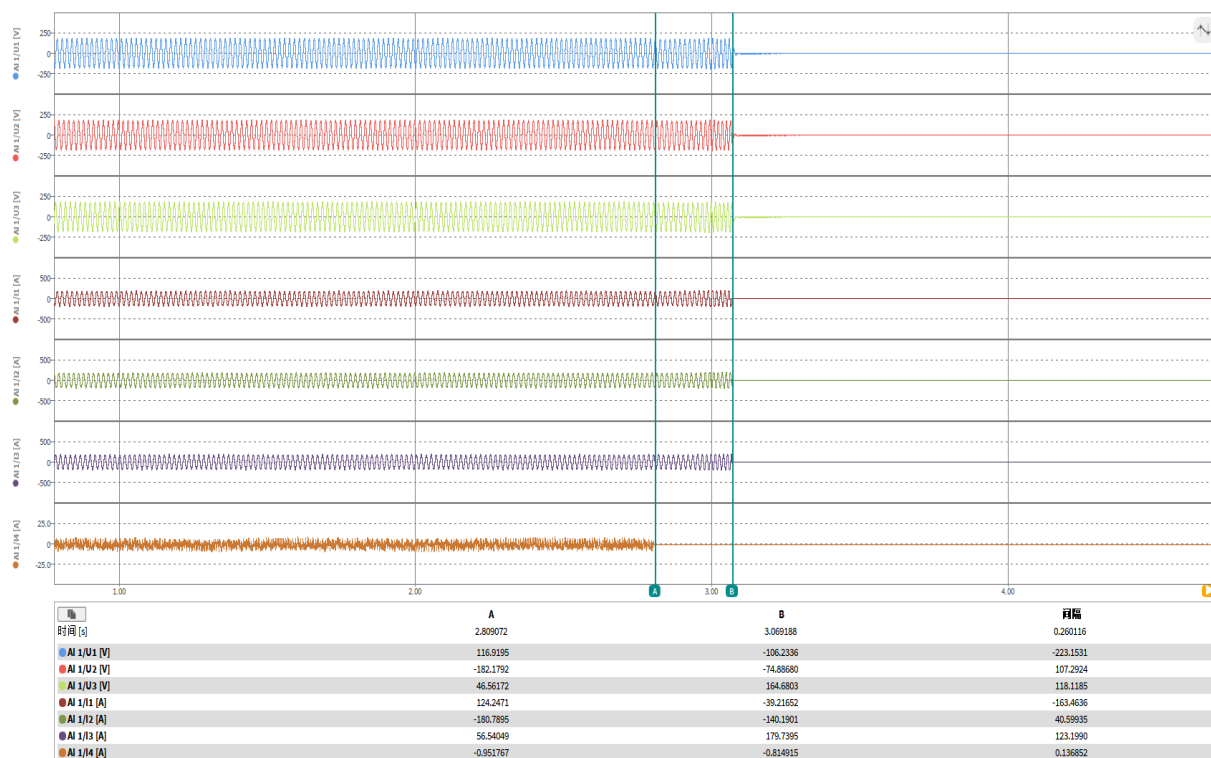
- 5) A condição de potência de saída máxima do EUT deve ser alcançada usando a potência de entrada máxima permitida. A potência de saída real pode exceder a saída nominal.
- 6) Com base na faixa de operação de entrada nominal do EUT. Por exemplo, se a faixa estiver entre X volts e Y volts, 90% da faixa = $X + 0,9 \times (Y - X)$. Y não deve exceder $0,8 \times$ EUT tensão máxima do sistema (ou seja, tensão máxima permitida de circuito aberto da matriz). Em qualquer caso, o ESE não deve ser operado fora de sua faixa de tensão de entrada permitida.-

Desconexão em P_{AC} 0 e Q_{AC} 0 carga reativa No. 1



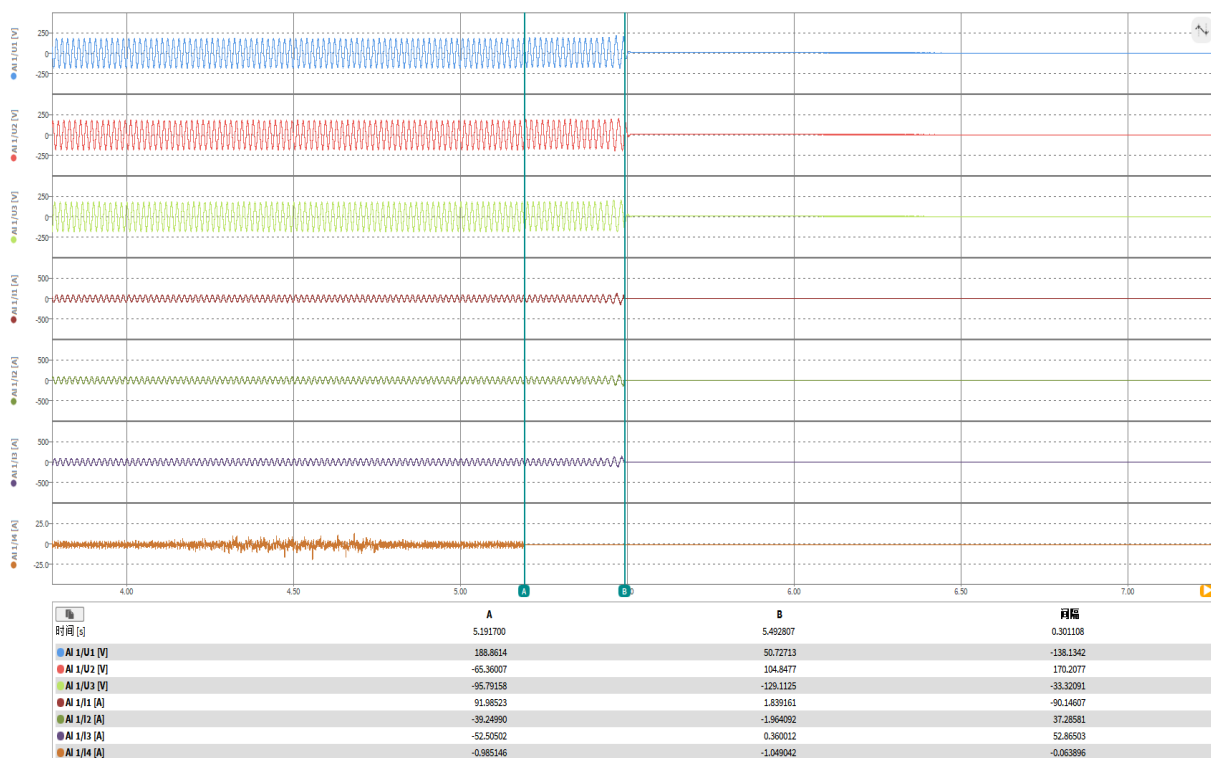
Condição B: 66% de potência nominal									
Condições de teste:		Frequência: 60 ±0,2 Hz U _N =127 ± 3 Vac RLC consome energia real do inversor em ± 3% Fator de distorção de chokes < 3% Qualidade =1							
Limite de desconexão		2s							
No	P _{EUT} ¹⁾ (% do EUT avaliação)	Carga reativa (% do Q _L em 6.1.d) ¹⁾	P _{AC} ²⁾ (% de nominal)	Q _{AC} ³⁾ (% de nominal)	Tempo (ms)	P _{EUT} (kW) ⁵⁾	Real Q _f	V _{DC} ⁶⁾	Observaçõe s ⁴⁾
1	66	66	0	-5	139	49,226	0,974	490	Teste B em IB
2	66	66	0	-4	145	49,319	0,979	490	Teste B em IB
3	66	66	0	-3	160	49,298	0,985	490	Teste B em IB
4	66	66	0	-2	184	49,331	0,990	490	Teste B em IB
5	66	66	0	-1	191	49,310	0,995	490	Teste B em IB
6	66	66	0	0	235	49,290	1,000	490	Teste B em BL
7	66	66	0	1	260	49,228	1,005	490	Teste B em IB
8	66	66	0	2	213	49,321	1,010	490	Teste B em IB
9	66	66	0	3	170	49,223	1,015	490	Teste B em IB
10	66	66	0	4	177	49,231	1,019	490	Teste B em IB
11	66	66	0	5	153	49,321	1,024	490	Teste B em IB
Parâmetro a 0% por fase Parameter at 0% per phase		L = 2,60 mH			R= 0,98 Ω		C= 2702,08 μF		
I _{ac} [A]:		0,132							
Observações: RLC é ajustado para min. +/- 1% da potência de saída nominal do inversor 1) PEUT: potência de saída EUT 2) PAC: Fluxo de potência real em S1 na Figura 1. Positivo significa potência do ESE para a concessionária. Nominal é o valor da condição de teste de 0%. 3) QAC: Fluxo de potência reativa em S1 na Figura 1. Positivo significa potência do ESE para a rede elétrica. Nominal é o valor da condição de teste de 0%. 4) BL: condição de equilíbrio, IB: condição de desequilíbrio.									
Condição B: Potência de saída do EUT PEUT =50 % – 66 % Máximo 5) Tensão de entrada EUT 6) = 50% da faixa de tensão de entrada nominal,±10% 5) A condição de potência de saída máxima do EUT deve ser alcançada usando a potência de entrada máxima permitida. A potência de saída real pode exceder a saída nominal. 6) Com base na faixa de operação de entrada nominal do EUT. Por exemplo, se o intervalo estiver entre X volts e Y volts, 50% do intervalo = X + 0,5 × (Y - X). Y não deve exceder 0,8 × EUT tensão máxima do sistema (ou seja, tensão máxima permitida de circuito aberto da matriz). Em qualquer caso, o ESE não deve ser operado fora de sua faixa de tensão de entrada permitida.									

Desconexão em P_{AC} 0 e Q_{AC} 1 carga reativa No. 7



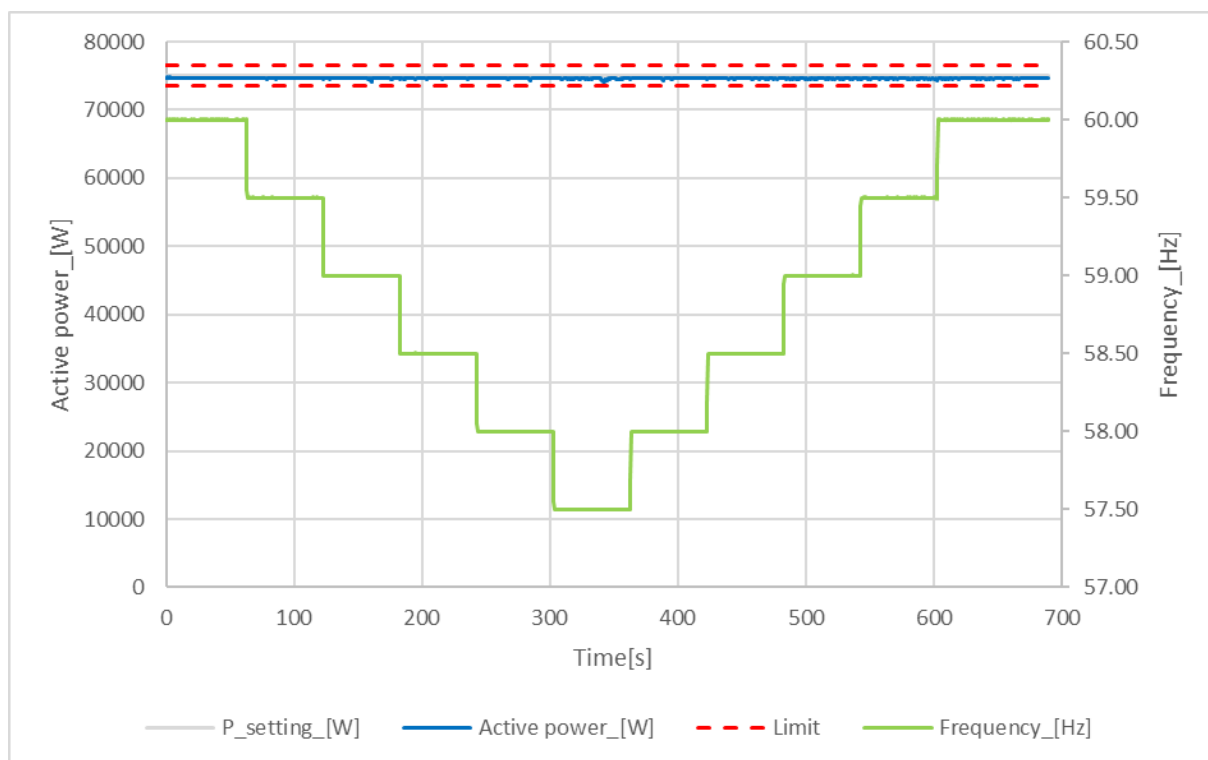
Condição C: 33% de potência nominal									
Condições de teste:			Frequência: 60 ±0,2 Hz U _N =127 ± 3 Vac RLC consome energia real do inversor em ± 3% Fator de distorção de chokes < 3% Qualidade =1						
Limite de desconexão:			2s						
No	P _{EUT} ¹⁾ (% do EUT avaliação)	Carga reativa (% do Q _L em 6.1.d) 1)	P _{AC} ²⁾ (% de nominal)	Q _{AC} ³⁾ (% de nominal)	Tempo (ms)	P _{EUT} (kW) ⁵⁾	Real Q _f	V _{DC} ⁶⁾	Observações ⁴⁾
1	33	33	0	-5	144	24,535	0,979	338	Teste C em IB
2	33	33	0	-4	178	24,522	0,984	338	Teste C em IB
3	33	33	0	-3	147	24,538	0,989	338	Teste C em IB
4	33	33	0	-2	160	245,431	0,994	338	Teste C em IB
5	33	33	0	-1	184	24,531	0,999	338	Teste C em IB
6	33	33	0	0	238	24,540	1,004	338	Teste B em BL
7	33	33	0	1	301	24,526	1,009	338	Teste C em IB
8	33	33	0	2	156	24,533	1,014	338	Teste C em IB
9	33	33	0	3	198	24,537	1,019	338	Teste C em IB
10	33	33	0	4	184	24,531	1,024	338	Teste C em IB
11	33	33	0	5	154	24,528	1,029	338	Teste C em IB
Parâmetro a 0% por fase Parameter at 0% per phase			L= 5,21 mH		R= 1,97 Ω		C= 1350,67 μF		
I _{ac} [A]:			0,480						
Observações: RLC é ajustado para min. +/- 1% da potência de saída nominal do inversor 1) PEUT: potência de saída EUT 2) PAC: Fluxo de potência real em S1 na Figura 1. Positivo significa potência do ESE para a concessionária. Nominal é o valor da condição de teste de 0%. 3) QAC: Fluxo de potência reativa em S1 na Figura 1. Positivo significa potência do ESE para a rede elétrica. Nominal é o valor da condição de teste de 0%. 4) BL: condição de equilíbrio, IB: condição de desequilíbrio.									
Condição C: Potência de saída do EUT PEUT =25 % – 33 % Máximo 5) Tensão de entrada EUT 6) =< 10% da faixa de tensão de entrada nominal 5) A condição de potência de saída máxima do EUT deve ser alcançada usando a potência de entrada máxima permitida. A potência de saída real pode exceder a saída nominal. 6) Com base na faixa de operação de entrada nominal do EUT. Por exemplo, se o intervalo estiver entre X volts e Y volts, 10% do intervalo = X + 0,1 × (Y - X). Y não deve exceder 0,8 × EUT tensão máxima do sistema (ou seja, tensão máxima permitida de circuito aberto da matriz). Em qualquer caso, o ESE não deve ser operado fora de sua faixa de tensão de entrada permitida.									

Desconexão em P_{AC} 0 e Q_{AC} 1 carga reativa No. 7



16. Imunidade à variação de potência ativa em subfrequência na porta de conexão à rede							C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).							
Condição de teste: Este teste deve ser realizado durante os testes de 3.7 Os testes foram feitos na seguinte frequência a 100%Pn: 60,0Hz, 59,5Hz, 59,0Hz, 58,5Hz, 58,0Hz, 57,5Hz, 58,0Hz, 58,5Hz, 59,0Hz, 59,5Hz, 60,0Hz. Meça e registre a frequência e a potência ativa na porta de conexão de rede do ESE. O teste foi feito na Configuração do ensaio 1							
Crítérios de avaliação: Os inversores on-grid devem manter a potência ativa injetada na rede, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a. e a frequência reduzir de 59,8 Hz e permanecer acima de 56,9 Hz, com tolerância máxima de $\pm 2\%$ em relação à potência ativa injetada no instante em que a frequência reduziu de 59,8 Hz.							
Resultados do teste:							
Sequência A: 100% Pn							
Pa ss o #	Set potência de saída [%]	Frequência de grade simulada [Hz]	Frequência de grade medida [Hz]	Valor de potência esperad o [W]	Os valores de potência reais [W]	$\Delta P[\%Pn]$	Limite de $\Delta P[\%Pn]$:
a)	100	60,0	60,00	--	74684	--	<2
b)	100	59,5	59,50	74681	74681	--	
c)	100	59,0	59,00	74681	74669	0,02	
d)	100	58,5	58,50	74681	74654	0,04	
e)	100	58,0	58,00	74681	74656	0,03	
f)	100	57,5	57,50	74681	74599	0,11	
g)	100	58,0	58,00	74681	74649	0,04	
h)	100	58,5	58,50	74681	74645	0,05	
i)	100	59,0	59,00	74681	74611	0,09	
j)	100	59,5	59,50	74681	74609	0,10	
k)	100	60,0	60,00	74681	74631	0,07	

Gráfico of Sequência A: 100% Pn



17. Controle de potência ativa em sobre frequência na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 3.9

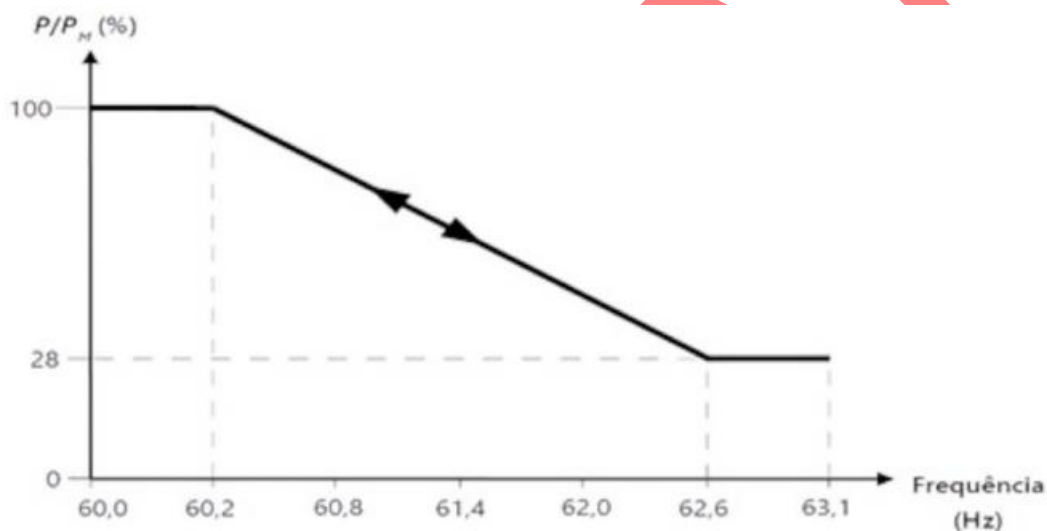
Os testes foram feitos na seguinte frequência a 100%Pn:

60,0Hz, 60,2 Hz, 60,5Hz, 61,0Hz, 61,5Hz, 62,0Hz, 62,5Hz, 62,0Hz, 61,5Hz, 61,0Hz, 60,5Hz, 60,0Hz.

Meça e registre a frequência e a potência ativa na porta de conexão de rede do ESE.

O teste foi feito na **Configuração do ensaio 1****Critérios de avaliação:**

Os inversores on-grid, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a. e a frequência ultrapassar 60,2 Hz e permanecer abaixo de 63,1 Hz, devem controlar a potência ativa injetada na rede conforme a curva apresentada na abaixo, onde PM é potência ativa injetada no instante em que a frequência excede 60,2 Hz.



O tempo para ativação da curva de controle de potência ativa em sobre frequência, quando o limite de 60,2 Hz for ultrapassado, Tempo de atraso intencional: 0,5s

O tempo de resposta para seguimento da curva de controle de potência ativa em sobre frequência deve ser inferior a 0,2 s.

O tempo de resposta é definido como o tempo necessário para a potência injetada atingir 90% do valor definido pela curva, considerando uma variação em degrau da frequência.

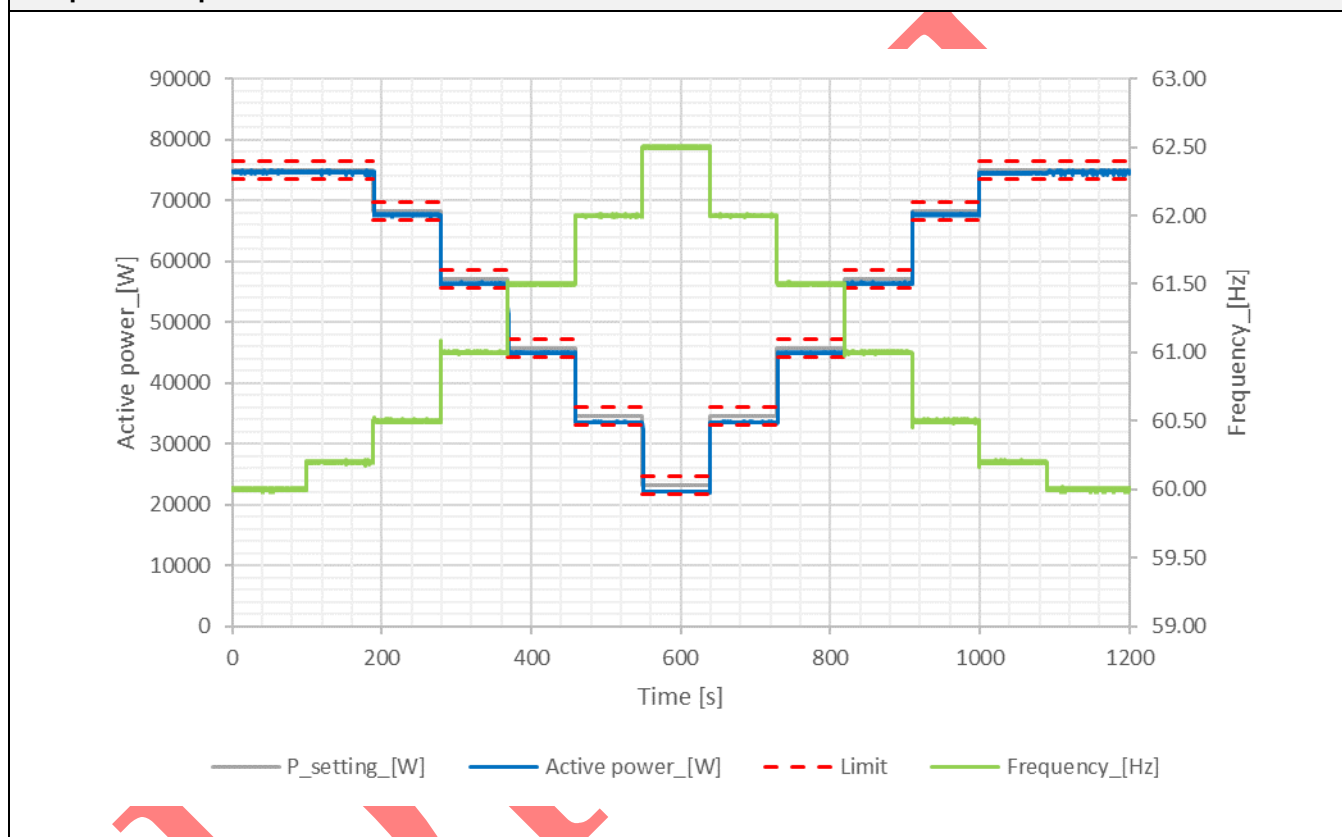
A tolerância para a determinação da frequência deve ser menor que 0,05 Hz.

Resultados do teste:**Sequência A:**

Passo #	Set potência de saída [%]	Frequência de grade simulada [Hz]	Frequência de grade medida [Hz]	Valor de potência esperado [W]	Os valores de potência reais [W]	ΔP [%Pn]	Limite de ΔP [%Pn]:
a)	100	60,0	60,00	--	74665	--	<2
b)	100	60,2	60,20	74644	74644	--	
c)	100	60,5	60,50	67926	67642	0,38	
d)	100	61,0	61,00	56730	56315	0,55	
e)	100	61,5	61,50	45533	44966	0,76	

f)	100	62,0	62,00	34336	33503	1,11
g)	100	62,5	62,50	23140	22101	1,39
h)	100	62,0	62,00	34336	33502	1,11
i)	100	61,5	61,50	45533	44964	0,76
j)	100	61,0	61,00	56730	56335	0,53
k)	100	60,5	60,50	67926	67645	0,38
l)	100	60,2	60,20	74644	74470	0,23
m)	100	60,0	60,00	74644	74638	0,01

Graphs of Sequência A:



18. Imunidade a sobre / subfrequência transitórias e taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

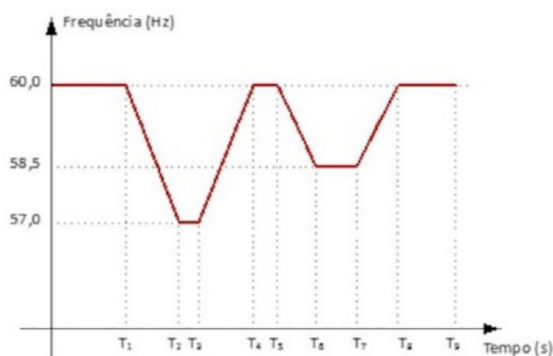
teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 3.8

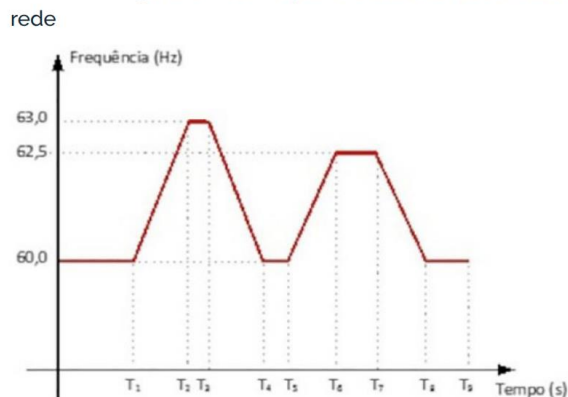
- Os inversores na grade devem interromper o fornecimento de energia para a grade quando a frequência fornecida externamente à porta CA sai da faixa operacional, com os tempos de atuação das proteções para a frequência e a frequência sobre a frequência
- O simulador de rede deve ser capaz de produzir variações de frequência da frequência de saída nos terminais do inversor.
- Gerador: inversor operando em energia nominal com fator de potência unitário ($\cos\Phi = 1$)
- O gerador deve começar a operar com energia nominal. Deixe o sistema operar nas condições estabelecidas por pelo menos 5 minutos ou no tempo necessário para estabilizar a temperatura interna do conversor.
- Após o período de estabilização, para cada ponto de ajuste deve ser realizado em uma sequência de acordo com a cláusula 3.8.1 e 3.8.2 do anexo d específico (anexo B).
- No relatório de teste, os dados devem ser indicados para cada uma das sequências de teste, consulte a Figura 4 e a Figura 5:

Figura 4 - Curva para realização dos ensaios de imunidade a variação de subfrequência



Intervalo	Duração (s)
T ₀ - T ₁	Vide item (a)
T ₁ - T ₂	1,5
T ₂ - T ₃	4,25
T ₃ - T ₄	1,5
T ₄ - T ₅	>2
T ₅ - T ₆	0,75
T ₆ - T ₇	>30
T ₇ - T ₈	0,75
T ₈ - T ₉	>2

Figura 5 - Curva para realização dos ensaios de imunidade a variação de sobrefrequência na rede



Intervalo	Duração (s)
T ₀ - T ₁	Vide item (a)
T ₁ - T ₂	1,5
T ₂ - T ₃	9,25
T ₃ - T ₄	1,5
T ₄ - T ₅	>2
T ₅ - T ₆	1,25
T ₆ - T ₇	>30
T ₇ - T ₈	1,25
T ₈ - T ₉	>2

- Os inversores on-grid, quando estiverem injetando potência na rede c.a. externa através da porta c.a., durante eventos transitórios de sobrefrequência e subfrequência, devem permanecer conectados e operando conforme as condições indicadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Requisitos de imunidade a variações transitórias de frequência quando o inversor **on-grid** injeta potência na rede

Frequência (Hz)	Temporização Padrão (s)	Potência fornecida pelo inversor
$f \leq 56,9$	0,1	Não exigido
$56,9 < f \leq 57,4$	5,0	Conforme subitem 5.4.18
$60,2 < f \leq 62,6$	Operação contínua	Condição normal de operação, atendendo adicionalmente os subitens 5.4.18 e 5.4.19
$62,6 < f \leq 63,1$	10,0	Conforme subitem 5.4.19
$63,1 \leq f$	0,1	Não exigido

- Adicionalmente, o inversor on-grid deve ser imune a variações de frequência da rede que ocorram a taxas de, pelo menos, 2,1 Hz/s, onde o valor da taxa de variação de frequência deve ser obtido entre médias consecutivas de uma janela deslizante de medição de 100 ms.

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

CrITÉRIOS de avaliação:

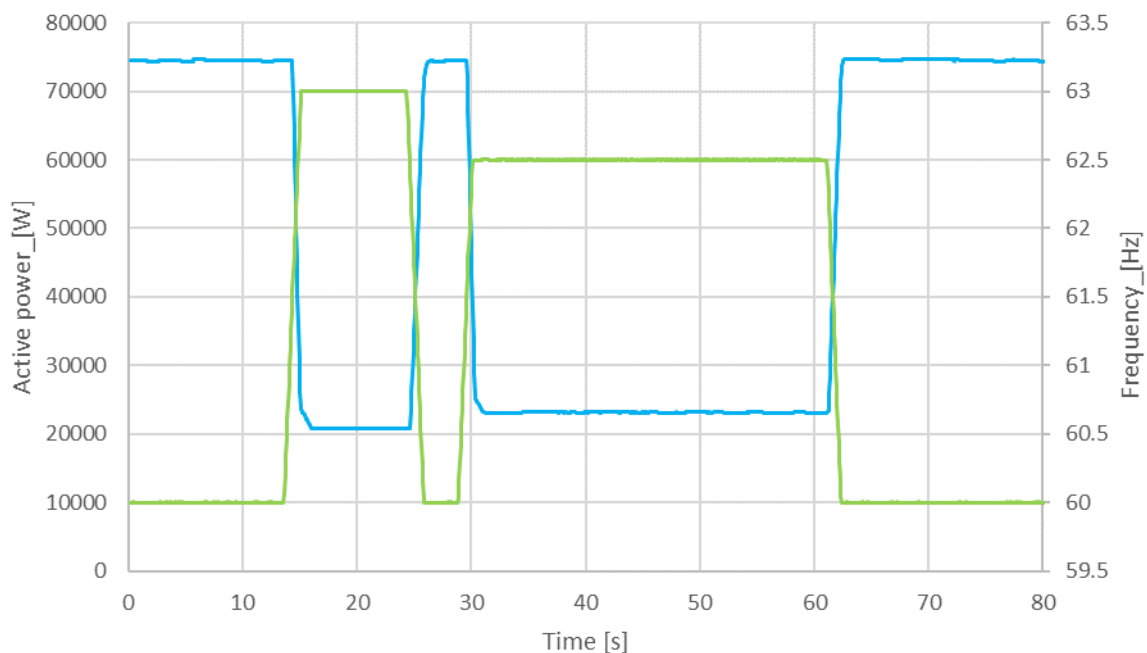
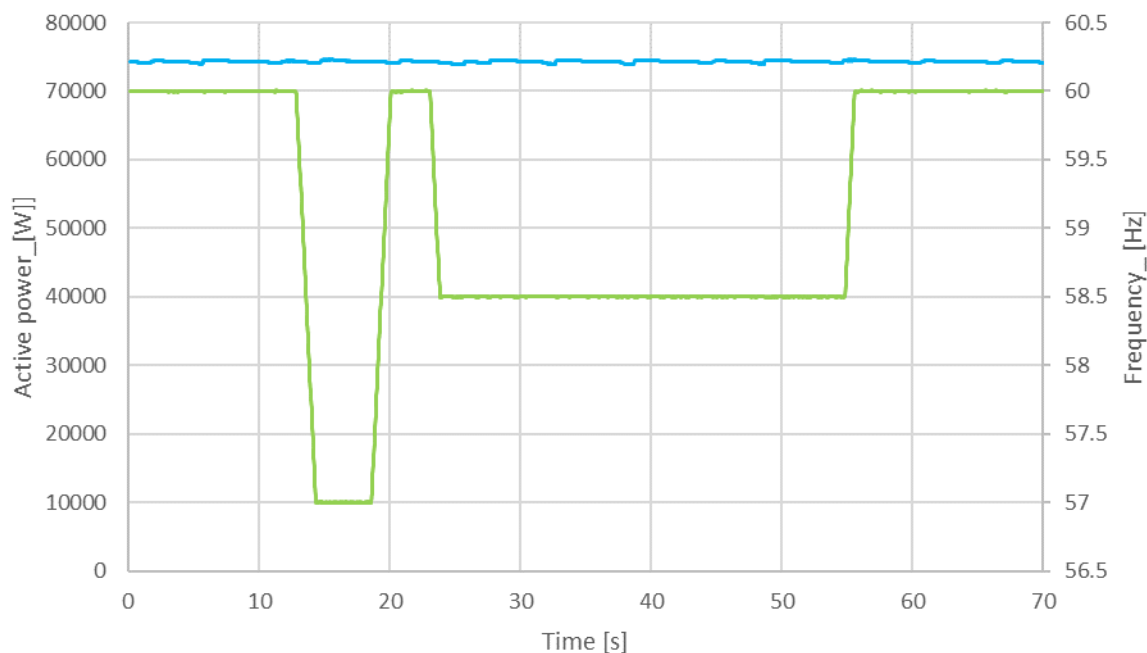
O inversor é considerado conforme se manteve-se conectado e injetando potência ativa na porta de conexão à rede durante e após o ensaio. Caso o inversor seja polifásico, a diferença de potência entre as fases deve ser, no máximo, de 5%.

Resultados do teste:

Intervalo	Duração [s]	Frequência de teste [Hz]	Tempo de teste [s]	Frequência [Hz]	Potência ativa [W]
T0 - T1	--	60,0	--	60,00	74299
T1 - T2	1,50	60,0 to 57,0	1,54	--	--
T2 - T3	4,25	57,0	4,21	57,00	74436
T3 - T4	1,50	57,0 to 60,0	1,54	--	--
T4 - T5	>2,0	60,0	2,97	60,00	74325
T5 - T6	0,75	60,0 to 58,5	0,78	--	--
T6 - T7	>30,0	58,5	30,97	58,50	74295
T7 - T8	0,75	58,5 to 60,0	0,78	--	--
T8 - T9	>2,0	60,0	14,40	60,00	74306
Intervalo	Duração [s]	Frequência de teste [Hz]	Tempo de teste [s]	Frequência [Hz]	Potência ativa [W]
T0 - T1	--	60,0	--	60,00	74446
T1 - T2	1,50	60,0 to 63,0	1,56	--	--
T2 - T3	9,25	63,0	9,20	63,00	20790
T3 - T4	1,50	63,0 to 60,0	1,55	--	--
T4 - T5	>2,0	60,0	2,92	60,00	74425
T5 - T6	1,25	60,0 to 62,5	1,30	--	--
T6 - T7	>30,0	62,5	30,91	62,50	23119
T7 - T8	1,25	62,5 to 60,0	1,30	--	--

T8 – T9	>2,0	60,0	17,67	60,00	74505
---------	------	------	-------	-------	-------

Gráfico



19. Imunidade a sobre / subtensões transitórias na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

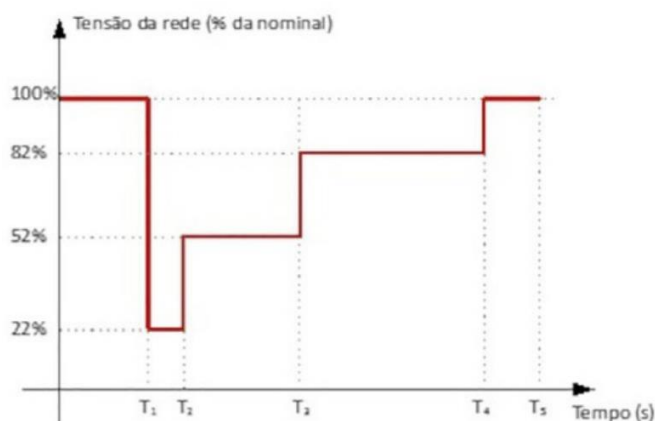
teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 3.8

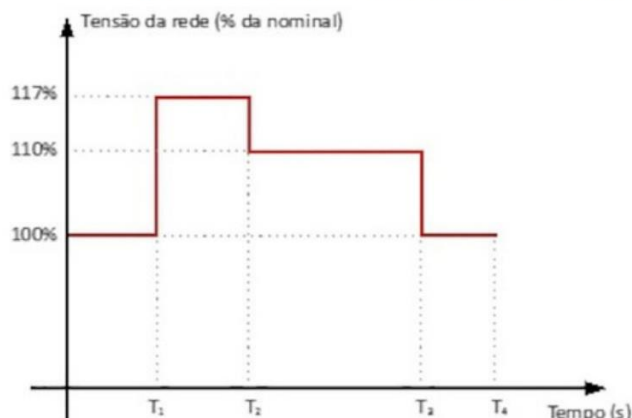
- Os inversores na grade devem interromper o fornecimento de energia para a grade quando a frequência fornecida externamente à porta CA sai da faixa operacional, com os tempos de atuação das proteções para a frequência e a frequência sobre a frequência
- O simulador de rede deve ser capaz de produzir variações de frequência da frequência de saída nos terminais do inversor.
- Gerador: inversor operando em energia nominal com fator de potência unitário ($\cos\Phi = 1$)
- O gerador deve começar a operar com energia nominal. Deixe o sistema operar nas condições estabelecidas por pelo menos 5 minutos ou no tempo necessário para estabilizar a temperatura interna do conversor.
- Após o período de estabilização, para cada ponto de ajuste deve ser realizado em uma sequência de acordo com a cláusula 3.8.1 e 3.8.2 do anexo d específico (anexo B).
- No relatório de teste, os dados devem ser indicados para cada uma das sequências de teste, consulte a Figura 6 e a Figura 7:

Figura 6 - Curva para realização dos ensaios de imunidade a variação de subtensão na rede



Intervalo	Duração (s)
$T_0 - T_1$	Vide item (a)
$T_1 - T_2$	0,48
$T_2 - T_3$	2,0
$T_3 - T_4$	>30
$T_4 - T_5$	>5

Figura 7 - Curva para realização dos ensaios de imunidade a variação de sobretensão na rede



Intervalo	Duração (s)
$T_0 - T_1$	Vide item (a)
$T_1 - T_2$	0,98
$T_2 - T_3$	>30
$T_3 - T_4$	>5

Quando a tensão da rede voltar à região de operação contínua em condição normal de operação, após um evento transitório em que o inversor on-grid cessou ou limitou a potência ativa injetada na rede, de acordo com a Tabela 11, o inversor deverá voltar a operar com a mesma potência pré-falha em até 200 ms.

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

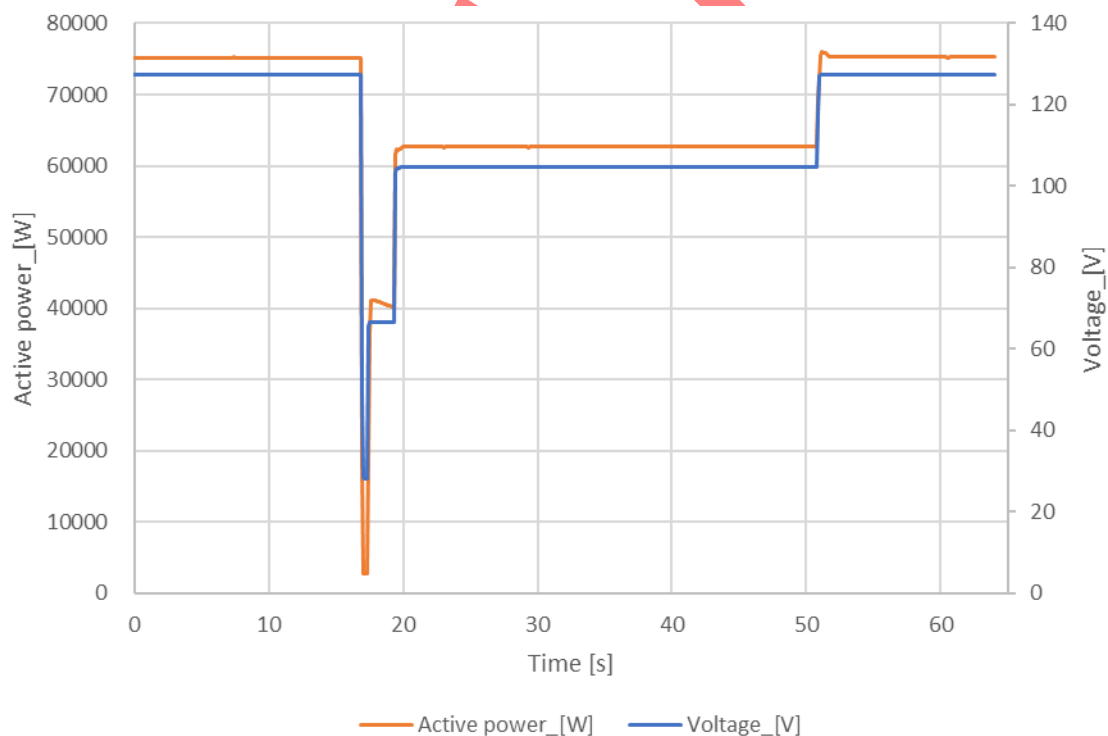
Critérios de avaliação:

O inversor é considerado como se, no teste, permanecesse conectado e, após o teste, em um período máximo de 200 ms, retornasse à potência nominal (ativa e reativa), com tolerância de $\pm 10\%$.

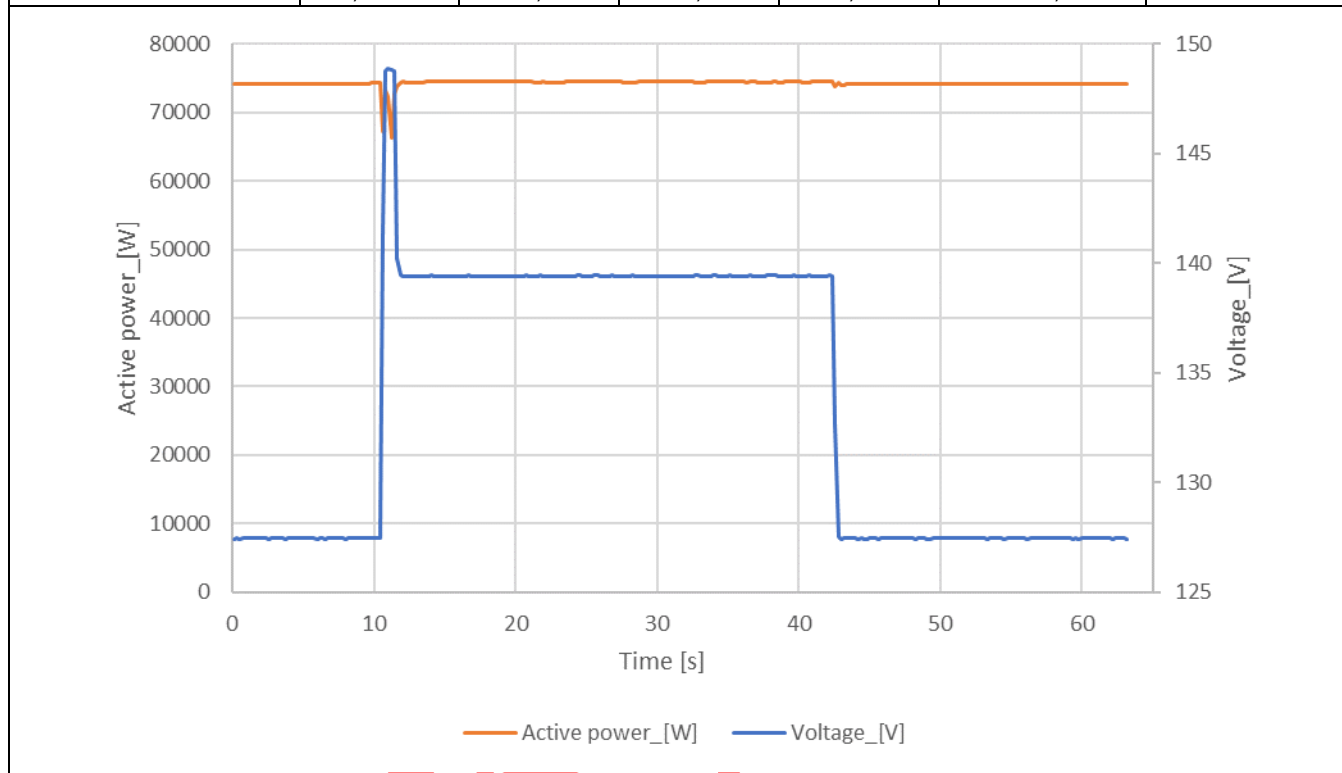
Nota: Se o inversor for polifásico, a diferença de potência entre as fases deve ser, no máximo, de 5%.

Resultados do teste:

Lista de testes	Amplitude residual da tensão fase a neutro V/V_{nom}	Duração [s]	P contexto [%Pn]	Q contexto [%Pn]	Medidas Tensão [V]	Medidas Potência[W]
FVRT sob menor tensão						
Fase 1,2,3	1,00Vn	--	100,19	0,90	127,4	75144
	0,22Vn	0,50	3,78	-0,02	28,2	2836
	0,52Vn	2,00	54,23	0,21	66,6	40675
	0,82Vn	31,30	83,56	0,68	104,6	62669
	1,00Vn	12,20	100,36	0,89	127,4	75272
Etapas de teste:		0,22Vn→0,52Vn		0,52Vn→0,82Vn		
Tempo de resposta [ms]		100		100		



Lista de testes	Amplitude residual da tensão fase a neutro V/V _{nom}	Duração [s]	P contexto [%Pn]	Q contexto [%Pn]	Medidas Tensão [V]	Medidas Potência[W]
FVRT sob tensão alta						
Fase 1,2,3	1,00Vn	--	98,97	0,92	127,4	74227
	1,17Vn	1,00	94,85	0,88	148,8	71134
	1,10Vn	30,93	99,26	0,85	139,4	74447
	1,00Vn	20,40	98,86	0,92	127,4	74144



20. Conexão e reconexão na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

teste de acordo com Anexo específico D (Anexo B).

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 3.11

Tests were done on the following voltage of inverter output:

0%Vn, 101%Vn, 0-10%Pn, greater than 95%Vn.

O teste foi feito na **Configuração do ensaio 1****Critérios de avaliação:**

Os inversores on-grid, no início da operação ou após uma desconexão da rede c.a. externa através da porta c.a. devido a uma condição anormal da rede, devem retomar o fornecimento de energia à rede quando os parâmetros de tensão e frequência da rede atenderem às condições.

Parâmetro	Ajuste padrão		Faixa para possível variação dos ajustes	
	Valor	Temporização (s)	Valor	Temporização (s)
Frequência mínima para a reconexão	59,5 Hz	180 s	59,0 Hz < f ≤ 59,9 Hz	10 s a 300 s
Frequência máxima para a reconexão	60,2 Hz		60,1 Hz < f ≤ 61,0 Hz	
Tensão mínima para a reconexão	0,90 p.u.		0,88 p.u. < U ≤ 0,95 p.u.	
Tensão máxima para a reconexão	1,10 p.u.		1,05 p.u. < U ≤ 1,10 p.u.	

A contagem de tempo deve ser iniciada quando todas as condições de frequência e tensão forem atendidas, devendo ser reiniciada caso ocorra qualquer violação das condições de frequência e tensão durante o intervalo de tempo de análise.

Após o período de temporização, o inversor on-grid deve se conectar ou reconectar.

Quando o inversor on-grid se conectar ou reconectar, o início da operação deve ocorrer com uma taxa de variação conforme os requisitos apresentados.

Parâmetro	Ajuste padrão	Faixa para possível variação dos ajustes
Taxa de variação máxima da potência ativa injetada	20% P _{nom} /minuto	10% < P _{nom} /minuto ≤ 50%

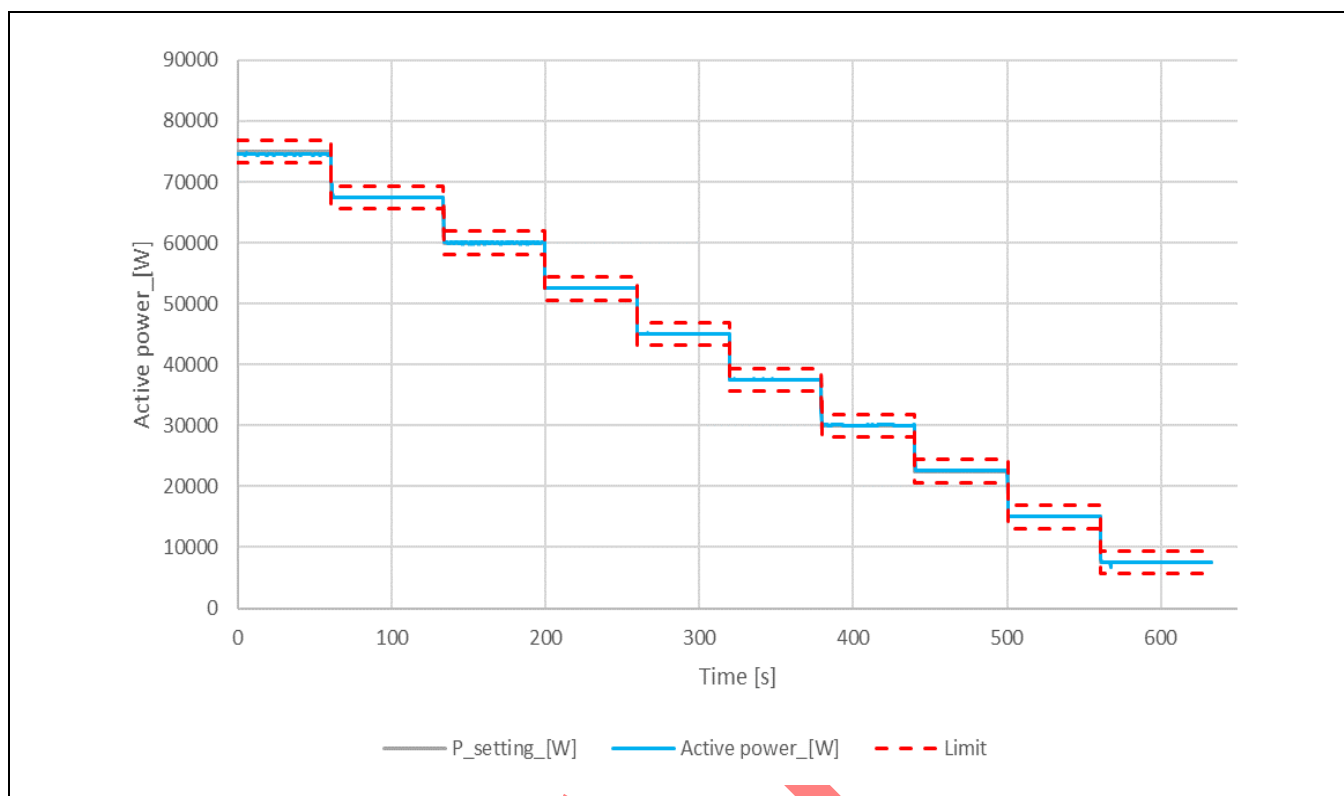
A variação da potência ativa deve ocorrer em rampa, podendo opcionalmente ser implementada através de uma função escada com degrau máximo de 2% de P_{nom}.

Resultado dos testes:

Tensão do simulador de rede	Tempo de conexão [s]	taxa de mudança de energia [%P _n /min]	Potência ativa [W]
101%Vn	208	19,47	74530
Tempo de desconexão [s]			
0-10%Vn	0,634		
	Tempo de reconexão [s]	taxa de mudança de energia [%P _n /min]	Potência ativa [W]
>95%Vn	208	19,97	74436

21. Limitação de potência ativa na porta de conexão à rede	C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com cláusula 6.11 da ABNT NBR 16150.	
Condição de teste: Com referência à ABNT NBR 16149 e ABNT NBR 16150 O sistema fotovoltaico com potência nominal superior a 6 kW deve ser capaz de limitar a potência ativa injetada na rede por meio de telecomandos. Os valores de ajuste enviados por telecomando são expressos em porcentagem da potência nominal do sistema, em passos de amplitude máxima de 10 %. Se o sistema estiver com um nível de potência ativa inferior ao requerido, então não pode reduzir ainda mais sua potência ativa de saída. A potência ativa limitada pelo comando externo deve ser atingida no máximo dentro de 1 min após o recebimento do sinal, com tolerância de $\pm 2,5\%$ da potência nominal do sistema, respeitando as limitações da potência de entrada do sistema fotovoltaico. Nota: a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.	
CrITÉrios de avaliação: O ESE é considerado em conformidade se a diferença entre os valores de potência medidos e os valores esperados estiver dentro da tolerância de $\pm 2,5\%$ da potência nominal do ESE.	

% de capacidade nominal	Ponto de ajuste		Valor medido		Desvio ($P_{\text{meas}} - P_{\text{set}}$)		Limite
	[W]	[%P _n]	[W]	[%P _n]	[W]	[%P _n]	[%P _n]
100	75000	100,0	74546	99,39	-454	-0,61	< 2,5
90	67500	90,0	67495	89,99	-5	-0,01	
80	60000	80,0	60054	80,07	54	0,07	
70	52500	70,0	52607	70,14	107	0,14	
60	45000	60,0	45120	60,16	120	0,16	
50	37500	50,0	37585	50,11	85	0,11	
40	30000	40,0	30066	40,09	66	0,09	
30	22500	30,0	22589	30,12	89	0,12	
20	15000	20,0	15086	20,11	86	0,11	
10	7500	10,0	7531	10,04	31	0,04	
Desvio máximo de energia ativa máxima para definir o ponto [%P _n]:						-0,61	



DRAFT

22. Modulação de potência reativa na porta de conexão à rede**C****Procedimento de ensaio:**

teste de acordo com cláusula 6.12 da ABNT NBR 16150.

Condição de teste:

Este teste deve ser realizado durante os testes de 6.12

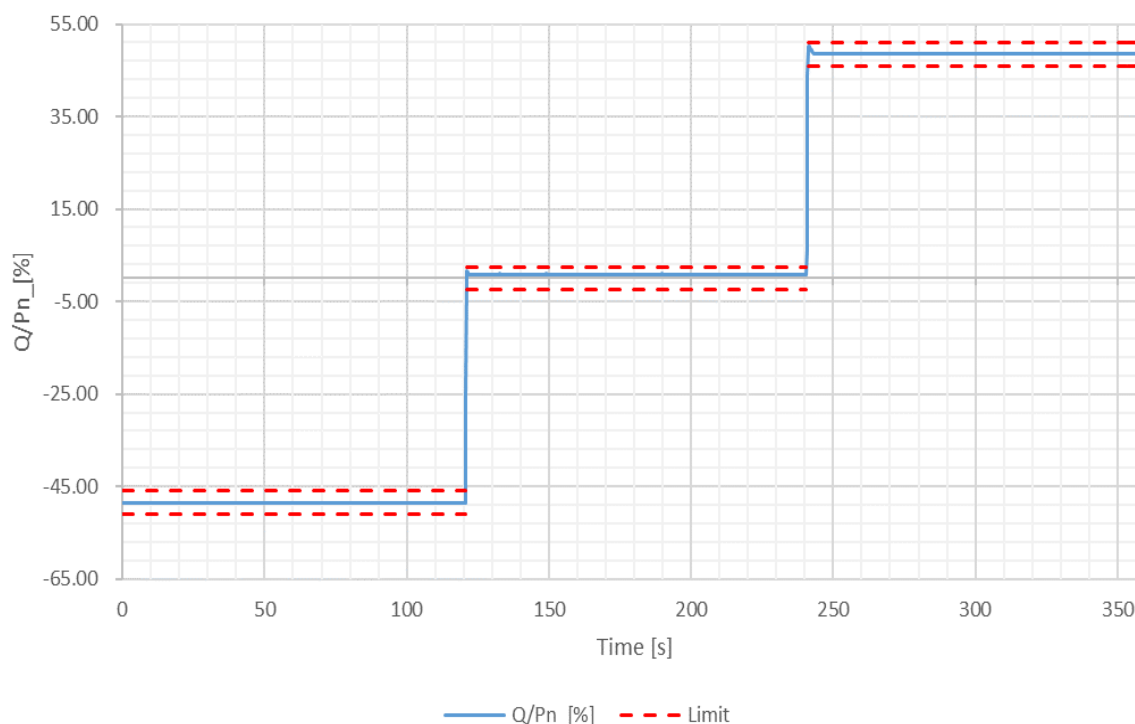
- Teste em unidade única para verificar o comportamento dinâmico do controle de Q.
- O comando Remoto foi definido por SW-Tool usando interface RS485.
- O tempo de liquidação é determinado a partir do instante de aplicação do novo ponto de ajuste ao instante em que a potência reativa atinge um valor dentro de um intervalo de (ponto Q de ponto $\pm 2,5\%$).

Nota:

a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.

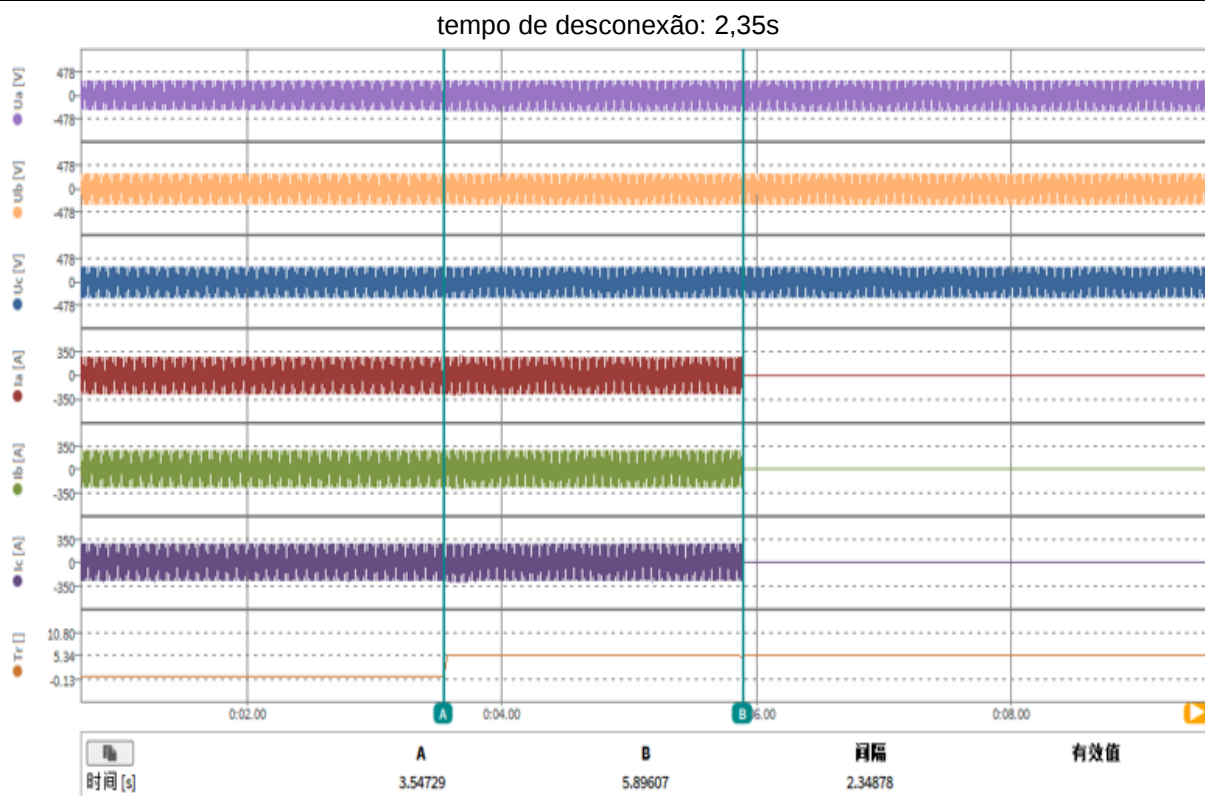
Critérios de avaliação:A potência reativa exigida pelo telecomando deve ser atingida no máximo dentro de 10 s após o recebimento do sinal, com tolerância de $\pm 2,5\%$ da potência nominal do sistema.

	Ponto de ajuste de potência reativa Q/P _n [%]	Potência reativa medida Q/P _n [%]	Desvio comparado ao setpoint $\Delta Q/P_n$ [%]	Tempo de configuração [s]	Tempo medido [s]
-Q _{min}	-48,43	-48,58	0,15	0	0,2
0	0,0	0,91	0,91		0,4
+Q _{max}	48,43	48,64	0,21		

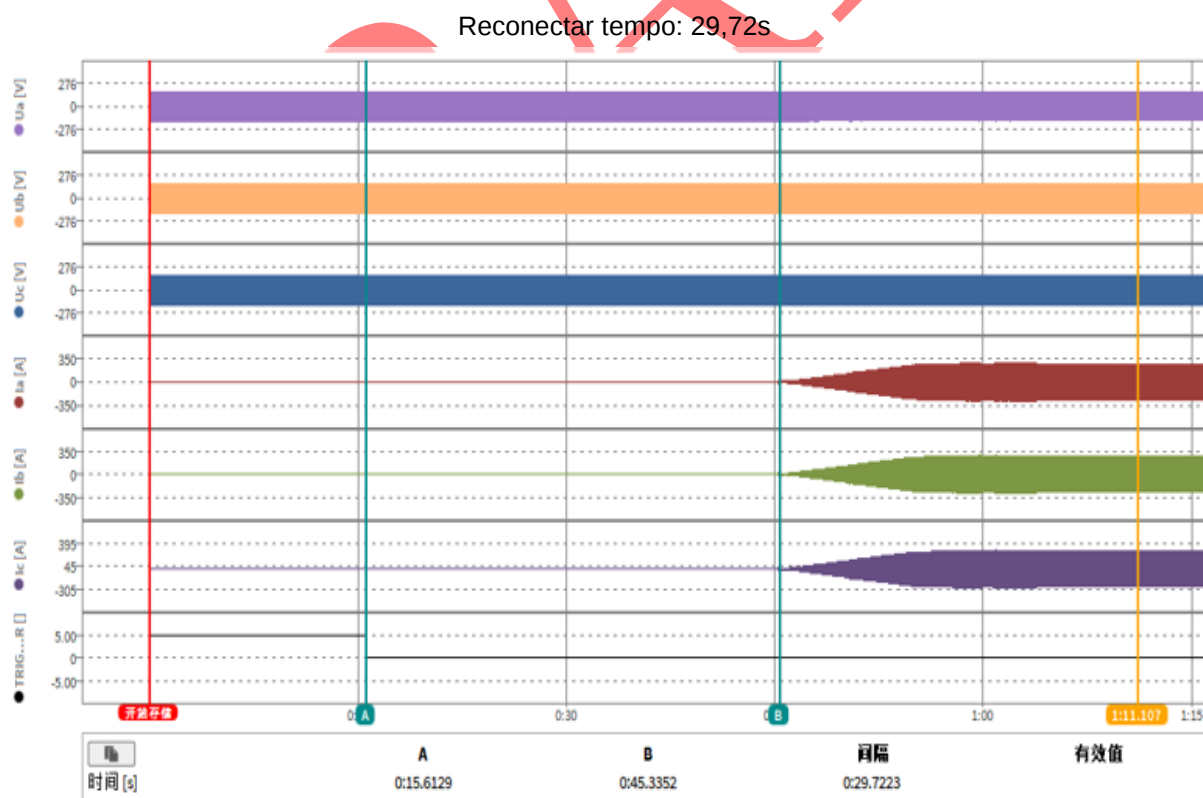


23. Desconexão do sistema fotovoltaico na porta de conexão à rede	C
Procedimento de ensaio: teste de acordo com cláusula 6.13 da ABNT NBR 16150.	
Condição de teste: Este teste deve ser realizado durante os testes de 6.13 da ABNT NBR 16150. O comando Remoto foi definido por SW-Tool usando interface RS485. • Configure o simulador de rede para absorver até 110 % da potência C.A. ESE Máximo a 60 Hz e tensão de teste nominal. • O gerador deve começar a operar com potência nominal. Deixe o sistema operar sob as condições estabelecidas por pelo menos 5 minutos ou o tempo necessário para estabilizar a temperatura interna do conversor. • Após o período de estabilização, enviar um sinal externo de comando para desconexão da rede • Após 1 min da desconexão da ESE, envie um comando externo para se reconectar à grade de energia. • Meça e registre a potência de saída no Holde nos últimos 1 min. Nota: a medição foi realizada nos terminais de conexão à rede da unidade.	
Critérios de avaliação: O ESE é considerado em conformidade se desconectar-se e reconectar-se da rede após o comando externo correspondente.	

Desconectado da rede pelo comando externo:



Reconectado à rede pelo comando externo:



24. Eficiência de conversão						C
Procedimento de ensaio:						
teste de acordo com cláusula 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 e 5 da IEC 62891.						
Condição de teste:						
Este teste deve ser realizado durante os testes de 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3 da IEC 62891.						
a) Para cada uma das condições de teste acima especificadas, deve ser definida uma característica I/U correspondente, que deve ser emulada por meio do simulador PV.						
b) Após o comissionamento do dispositivo em teste, a estabilização do rastreamento do MPP deve ser aguardada em primeiro lugar.						
c) O tempo de medição para cada condição de teste, conforme especificado na Tabela 1, é de 10 minutos. Para o primeiro nível de potência de cada ajuste de tensão MPPT, a estabilização do MPPT-tracker tem que ser aguardada. Se uma estabilização não puder ser observada, é definido um tempo de estabilização de pelo menos 5 min.						
d) Após uma mudança do nível de potência, deve ser usado um período de estabilização geral de 2 minutos. Os dados registrados durante os períodos de estabilização não devem ser considerados para o cálculo do MPPT estático e da eficiência de conversão.						
e) Após a estabilização do monitoramento do MPP, os seguintes parâmetros devem ser registrados:						
– P _{MPP,PVS} ;						
– P _{DC}						
– V _{MPP,PVS} ;						
– I _{MPP,PVS} ;						
– I _{DC} ;						
– P _{AC}						
Eficiência estática de MPPT						
Tecnologia	cSi			TF		
Tensão de corrente contínua	U _{MPP max} *	U _{DC,r}	U _{MPP min}	U _{MPP max} *	U _{DC,r}	U _{MPP min}
	680V	360V	300V	--	--	--
P/Pn	Medição			Medição		
5%	99,86%	99,81%	99,93%	--	--	--
10%	99,93%	99,92%	99,88%	--	--	--
20%	99,92%	99,93%	99,95%	--	--	--
25%	99,93%	99,93%	99,96%	--	--	--
30%	99,94%	99,94%	99,96%	--	--	--
50%	99,93%	99,95%	99,95%	--	--	--
75%	99,93%	99,94%	99,98%	--	--	--
100%	99,91%	99,94%	99,97%	--	--	--
Eficiência europeia	99,93%	99,94%	99,95%	--	--	--

Eficiência de conversão de energia estática						
Tecnologia	cSi			TF		
Tensão de corrente contínua	U _{MPP max} *	U _{DC,r}	U _{MPP min}	U _{MPP max} *	U _{DC,r}	U _{MPP min}
	680V	360V	300V	--	--	--
P/Pn	Medição			Medição		
5%	91,28%	94,40%	93,64%	--	--	--
10%	94,05%	95,95%	96,17%	--	--	--
20%	96,71%	96,91%	96,54%	--	--	--
25%	96,47%	97,63%	96,71%	--	--	--
30%	96,86%	97,80%	96,88%	--	--	--
50%	96,86%	97,61%	96,84%	--	--	--
75%	96,24%	97,80%	96,61%	--	--	--
100%	95,82%	96,79%	96,09%	--	--	--
Eficiência europeia	96,30%	97,18%	96,52%	--	--	--
Eficiência total						
Tecnologia	cSi			TF		
Tensão de corrente contínua	U _{MPP max} *	U _{DC,r}	U _{MPP min}	U _{MPP max} *	U _{DC,r}	U _{MPP min}
	680V	360V	300V	--	--	--
P/Pn	Medição			Medição		
5%	91,15%	94,22%	93,57%	--	--	--
10%	93,99%	95,87%	96,05%	--	--	--
20%	96,63%	96,84%	96,50%	--	--	--
25%	96,41%	97,57%	96,67%	--	--	--
30%	96,80%	97,74%	96,85%	--	--	--
50%	96,80%	97,56%	96,78%	--	--	--
75%	96,17%	97,74%	96,59%	--	--	--
100%	95,74%	96,73%	96,06%	--	--	--
Eficiência europeia	96,23%	97,12%	96,47%			
Nota: * Para cSi, U_{MPP max} inferior a 0,8U_{DCmax}, caso contrário, use 0,8U_{DCmax} para teste Para TF, U_{MPP max} inferior a 0,7U_{DCmax}, caso contrário, use 0,7U_{DCmax} para teste tensão MPP máxima (U_{MPP max}) tensão máxima na qual o inversor pode converter sua potência nominal em condições MPPT tensão MPP mínima (U_{MPP min}) tensão mínima na qual o inversor pode converter sua potência nominal em condições MPPT						

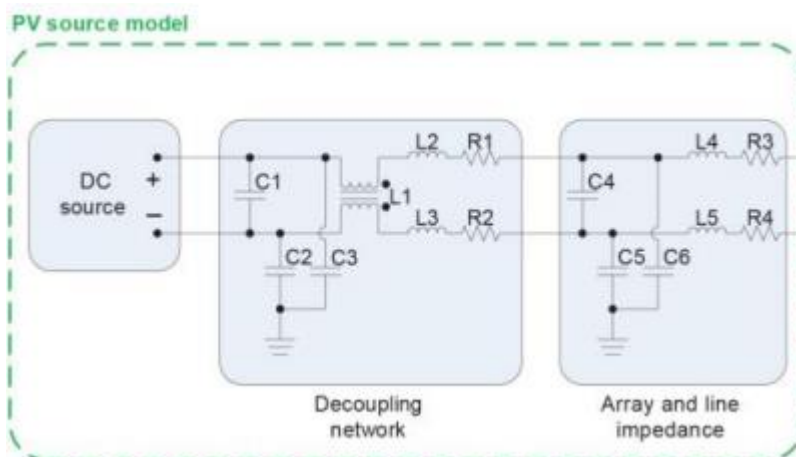
25. Emissão de perturbação de radiofrequências**C****Os relatórios de teste EMC concluídos:**

Avaliação apenas das Normas IEC61000-6-3 Relatório de teste nº. 2406070066-RE-BR-01 emitido pela Hwa-Hsing (Dongguan) Testing Co., Ltd. em 2024-06-28.

DRAFT

26. Proteção do circuito c.c. fotovoltaico contra falha de arco**C****Procedimento de ensaio:**

teste de acordo com cláusula 9 da IEC 63027:2023.

Condição de teste:

O gerador de arco deve ser posicionado como indicado nas figuras aplicáveis.

Em geral, o gerador de arco deve ser posicionado próximo do terminal fotovoltaico (positivo ou negativo) do DUT que cria a condição mais grave. Se mais de um módulo fotovoltaico puder ser ligado em série à entrada DUT, deve ser realizado um ensaio adicional com o gerador de arco no meio dos módulos ligados em série.

Parameter	Half string	Full string	Module level	Parallel strings	Comment
$C4$	300 nF and 20 μ F	150 nF and 10 μ F	1,5 μ F and 100 μ F	150 nF $\times$ (n-1) and 10 μ F $\times$ (n-1)	See note 3
$C5, C6$	0,5 nF	1 nF	100 pF	1 nF $\times$ (n-1)	
$L4, L5$	25 μ H	50 μ H	3 μ H	50 μ H / (n-1)	Saturation at high currents or frequencies shall be avoided, $L4 + L5$: approximately 0,75 μ H / m approximately 4 μ H / module
$R3, R4$	Max. 0,5 Ω	Max. 1 Ω	Max. 0,5 Ω	Max. 1 Ω	

Como dois valores diferentes do parâmetro $C4$ são definidos no quadro, cada ensaio (arco-intervalo e combinação de corrente) resulta em dois ensaios. Os ensaios podem ser reduzidos ao pior cenário; para determinar o pior cenário, devem ser realizadas cinco medições em cada um dos dois valores para $C4$ com configurações de ensaio selecionadas. O valor do capacitor que resulta no tempo médio de detecção mais elevado deve representar o pior caso.

Cada ensaio deve ser realizado duas vezes.

A tensão através do intervalo de arco, a duração do arco e a corrente através do arco devem ser medidas e registradas. Essas medições são então usadas para calcular a energia total gerada pelo arco antes da detecção ou interrupção. Para medições da duração do arco,

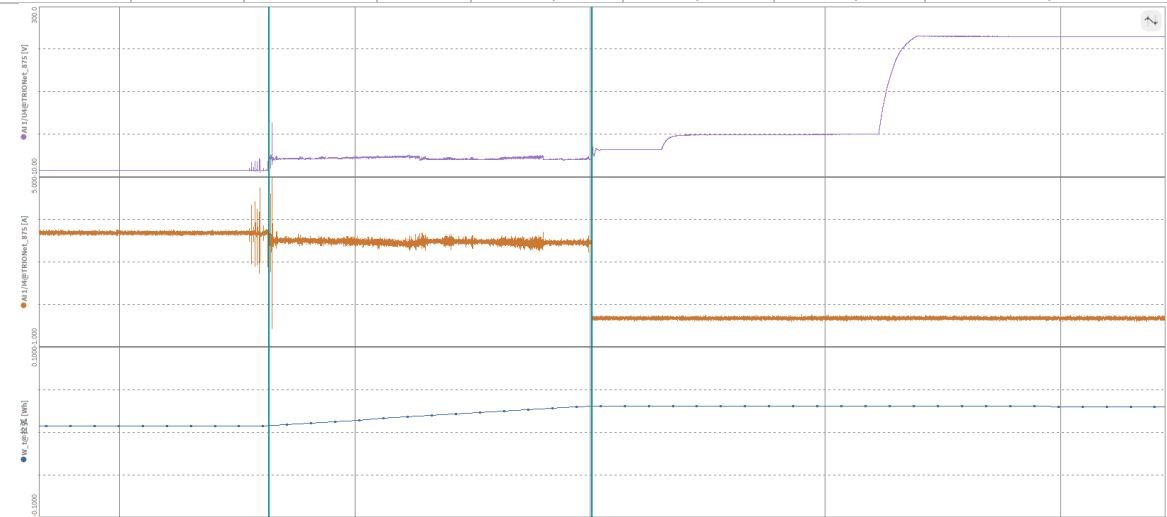
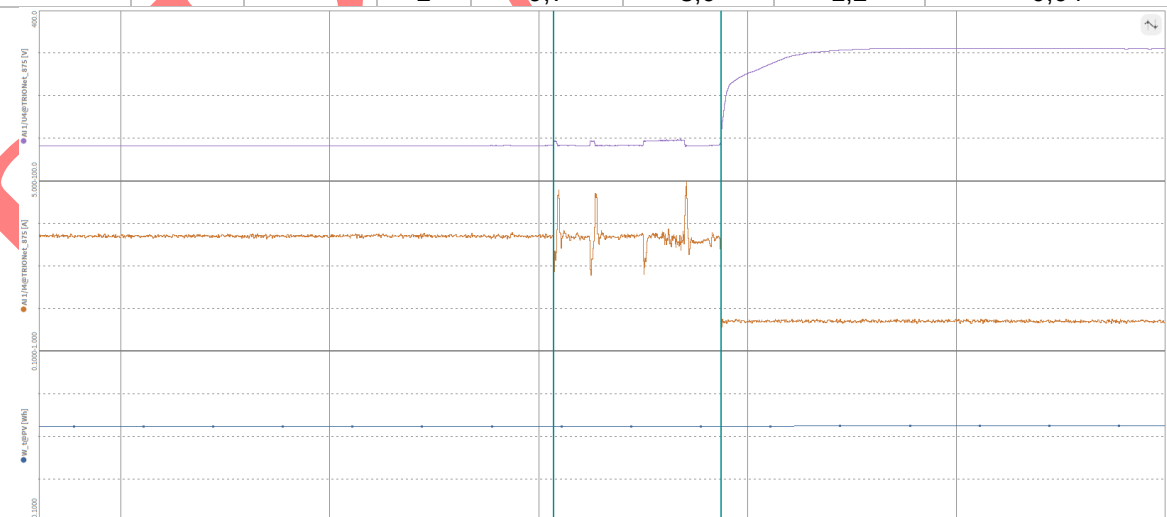
☒ O período de arco para AFPEs começa quando a tensão do arco atinge 10V e termina quando a corrente do arco cai abaixo de 250 mA.

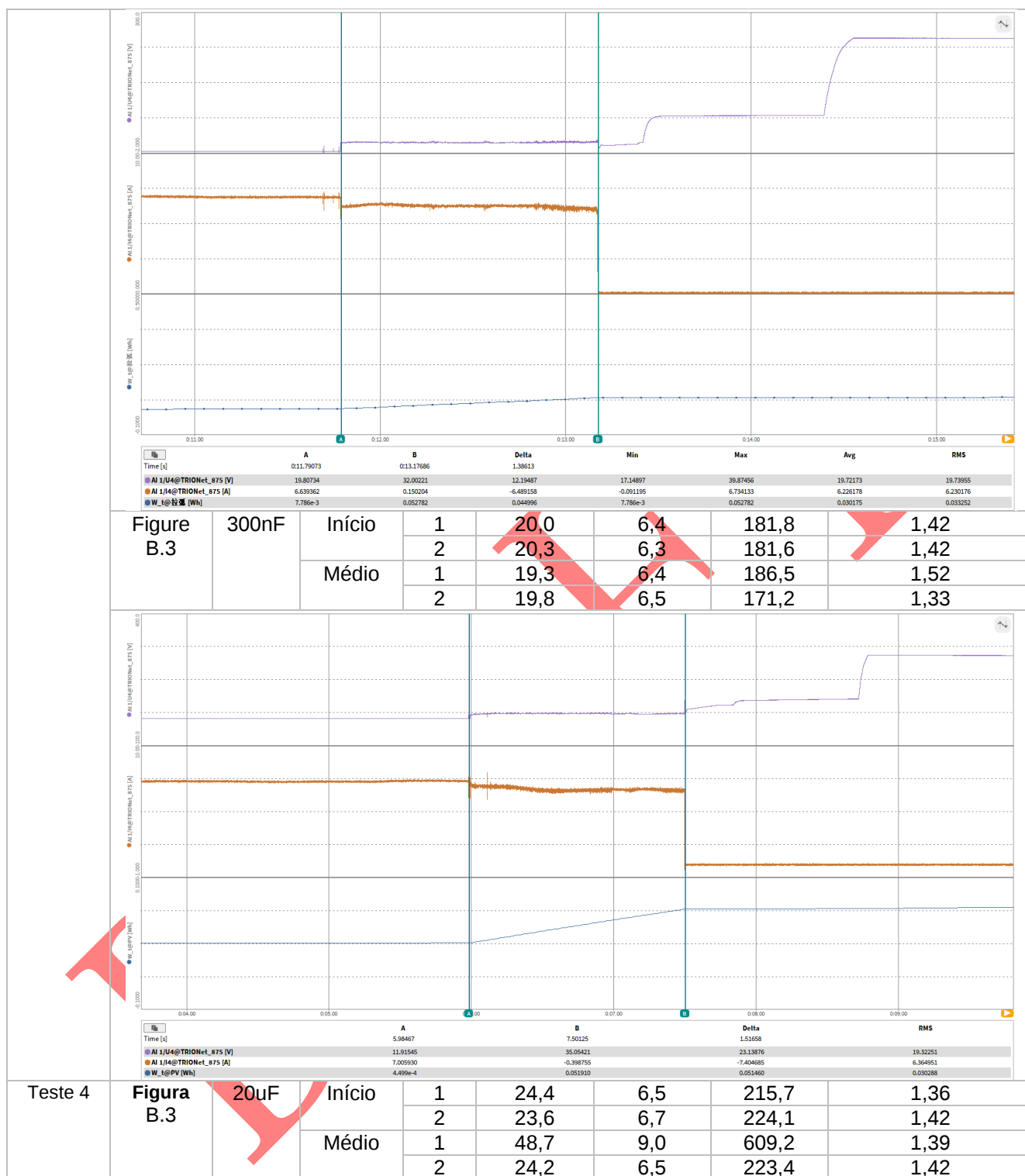
☐ O período de arco para AFDs começa quando a tensão do arco atinge 10V e termina com a indicação de um evento de arco.

Critérios de avaliação:

Os inversores on-grid devem extinguir ou interromper o arco em série em, no máximo, 2,5 s ou antes da energia do arco exceder 750 J, o que ocorrer primeiro.

PV1:

Condições de ensaio	Figura de teste	Capacitor. C4	Posição	Teste n.o	Tensão de ensaio [V]	Corrente de ensaio [A]	Energia [J]	Tempo de actuação [s]																																			
Inversor de cordas																																											
Teste 1	Figura B.3	20uF	Início	1	18,7	3,0	5,6	0,10																																			
				2	20,7	3,0	5,0	0,08																																			
			Médio	1	22,4	2,7	83,4	1,37																																			
				2	21,4	2,6	69,0	1,24																																			
 <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>Delta</th><th>Min</th><th>Max</th><th>RMS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Time [s]</td><td>0:13.63428</td><td>0:15.00851</td><td>1.37422</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>AI 1/U4@TRIONet_875 [V]</td><td>19.66787</td><td>39.41345</td><td>19.74559</td><td>3.902674</td><td>88.04632</td><td>22.44384</td></tr><tr><td>AI 1/I4@TRIONet_875 [A]</td><td>2.667904</td><td>0.059009</td><td>-2.608895</td><td>-0.370145</td><td>7.560254</td><td>2.704582</td></tr><tr><td>W_t@PV [Wh]</td><td>7.118e-3</td><td>0.029199</td><td>0.022081</td><td>7.118e-3</td><td>0.029199</td><td>0.019486</td></tr></tbody></table>										A	B	Delta	Min	Max	RMS	Time [s]	0:13.63428	0:15.00851	1.37422				AI 1/U4@TRIONet_875 [V]	19.66787	39.41345	19.74559	3.902674	88.04632	22.44384	AI 1/I4@TRIONet_875 [A]	2.667904	0.059009	-2.608895	-0.370145	7.560254	2.704582	W_t@PV [Wh]	7.118e-3	0.029199	0.022081	7.118e-3	0.029199	0.019486
	A	B	Delta	Min	Max	RMS																																					
Time [s]	0:13.63428	0:15.00851	1.37422																																								
AI 1/U4@TRIONet_875 [V]	19.66787	39.41345	19.74559	3.902674	88.04632	22.44384																																					
AI 1/I4@TRIONet_875 [A]	2.667904	0.059009	-2.608895	-0.370145	7.560254	2.704582																																					
W_t@PV [Wh]	7.118e-3	0.029199	0.022081	7.118e-3	0.029199	0.019486																																					
Figure B.3	300nF		Início	1	14,0	2,9	0,8	0,02																																			
				2	16,6	3,0	0,5	0,01																																			
			Médio	1	6,7	3,0	0,8	0,04																																			
				2	9,7	3,0	1,2	0,04																																			
 <table><thead><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>Delta</th><th>RMS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Time [s]</td><td>0:10.553501</td><td>0:10.593716</td><td>0.040215</td><td></td></tr><tr><td>AI 1/U4@TRIONet_875 [V]</td><td>15.31339</td><td>50.82035</td><td>35.50697</td><td>9.672245</td></tr><tr><td>AI 1/I4@TRIONet_875 [A]</td><td>2.009669</td><td>-0.178814</td><td>-2.188683</td><td>3.010633</td></tr><tr><td>W_t@PV [Wh]</td><td>0.011097</td><td>0.011305</td><td>2.083e-4</td><td>0.011175</td></tr></tbody></table>										A	B	Delta	RMS	Time [s]	0:10.553501	0:10.593716	0.040215		AI 1/U4@TRIONet_875 [V]	15.31339	50.82035	35.50697	9.672245	AI 1/I4@TRIONet_875 [A]	2.009669	-0.178814	-2.188683	3.010633	W_t@PV [Wh]	0.011097	0.011305	2.083e-4	0.011175										
	A	B	Delta	RMS																																							
Time [s]	0:10.553501	0:10.593716	0.040215																																								
AI 1/U4@TRIONet_875 [V]	15.31339	50.82035	35.50697	9.672245																																							
AI 1/I4@TRIONet_875 [A]	2.009669	-0.178814	-2.188683	3.010633																																							
W_t@PV [Wh]	0.011097	0.011305	2.083e-4	0.011175																																							
Teste 2	Figura B.3	20uF	Início	1	19,7	6,2	170,7	1,39																																			
				2	18,8	6,5	166,2	1,36																																			
			Médio	1	19,1	6,2	170,1	1,37																																			
				2	19,5	6,4	172,2	1,38																																			



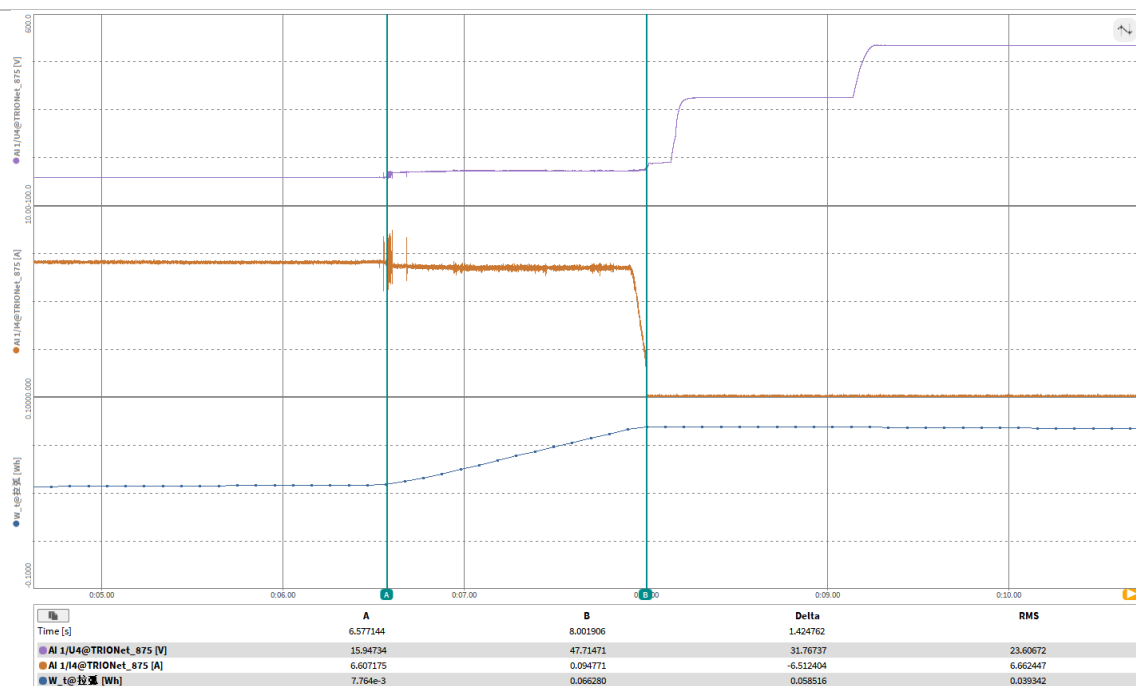
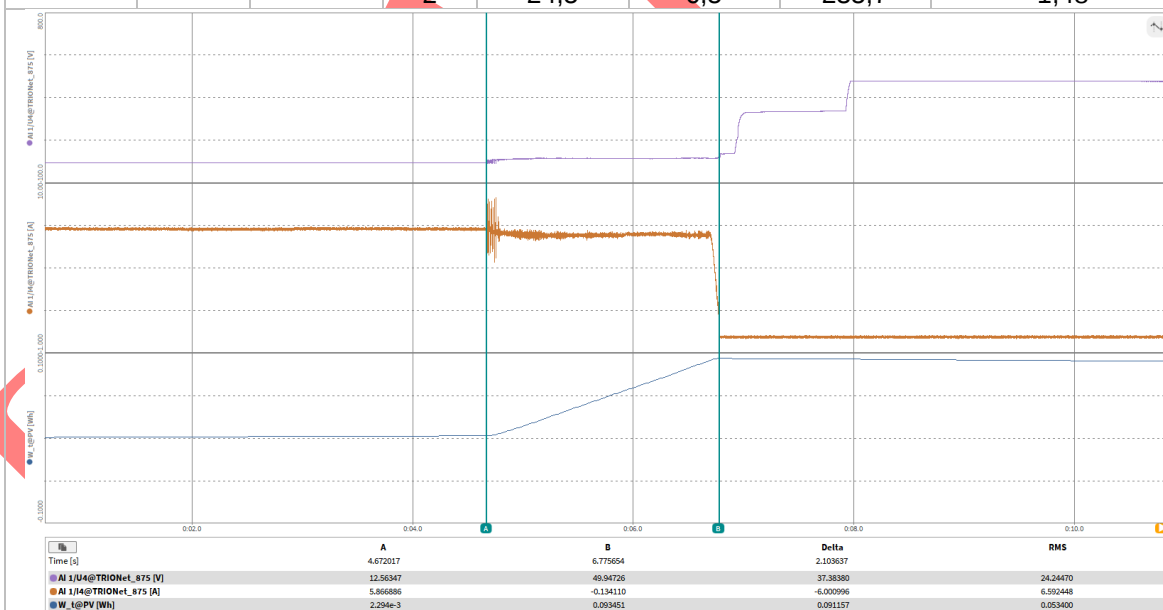
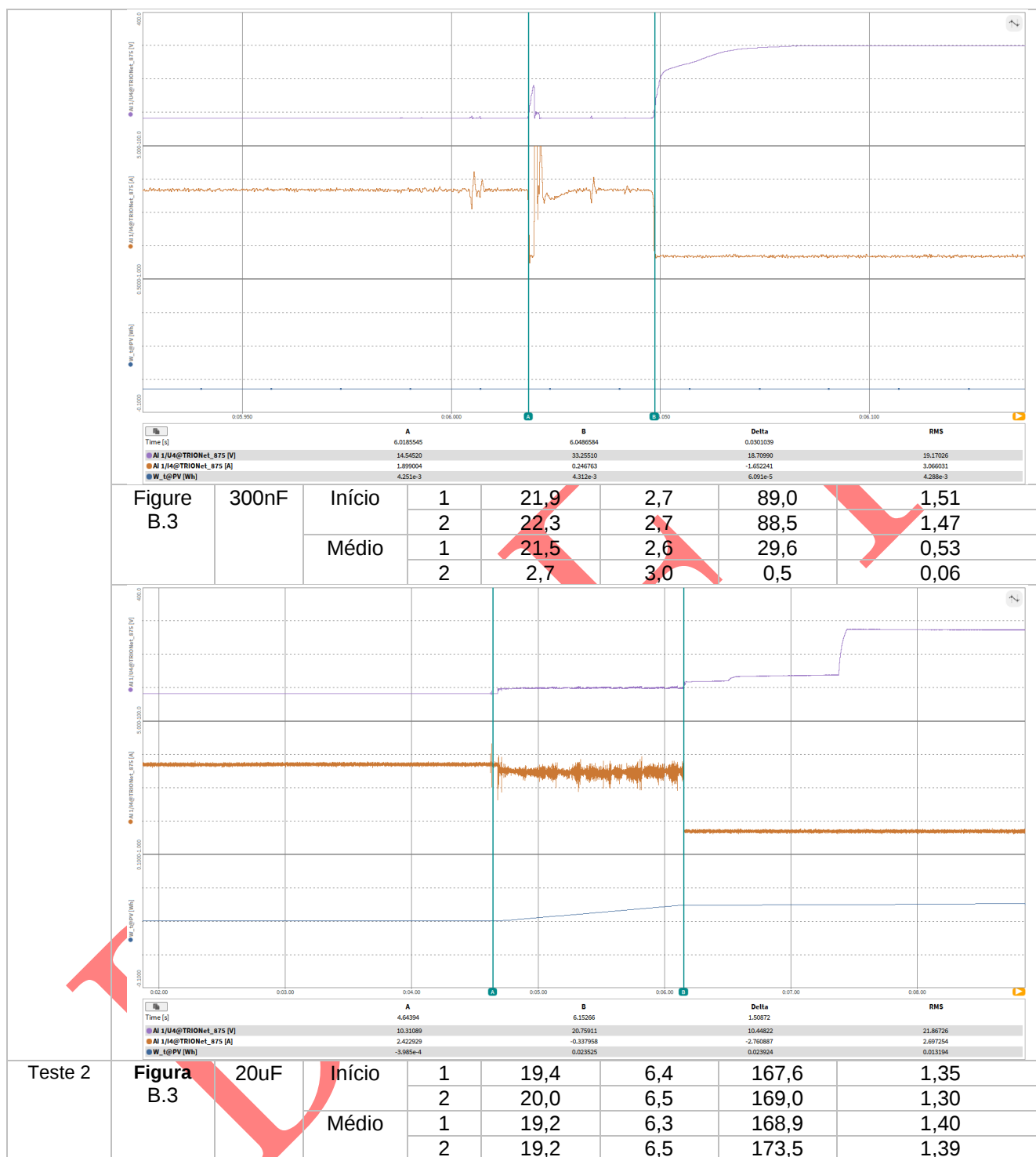


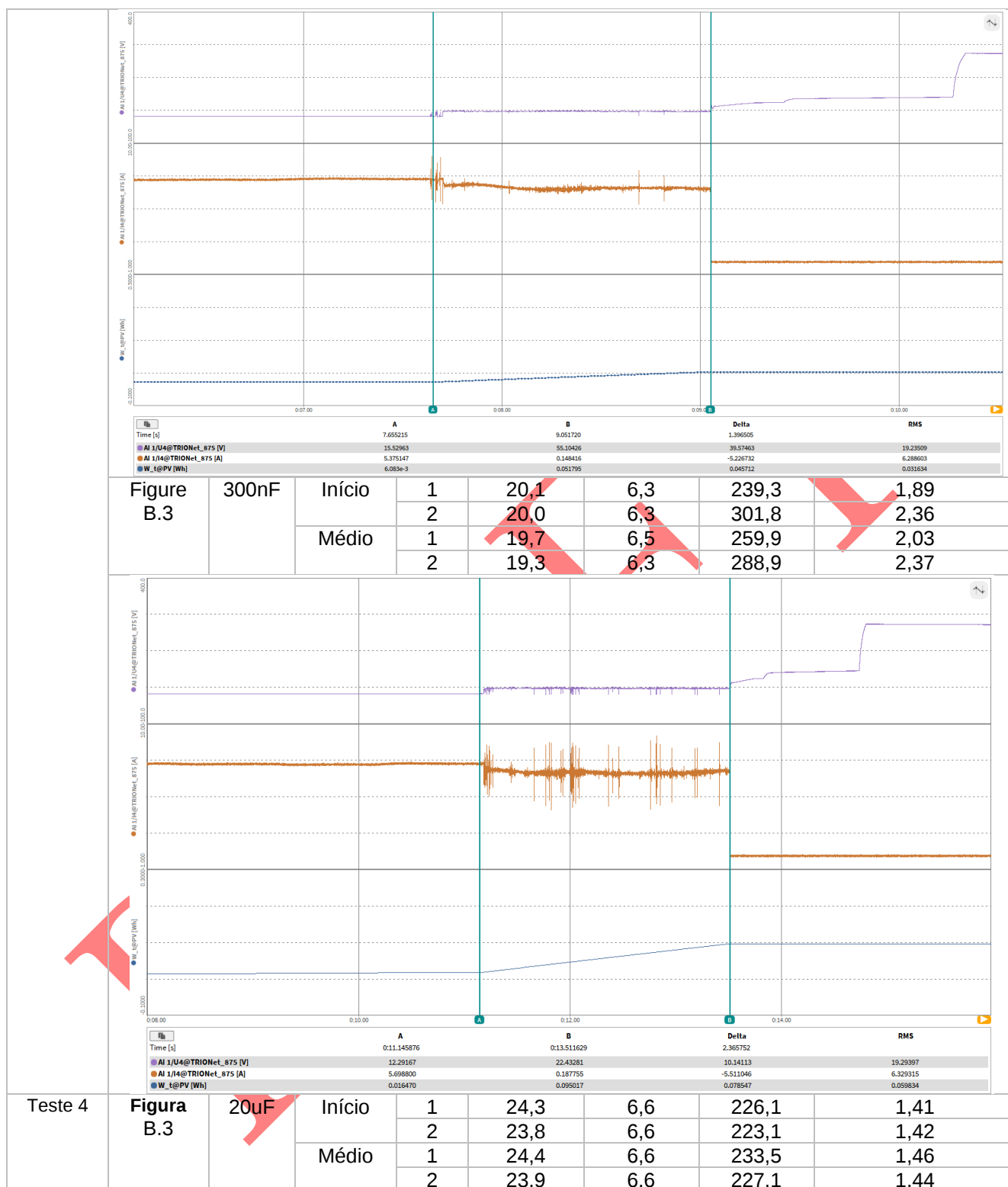
Figure B.3	300nF	Início	1	24,2	6,6	336,2	2,10
			2	24,3	6,5	304,8	1,93
		Médio	1	23,9	6,6	301,3	1,91
			2	24,5	6,5	235,7	1,48

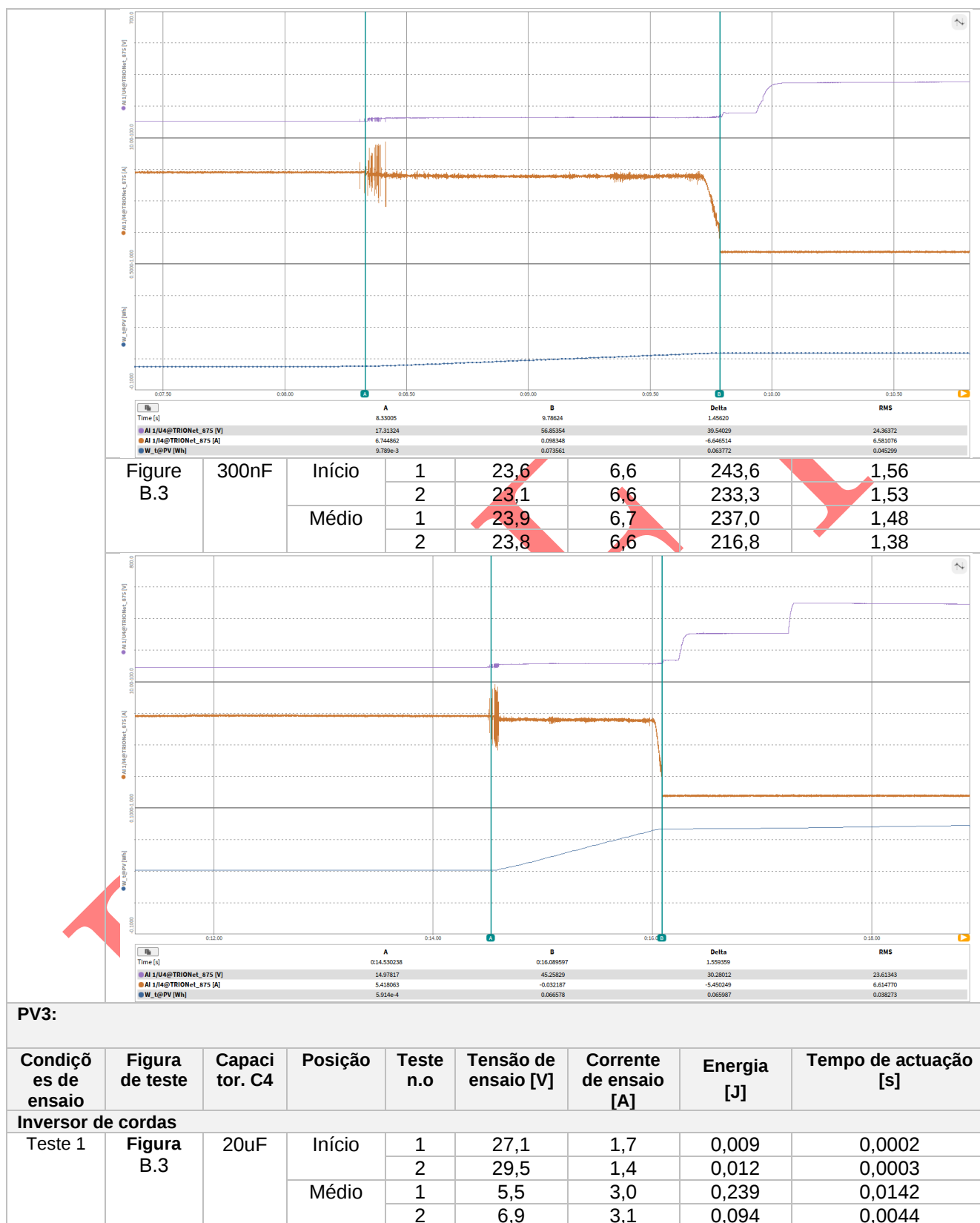


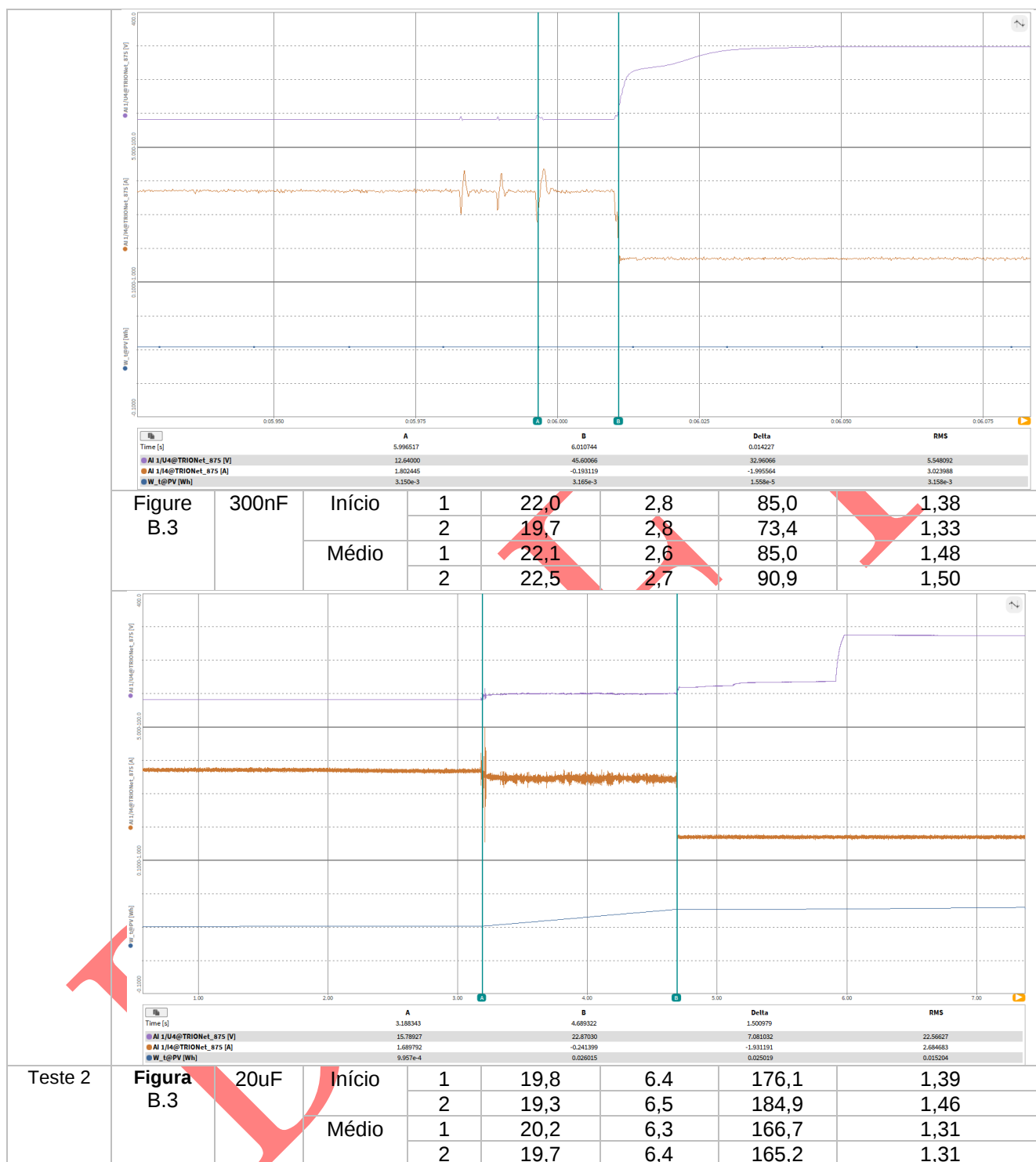
PV2:

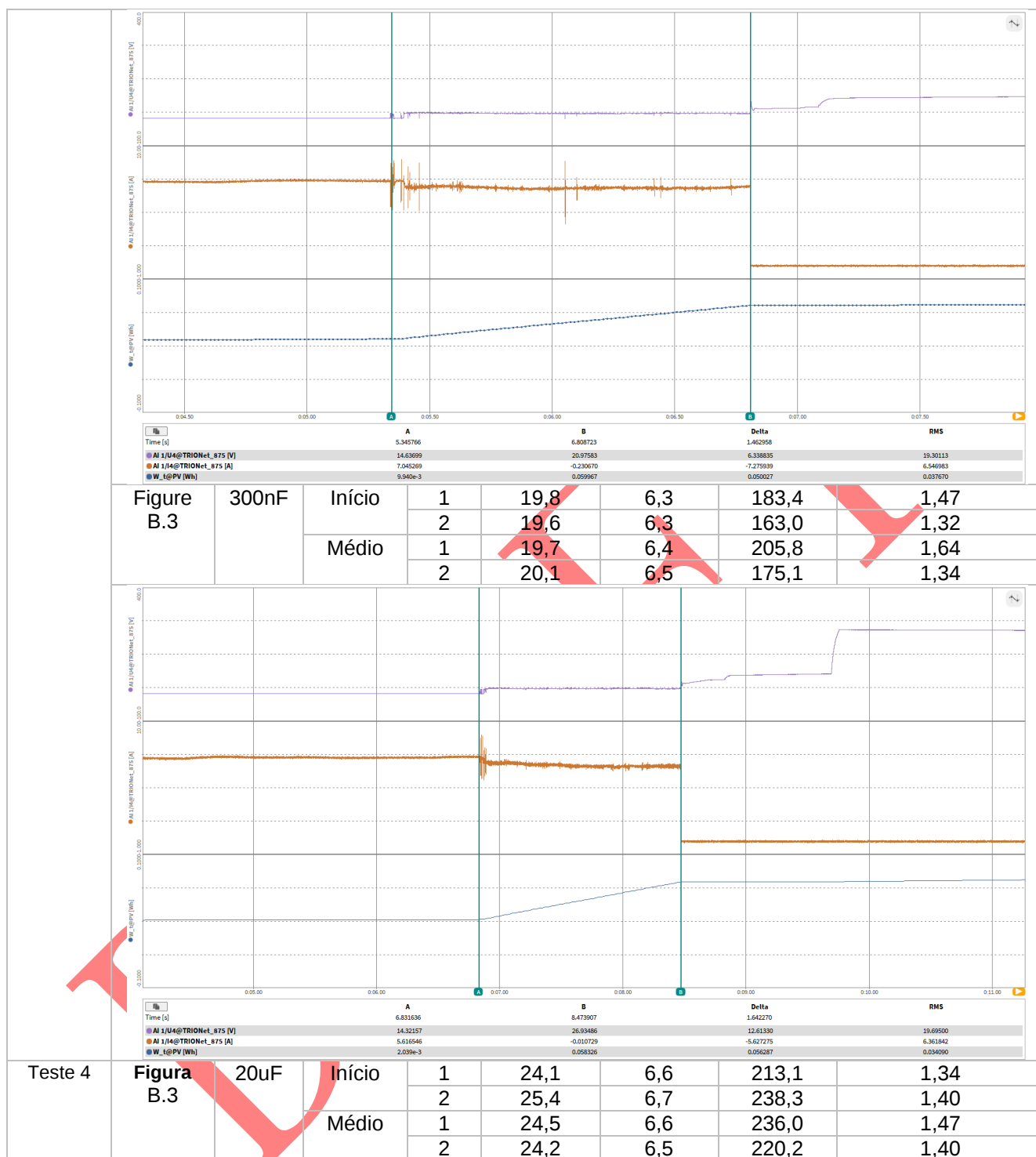
Condições de ensaio	Figura de teste	Capacitor. C4	Posição	Teste n.o	Tensão de ensaio [V]	Corrente de ensaio [A]	Energia [J]	Tempo de actuação [s]
Inversor de cordas								
Teste 1	Figura B.3	20uF	Início	1	5,5	3,1	0,3	0,02
				2	4,8	3,1	0,1	0,01
			Médio	1	19,2	3,1	1,8	0,03
				2	25,7	1,9	0,5	0,01

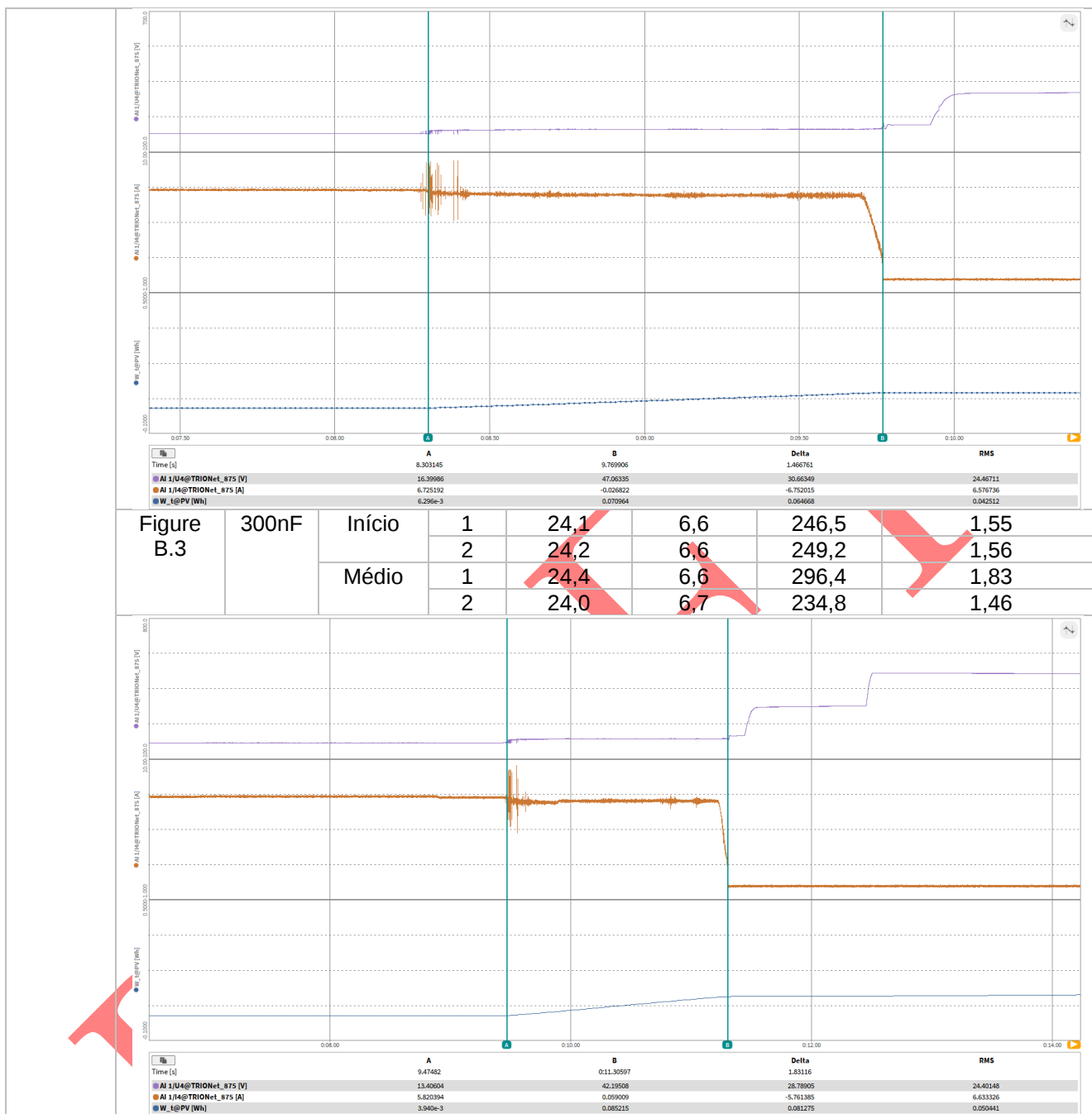








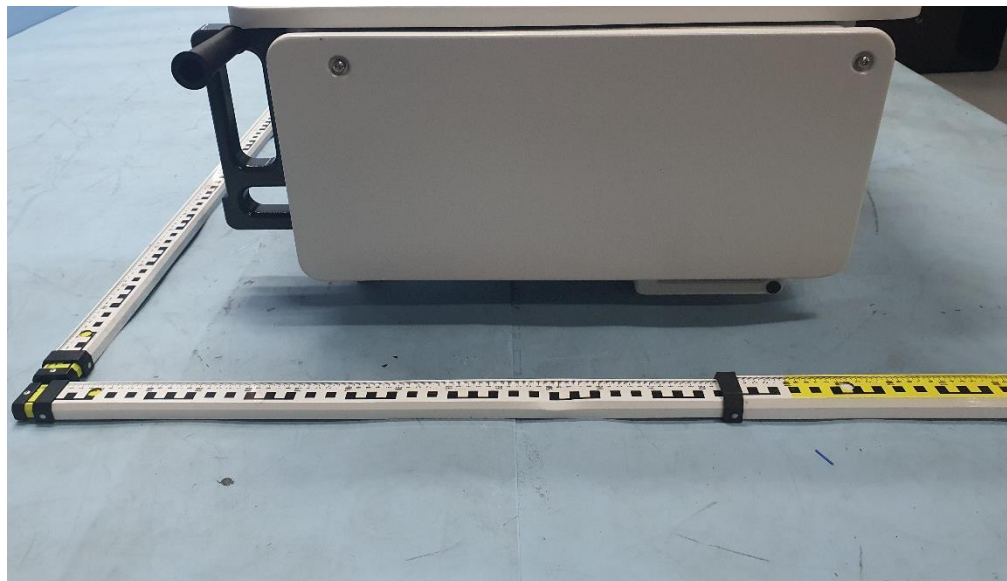
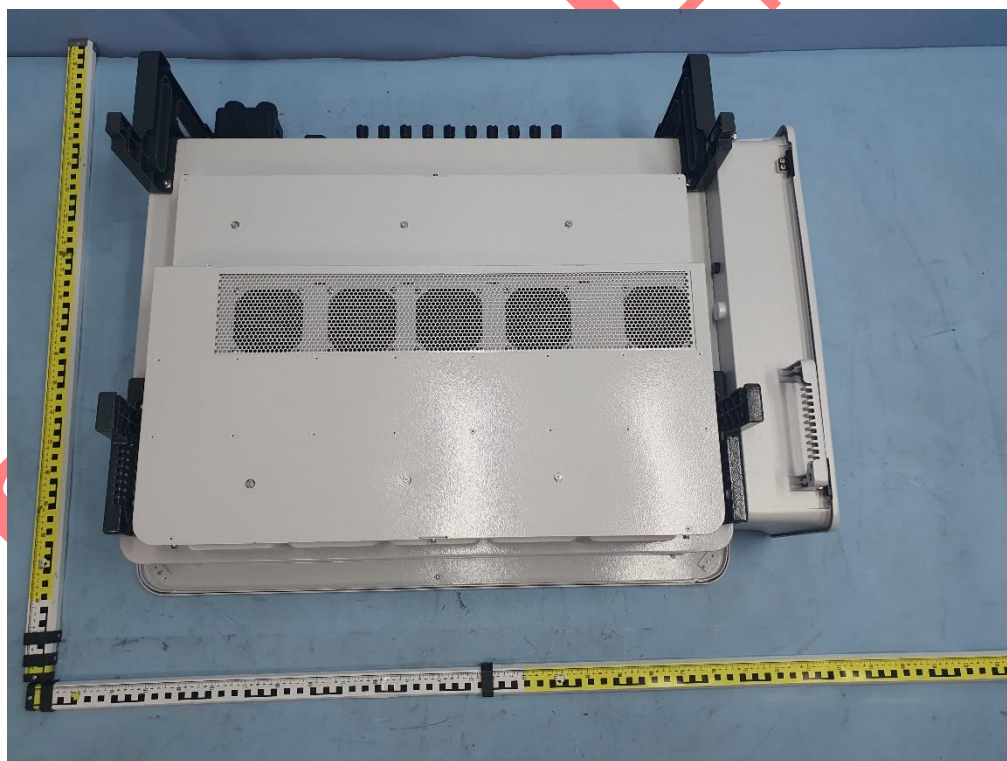


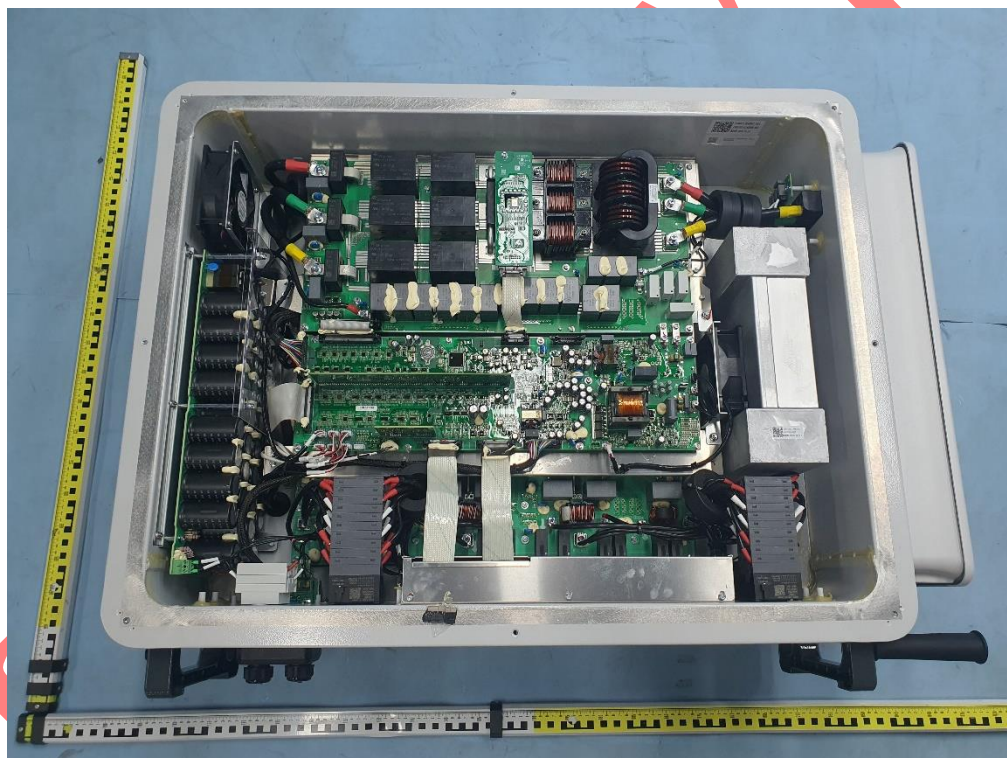


Anexo 2 – Fotos da unidade

DRAFT

Vista frontal do gabinete**Vista lateral esquerda**

Vista lateral direita**Vista traseira**

Vista inferior do compartimento**Fotografias interiores**

Anexo 3 – Lista de equipamentos de teste

Data(s) de realização dos testes:

2024-06-05 to 2024-07-17

Equipamento	Número interno	Fabricante	Modelo	número de série	Última calibração
Fonte CC	HC-ENG-050	KEWELL	S7000-21K-2000-0040	6018888221201708	Monitorado pelo Power Analyzer
	HC-ENG-051	KEWELL	S7000-21K-2000-0040	6018888220400688	
	HC-ENG-052	KEWELL	S7000-21K-2000-0040	6018888220400696	
	HC-ENG-053	KEWELL	S7000-21K-2000-0040	6018888220501273	
Fonte CA	HC-ENG-040	KEWELL	KAC-45-345-33	6018888220903255	
	HC-ENG-038	KEWELL	KAC-45-345-33	6018888220903208	
	HC-ENG-039	KEWELL	KAC-45-345-33	6018888220903207	
	HC-ENG-055	KEWELL	KAC-45-345-33	6018888220903254	
Carga RLC	HC-ENG-058	HUACHUAN G	HS3312-200KW	20230325002	
Caixa de resistência ajustável	HC-ENG-031	EMAX	IMAXF8	202208003	
Caixa de capacitância	HC-ENG-033	EMAX	IMAXQ05	202208005	
Sensor de corrente	HC-ENG-047	SIGNALTEC	CT 400	1222140764	2024-03-25
Sensor de corrente		SIGNALTEC	CT 400	1222140765	
Sensor de corrente		SIGNALTEC	CT 400	1222140766	
Sensor de corrente		SIGNALTEC	CT 400	1222140767	
Instrumento de aquisição de dados		DEWETRON	TRION-1820-POWER	A1222045/ C5220854	
ARC tester	HC-ENG-056	Weichen	BR-INVERTER-AG	AG-20221021C01	2024-03-28

----- Relatório de fim de teste -----