



EINHEITENZERTIFIKAT

gemäß Technische Richtlinie 8 Rev. 9
nach Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW)

Auftraggeber
Adresse

FRONIUS International GmbH
Froniusstr. 1, 4643 Pettenbach, Österreich

Typ der Erzeugungseinheit/
Technische Daten

PV-Inverter	Fronius Symo		
	15.0-3-M	17.5-3-M	20.0-3-M
Bemessungswirkleistung	15 kVA	17.5 kVA	20 kVA
Bemessungs-scheinleistung	15 kW	17.5 kW	20 kW
Frequenz	50 Hz		
AC-Nennspannung	220V / 380V bzw. 230 V / 400 V		

Daten zum validierten
Einheitenmodell

Name & Identifikationsnummer (MD5)	FRONIUS_SYMO.7z 3f7b9f14c45a5e2c3bbae0cf09a718c7
------------------------------------	---

Prüfgrundlage

FGW - TR 8 Rev. 9 : 2019-02 [1]

Mitgeltende Richtlinien

VDE-AR-N 4110 : 2018-11 [2]
FGW - TR 3 Rev. 25 : 2018-09 [3]
FGW - TR 4 Rev. 9 : 2019-02 [4]
DIN EN 60909-0 : 2016-12 [5]

Prüfbericht

264185-RE-1, vom 2019-09-19
264185-RE-2, vom 2019-09-19

ID Nummer

40050734

Befristet zum

2024-09-18

Die oben bezeichneten Erzeugungseinheiten erfüllen die Anforderungen der genannten Prüfgrundlage, mit folgenden Einschränkungen:

- Es ist ein externer Entkopplungsschutz an den EZE auf der Niederspannungs- oder Oberspannungsseite des EZE-Transformators vorzusehen

Der Hersteller hat die Zertifizierung seines Qualitätsmanagementsystems nach ISO 9001 nachgewiesen.

Dieses Zertifikat berechtigt nicht zur Nutzung eines markenrechtlich geschützten Zeichens des VDE.

Dieses Zertifikat beinhaltet folgende Anhänge:

- Anhang I - Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente
- Anhang II - Beschreibung / Technische Daten der EZE
- Anhang III - Beschreibung des Einheitenmodells
- Anhang IV - Auszüge aus den Prüfberichten / weitere Technische Daten zur EZE
- Anhang V - Zertifizierungsrelevante Parameter

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH
Zertifizierung Produkte

2019-09-19 Zertifizierer B. Megerle

Merianstrasse 28, 63069 Offenbach, Germany
phone +49 69 83 06-0, fax: +49 69 83 06-555
e-mail: vde-institut@vde.com, www.vde-institut.com
VDE Zertifikate sind nur gültig bei Veröffentlichung unter: www.vde.com/zertifikat
VDE certificates are valid only when published on: www.vde.com/certificate

VDE
INSTITUT

Anhang zum Einheitszertifikat



1	Anhang I - Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente.....	3
2	Anhang II - Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten	4
2.1	Zusammenstellung der technischen Daten	4
2.2	Schematischer Aufbau der EZE.....	5
2.3	Softwareversion und Schnittstellen.....	6
3	Anhang III – Das Einheitenmodell.....	7
3.1	Allgemeine Informationen zum Modell.....	7
3.2	Beschreibung des Modells	8
3.3	Modelldateien und Parameter des Modells	9
3.4	Übersichtsplan der Validierung nach TR4	12
4	Anhang IV – Auszüge aus den Prüfberichten.....	13
4.1	Netzurückwirkungen	13
4.2	Wirkleistung.....	20
4.3	Blindleistung.....	23
4.4	Spannungsabhängiges Blindleistungsvermögen.....	27
4.5	Schutzvermögen und Zuschaltbedingungen	28
4.6	Interner NA-Schutz und Eigenschutz.....	31
4.7	Kurzschlussstrombeiträge.....	33
5	Anhang V - Zertifizierungsrelevante Parameter.....	36

Anhang zum Einheitenzertifikat



1 Anhang I - Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente

Dieses Zertifikat beruht auf folgende Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente:

Referenz	Richtlinien
[1]	Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien (FGW e.V.): Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 8 (TR8) Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und –anlagen Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz Höchstspannungsnetz Revision 9. Stand: 01.02.2019
[2]	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE e.V.): VDE-AR-N 4110: Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung). Stand: November 2018
[3]	Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien (FGW e.V.): Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 3 (TR3) Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und –anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchst-spannungsnetz Revision 25. Stand: 01.09.2018
[4]	Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien (FGW e.V.): Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 4 (TR4) Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und –anlagen, Speicher sowie deren Komponenten Revision 9. Stand: 01.02.2019
[5]	Deutsches Institut für Normung: Kurzschlussströme in Drehstromnetzen Teil 0: Berechnung der Ströme, DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12, 2016.

Referenz	Prüfberichte
[6]	Bestimmung der elektrischen Eigenschaften des PV Wechselrichters "Fronius Symo 20.0-3-M" nach Prüfnorm: FGW TR3 Rev.25 AIT Austrian Institute of Technology interne Projektnr. SGP-012297_1-R5 vom 18.09.2019
[7]	VDE Prüfbericht zur Zertifizierung Teil 1: Konformität Typprüfung der EZE nach FGW TR3 VDE Prüfberichts Nummer 264185-RE-1 vom 19.09.2019
[8]	VDE Prüfbericht zur Zertifizierung - Prüfbericht zu dem Einheitenzertifikat Teil 2: Validierung des EZE – Simulationsmodells VDE Prüfberichts Nummer 264185-RE-2 vom 19.09.2019

Referenz	Vom Hersteller vorgelegte Dokumente (Auswahl)
[9]	Herstellereklärung_Fronius Symo 20.0-3-M_TR28528_Beschreibung der EZE: Titel: „Herstellereklärung Fronius Symo 20.0-3-M - Beschreibung der EZE“. Stand: 06.09.2019
[10]	Herstellereklärung_Fronius Symo 20.0-3-M_TR28532_Schutzeinrichtung und Zuschaltbedingungen: Titel: „Herstellereklärung Fronius Symo 20.0-3-M – Schutztechnik und Schutzeinstellungen, Zuschaltbedingungen und KuppelschalterZuschaltbedingungen und Kupelschalter“ Stand: 06.09.2019
[11]	FRONIUS _SYMO SIMULATION MODEL - Modellbeschreibung „ModelDescription_SYMO.pdf“ Version 1. Stand: 06/2019

Anhang zum Einheitenzertifikat



2 Anhang II - Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

2.1 Zusammenstellung der technischen Daten

Technische Daten der EZE				
Hersteller	Fronius International GmbH			
EZE	Photovoltaik (PV) - Wechselrichter			
Typenbezeichnung	Fronius Symo			
	15.0-3-M	17.5-3-M	20.0-3-M	
Schutzart	IP 66			
Schutzklasse	1			
Überspannungskategorie (AC/DC)	2 / 3			
Kühlung	Geregelte Luftkühlung			
Umgebungstemperatur	-40°C ... +60°C			
AC Ausgangsgrößen				
Einspeisung	dreiphasig			
Nennscheinleistung	15 kVA	17,5 kVA	20 kVA	
Nennwirkleistung	15 kW	17,5 kW	20 kW	
AC - Nennspannung	220 V (380 V) / 230 V (400 V)			
AC – Nennstrom bei				
	220 V (380 V)	22,8 A	26,6 A	30,3 A
	230 V (400 V)	21,7 A	25,3 A	29,0 A
AC – max. Strom	32 A			
Verschiebungsfaktor cos φ	0-1 ind. / kap.			
AC-Nennfrequenz	50 / 60 Hz			
DC Eingangsgrößen				
Nutzbarer MPP-Spannungsbereich	200-800 V			
Min. PV-Eingangsspannung	200 V			
Max. PV-Eingangsspannung	1000 V			
Max. PV-Eingangsstrom (DC1/DC2)	33 / 27 A			
Wechselrichter Leistungsteil				
Taktfrequenz [kHz]	5,1 kHz			
Art der Leistungsregelung	MPP - Tracking			
Halbleiterbauelemente	IGBT			
Bauart	3 Punkt Brücke			
Hardware Baugruppen				
Leistungsteil AC	SYMOAC20 0.7B_G			
Leistungsteil DC	SYMDC20 1.4C_B			
Filter	SYMFIL12 0.9A_E			
Software Version ¹⁾				
„Main“	ROACH / Hardware: 0.8B_G (auf HW-Baugruppe SYMDC20 platziert)			
„Guard“	Mikroprozessor auf HW-Baugruppe SYMFIL12 platziert			
Display und Setupwerte	RECERBO / HW: 1.4B_I			
Bemerkung: ¹⁾ Angaben zu den SW-Ständen siehe Kap. 2.3				

Tabelle 2-1 – Allgemeine Informationen und technische Kenndaten der EZE

Anhang zum Einheitenzertifikat



2.2 Schematischer Aufbau der EZE

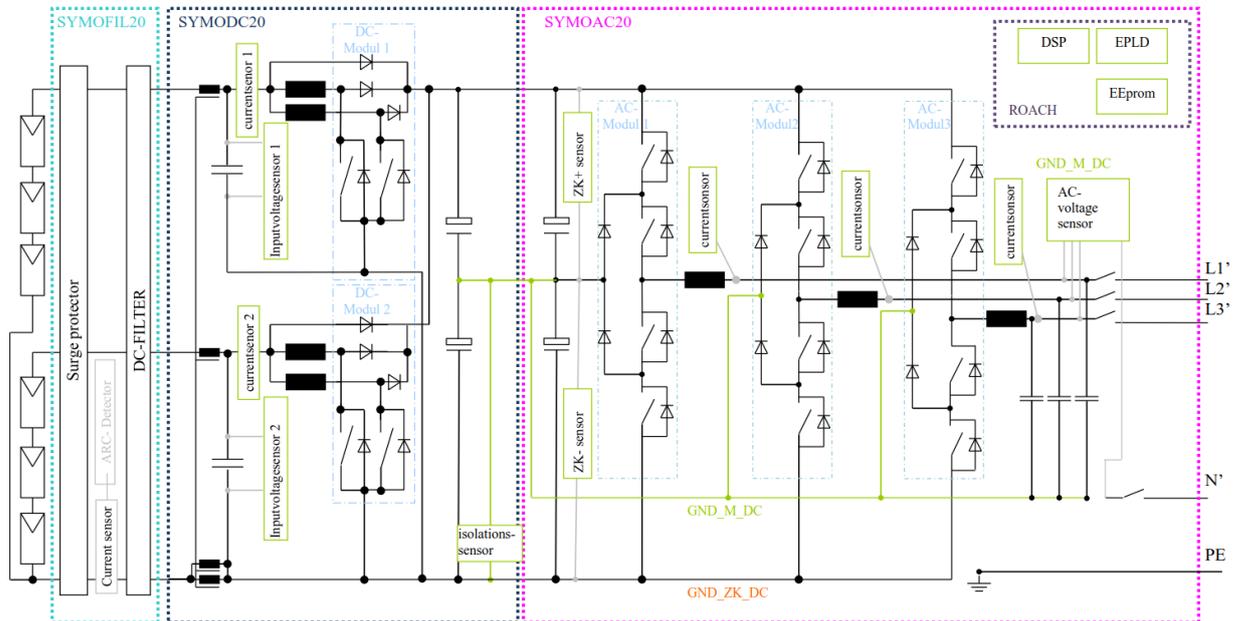


Abbildung 2-1 - Ersatzschaltbild der WR Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M zur Darstellung der HW (aus [9])

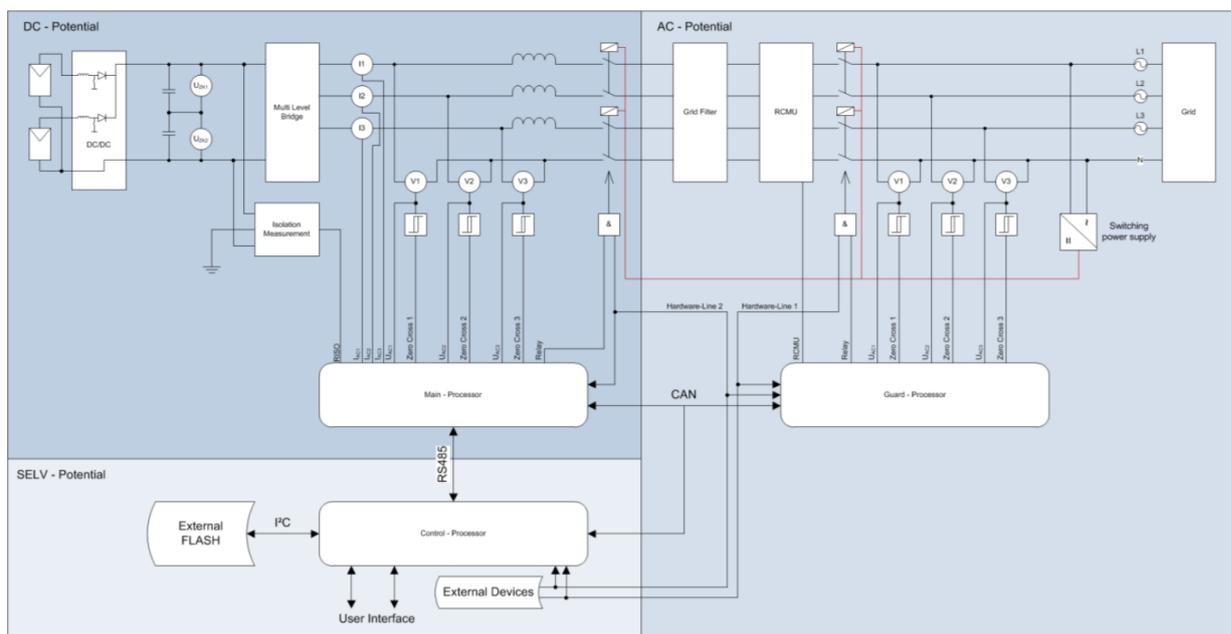


Abbildung 2-2: Ersatzschaltbild der WR Fronius Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M zur Darstellung der Regelung und Schutzeinrichtung (aus [10])

Die Ersatzschaltbilder aus Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 ist für die Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M gleichermaßen gültig. Die Wechselrichter sind identisch aufgebaut und werden mit identischer Software betrieben. Die Leistungsreduktion erfolgt über Softwareparameter.

Anhang zum Einheitszertifikat



2.3 Softwareversion und Schnittstellen

In Tabelle 2-2 sind die Versionen der SW-Stände bei Vermessung des Wechselrichters Fronius Symo 20.0-3-M zusammengefasst. Die Software der Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M sowie Fronius Symo 17.5-3-M sind identisch.

EZE	Fronius Symo		
	15.0-3-M	17.5-3-M	20.0-3-M
Regelungssoftware (ROACH), Main Prozessor	V1.1.11.1		
Filtersoftware (SYMOFIL20), Guard Prozessor	V0.9.24.1		
Display & Setup (Recerbo)	V0.3.21.0		

Tabelle 2-2 - Software Version der untersuchten EZE

Tabelle 2-3 fasst die vorhandenen Schnittstellen zusammen:

EZE	Fronius Symo		
	15.0-3-M	17.5-3-M	20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solarweb, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)V1.1.11.1		
6 Eingänge und 4 digitale Ein-/Ausgänge	Anbindung an Rundsteuerempfänger		
USB (Ty- A Buchse)	Datenlogging, Wechselrichter-Update per USB-Stick		
2xRS422 (RJ45-Buchse)	Fronius Solar Net		
Meldeausgang	Energiemanagement (potentialfreier Relaisausgang)		
Datenlogger und Webserver	Integriert		
Externer Eingang	Anbindung S0-Zähler / Auswertung Überspannungsschutz		
RS 485	Modbus RTU SunSpec oder Zähleranbindung		

Tabelle 2-3 – Schnittstellen der untersuchten EZE

Anhang zum Einheitszertifikat



3 Anhang III – Das Einheitenmodell

3.1 Allgemeine Informationen zum Modell

Angaben zum Simulationsmodell		
Softwareumgebung / Hersteller	Matlab - Simulink - SimPowerSystems / Mathworks	
Software Version der Softwareumgebung	Matlab: 9.4 (R2018a) (64 bit) oder höher Simulink Version 9.1 (R018a) oder höher	
Dateinamen	Das Modell besteht aus insg. 249 mex-Files (Ordner: mexfiles), SYMO_EZE.slx SYMO_EZA.slx Fronius_SYMO.JPG	
Zertifizierung der EZE nach	VDE AR-N 4110 TR8 Rev.9	
Checksumme (MD5)	Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M	
	Dateiname: FRONIUS_SYMO.7z Prüfsumme: 3f7b9f14c45a5e2c3bbae0cf09a718c7	
Das Modell beherrscht folgende Zustände	<input checked="" type="checkbox"/> statische Simulationen	<input checked="" type="checkbox"/> dynamische Simulationen
Das Modell kann folgende Fehler durchfahren	<input checked="" type="checkbox"/> symmetrische und unsymmetrische Fehler	<input type="checkbox"/> nur symmetrische Fehler
Modelltyp	<input type="checkbox"/> Momentanwert - (EMT-) - Modell	<input checked="" type="checkbox"/> Effektivwert – (RMS) – Modell
Vorfehlerblindleistung einstellbar?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wählbare Blindleistungssteuermodi	cos(phi) konstante Qabs konstante Qrel Q(U) Keine Blindleistungseinspeisung	
FRT Modi	<input checked="" type="checkbox"/> Vollständige dynamische Netzstützung <input checked="" type="checkbox"/> eingeschränkte dynamische Netzstützung	
k-Faktor einstellbar?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wirkleistungsgradient beim Startvorgang	$\approx 10\%P_r/s^1$	
Bemerkung:		
<ul style="list-style-type: none"> Das Simulationsmodell ist gleichermaßen für den Fronius Symo 15.0-3-M wie für den Fronius Symo 17.5-3-M und 20.0-3-M gültig. Da der Fronius Symo 20.0-3-M nach FGW TR3 vermessen wurde, wurde das Modell mit der Parametrierung für diesen Wechselrichtertypen validiert. Eine Validierung der Wechselrichtertypen Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M wurde nicht durchgeführt – für die beiden Typen wurden Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. 		
¹⁾ Das Simulationsmodell speist 12,08 s nach Start der Simulation mit seiner vollen Wirkleistung (20 kW) ein. Die Einschwingzeit vom Startvorgang für volle Wirkleistungseinspeisung (Zeitintervall vom 0 s bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Istwert letztmalig in das Toleranzband eintritt) beträgt 11,54 s. Es ist empfohlen, Simulationen der LVRT bzw. OVRT ab 12,08 s nach Start der Simulation zu erfolgen.		

Tabelle 3-1 – Allgemeines zum Simulationsmodell

Anhang zum Einheitszertifikat



3.2 Beschreibung des Modells

Im Folgenden ist der Modellaufbau dargestellt.

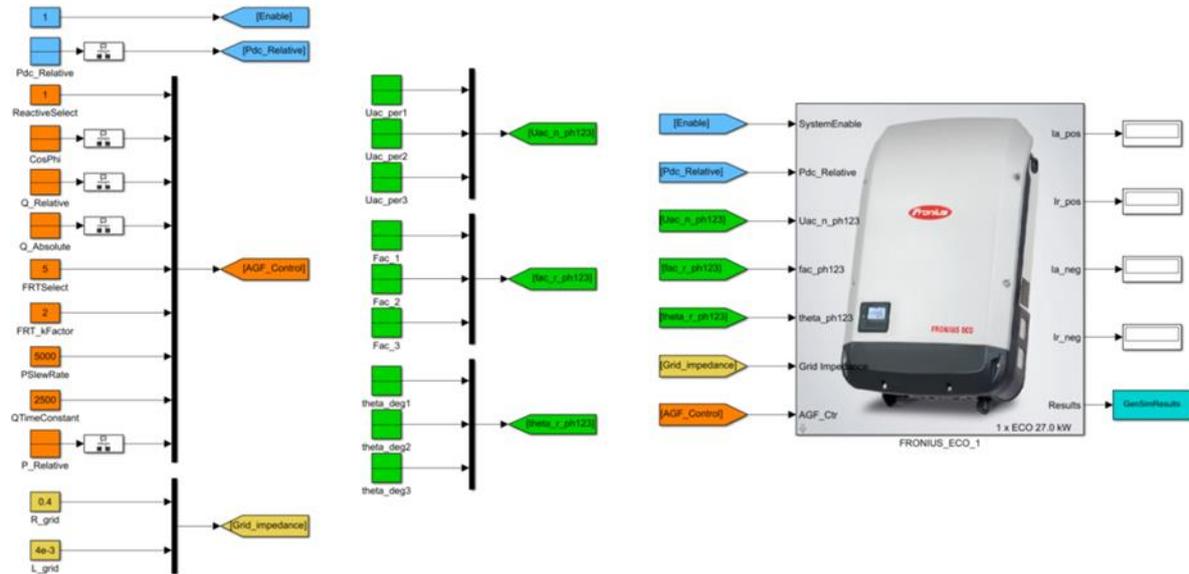


Abbildung 3-1 - Modellübersicht, Simulink

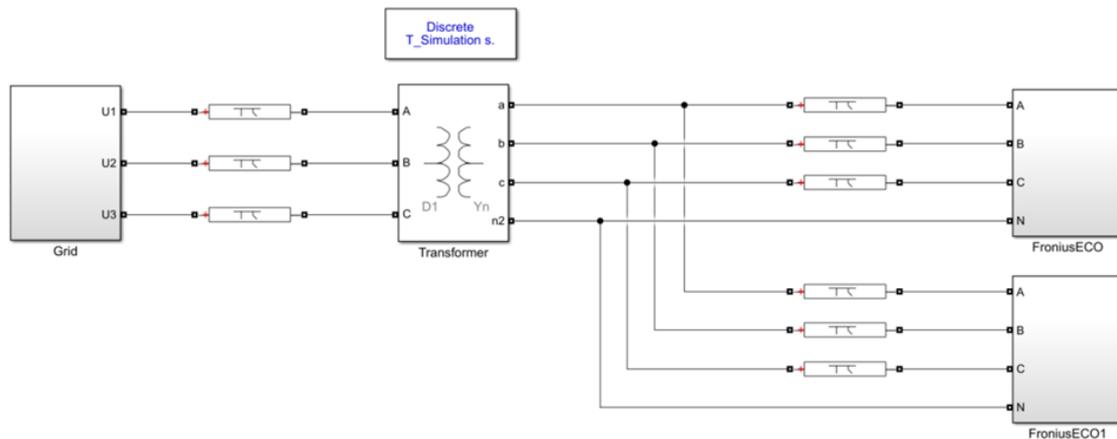


Abbildung 3-2 -Beispiel Anlagennachbildung mit Sim-Power-Systems

Im Herstellerdokument [11] ist das Modell weitgehend detailliert beschrieben.

Anhang zum Einheitszertifikat



3.3 Modelldateien und Parameter des Modells

Dateien

- Die Fronius SYMO Familie besteht aus fünf verschiedenen Wechselrichtern: Fronius Symo 20.03-M, Fronius Symo 17.5.3-M, Fronius Symo 15.0.3-M, Fronius Symo 12.5.3-M und Fronius Symo 10.0.3-M. Es können im Modell alle fünf Wechselrichtertypen abgebildet werden.
- *SYMO_EZE.slx*: Simulink Modell des Wechselrichters.

Weitere Informationen können den Modelldokumentationen entnommen werden, siehe [11].

Eingabeparameter des Modells

- Die Eingabewerte werden in vier Kategorien eingeteilt: „System Enable“, „Pdc Relative“, „Grid Voltage“, „Grid Impedance“ und „AGF Control“.
- SystemEnable: für 0 ist der WR inaktiv, 1 ist WR aktiv;
- Pdc Relative: maximal mögliche Wirkleistung bei einem Netzfehler
 - Eingabebereich: 0...1 (bezogen auf die verfügbare DC-Leistung)
- Grid Voltage: die netzabhängigen Größen wie Phasenspannungen $U_{ac_n_ph123}$, Frequenz $f_{ac_n_ph123}$ und Phasenverschiebung zwischen Phasen $\theta_{ac_n_ph123}$
 - Parameter „Grid Impedanz“ sind im Rahmen einer Anlagenzertifizierung auf null zu setzen (hier wird empfohlen, die Netzimpedanz separat nachzubilden)
- AGF Control: die Parameter zur Fahrweise des Wechselrichters, wie z.B. Wirkleistung P, Blindleistung Q, Leistungsfaktor $\cos\phi$, FRT-Modus, k-Faktor usw.
 - P_Relative: Relative AC Wirkleistungsvorgabe, Eingabebereich 0...1.
 - ReactiveSelect: hier wird die Blindleistungseingabevariante definiert
 - 0: keine Blindleistungseinspeisung
 - 1: Eingabe in $\cos(\phi)$; Eingabebereich: -1...1 (Untererregt...Übererregt)
 - 2: relative Blindleistungseingabe in % (-100...+100)
 - 3: absolute Blindleistungseingabe in Var
 - 5: Blindleistungseinspeisung auf Basis einer vordefinierten Charakteristik in Abhängigkeit der Klemmspannung
 - FRTSelect: Reaktion auf Spannungseinbrüche (Fehlerfälle)
 - 0: keine Reaktion auf Fehler
 - 1: (On-Passiv-Mode): Der Wechselrichter speist weiter seinen Vorfehlerstrom weiter ein
 - 2: (On-Zero-Mode): Während eines Fehlers reduziert der Wechselrichter seinen Wirk- und Blindstrom auf 0.
 - 5: (Aktive-Mode): Normaler LVRT-Modus (vollständige dynamische Netzstützung)
 - 10: Eingeschränkte dynamische Netzstützung gemäß VDE AR-N 4110
 - FRT k-Faktor: Beitrag der EZE zur Spannungsstützung gemäß VDE AR-N 4110, Eingabe zwischen 1...10 möglich
- PSlewRate: Änderungsgeschwindigkeit der Wirkleistung in m%/s.
- QTimeConstant: Änderungsgeschwindigkeit bzw. Zeitkonstante der Blindleistung in ms

Anhang zum Einheitszertifikat



Ausgangsgrößen:

Unter *Results* können folgende Ausgänge ausgelesen werden – siehe näheres [11].

1. Spannung von Phase 1 - RMS (V)
2. Spannung von Phase 2 - RMS (V)
3. Spannung von Phase 3 - RMS (V)
4. Wirkstrom je Phase - RMS (A)
5. Blindstrom je Phase - RMS (A)
6. Gesamte Wirkleistung (für alle drei Phasen) - (W)
7. Gesamte Blindleistung (für alle drei Phasen) - (var)
8. Gesamte Scheinleistung (für alle drei Phasen) - (VA)
9. Frequenz von Phase 1 - RMS (Hz)
10. Frequenz von Phase 2 - RMS (Hz)
11. Frequenz von Phase 3 - RMS (Hz)
12. Eingestellte Wirkleistung - (W)
13. Netzspannung im Mitsystem in Einheit?
14. Netzspannung im Gegensystem
15. Wirkstrom im Mitsystem
16. Blindstrom im Mitsystem
17. Wirkstrom im Gegensystem
18. Blindstrom im Gegensystem

Das Modell hat keinen Signalausgang für die Nullsystemgrößen.

Weitere Anmerkungen zum Modell:

- Bei dem Modell handelt es sich um eine diskrete Modellierung; es wird der Simulink Solver Fixed-Step / discrete (no continuous) ausgewählt. Die Validierung wurde mit der Rechenschrittweite von 0,1 ms durchgeführt.
- Im Modell können keine Schutzparameter eingestellt werden (nicht implementiert).
- Im Modell ist das spannungsabhängige PQ-Verhalten hinterlegt.
- Im Modell können unterschiedliche Vorfehlerblindströme eingestellt werden.
- Das Modell benötigt ca. 10 s bis die volle Wirkleistung erreicht ist; die Definition der Spannungseinbrüche für LVRT-Tests sollte nach den 10 s erfolgen.
- Der k-Faktor orientiert sich sowohl an der Mitsystem- als auch Gegensystemgröße der Spannung.
- k-Faktoren 2 und 4 bzw. eingeschränkte dynamische Netzstützung wurden anhand TR3 Messungen validiert. $k = 0, 1, 3$ und 10 wurde auf Plausibilität geprüft.
- Die Modelle wurden sowohl für symmetrische als auch für unsymmetrische Fehler validiert (dreiphasige Fehler und zweiphasige Fehler mit und ohne Erdberührung).
- Das Modell kann auch unter Plattform Matlab-SimPowerSystems ausgeführt werden, sodass die Anlagennachbildung im Rahmen der Anlagenzertifizierung vereinfacht werden kann. Hierzu ist ein mögliches Beispiel in Abbildung 3-2 dargestellt. Wichtig ist dabei, dass die Netzimpedanz *Grid_impedance* (Goto1) auf null gesetzt werden muss – die Netzimpedanz wird in Abbildung 3-2 über das Modul „Grid“ definiert.
- Es können mehrere Einheiten nachgebildet werden; hierzu wird die box „FRONIUS_SYMO_1“ durch copy/paste dupliziert; die Eingänge müssen mit „source blocks“ bzw. mit entsprechenden „GoTo's“ definiert werden

Anhang zum Einheitszertifikat



- Es ist im Modell auch möglich „parallele Maschinen“ abzubilden – d.h. es können mehrere Wechselrichter miteinander gebündelt werden; hierfür kann der Parameter „*Select number of Inverters in parallel*“ bis maximal 20 eingestellt werden.
- Es können maximal 249 Wechselrichter in einer Anlage nachgebildet werden; jeder Wechselrichter bekommt eine entsprechende Mex-Datei zugewiesen (funktioniert automatisch, der Anwender muss hierzu nichts tätigen). Falls eine höhere Anzahl an Wechselrichtern notwendig ist, ist der Hersteller zu kontaktieren damit weitere Mex-Files generiert werden.
- Prüfung hinsichtlich Anlagentauglichkeit wurde mit 20 Wechselrichtern erfolgreich durchgeführt.
- Für Anlagennachbildung folgende Hinweise, falls Anlage unter SimPowerSystems abgebildet wird:
 - Die Schrittweite für die Simulation beträgt $< 1e-4$ s (Powergui)
 - Die „Grid Impedance“ wird nicht mehr verwendet bzw. sollte auf null parametrisiert werden.
 - Die Eingangsgrößen der Wechselrichter sind entsprechend anzupassen (GoTo's)

Anhang zum Einheitszertifikat

3.4 Übersichtsplan der Validierung nach TR4

In den folgenden Tabellen ist der „Übersichtsplan der Validierung“ dargestellt; die Versuchsummern lehnen sich an die Bezeichnungen der TR3-Prüfberichte [6].

Testbeschreibung n. FOM TR3 Kap. 4.6.3 Verhalten in Störungen im Netz, Tab. 4.6.8 & Tab. 4.6.9	Mitsystem												Gegensystem											
	P			Q			IW			IB			P			Q			IW			IB		
	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME	MAE	ME		
0,20 ≤ U _m < 0,30 25.1 3pW/LA/2	Pre	0,013	0,012	0,020	0,017	0,017	0,019	0,018	0,018	0,019	0,019	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	
	gnat&IEC Fault	0,011	0,008	0,009	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	0,010	0,007	
0,30 ≤ U _m < 0,50 25.2 3pW/LA/2	Pre	0,005	0,008	0,017	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	
	gnat&IEC Fault	0,003	0,001	0,002	0,006	0,005	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	
0,50 ≤ U _m < 0,80 25.3 3pW/LA/2	Pre	0,001	0,001	0,019	0,018	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	
	gnat&IEC Fault	0,001	0,001	0,009	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	
0,80 ≤ U _m < 0,90 25.5 3pW/LA/2	Pre	0,009	0,007	0,008	0,018	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	
	gnat&IEC Fault	0,005	0,001	0,001	0,006	0,005	0,005	0,011	0,007	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	
0,95 ≤ U _m < 0,60 50.1 3pW/LA/2	Pre	0,006	0,000	0,002	0,006	0,006	0,006	0,011	0,006	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
	gnat&IEC Fault	0,005	0,002	0,003	0,020	0,016	0,016	0,033	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	
0,45 ≤ U _m < 0,60 50.2 3pW/LA/2	Pre	0,006	0,001	0,001	0,006	0,004	0,004	0,004	0,007	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	
	gnat&IEC Fault	0,038	0,036	0,037	0,009	0,008	0,007	0,054	0,051	0,053	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
0,55 ≤ U _m < 0,60 50.3 2pW/LA/2	Pre	0,027	0,001	0,006	0,020	0,016	0,016	0,025	0,009	0,012	0,020	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
	gnat&IEC Fault	0,086	0,068	0,067	0,027	0,020	0,020	0,111	0,089	0,087	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	
0,75 ≤ U _m < 0,80 75.1 2pW/LA/2	Pre	0,024	0,006	0,009	0,020	0,017	0,017	0,024	0,013	0,016	0,020	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	
	gnat&IEC Fault	0,023	0,013	0,011	0,031	0,028	0,028	0,111	0,016	0,016	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	
0,45 ≤ U _m < 0,60 50.5 gnat&IEC Fault	Pre	0,022	0,001	0,005	0,019	0,016	0,016	0,034	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	
	gnat&IEC Fault	0,022	0,001	0,000	0,002	0,001	0,000	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3pW/LA/2 (eingeschränkt FRT)	Pre	0,024	0,006	0,009	0,020	0,016	0,016	0,036	0,018	0,018	0,020	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
	gnat&IEC Fault	0,004	0,002	0,002	0,018	0,016	0,016	0,014	0,009	0,009	0,018	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
2pW/LA/2 (eingeschränkt FRT)	Pre	0,030	0,008	0,002	0,000	0,002	0,001	0,000	0,004	0,003	0,000	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
	gnat&IEC Fault	0,000	0,008	0,003	0,023	0,016	0,017	0,026	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
0,70 ≤ U _m < 0,80 75.1 3pW/LA/2	Pre	0,015	0,000	0,001	0,018	0,016	0,016	0,028	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	
	gnat&IEC Fault	0,025	0,024	0,024	0,008	0,007	0,006	0,008	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
0,70 ≤ U _m < 0,80 75.2 3pW/LA/2	Pre	0,026	0,000	0,001	0,006	0,004	0,004	0,009	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
	gnat&IEC Fault	0,034	0,032	0,033	0,010	0,008	0,009	0,039	0,037	0,038	0,015	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	
0,70 ≤ U _m < 0,80 75.3 3pW/LA/2	Pre	0,026	0,000	0,001	0,006	0,004	0,004	0,009	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
	gnat&IEC Fault	0,034	0,032	0,033	0,010	0,008	0,009	0,039	0,037	0,038	0,015	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	
0,90 ≤ U _m < 0,60 75.4 3pW/LA/2	Pre	0,041	0,039	0,040	0,011	0,008	0,008	0,045	0,043	0,044	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
	gnat&IEC Fault	0,005	0,000	0,001	0,003	0,002	0,000	0,006	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
0,20 ≤ U _m < 0,60 75.5 3pW/P0,IP/A/4	Pre	0,025	0,000	0,001	0,009	0,004	0,004	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
	gnat&IEC Fault	0,036	0,035	0,035	0,009	0,009	0,007	0,040	0,039	0,039	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	
0,70 ≤ U _m < 0,80 75.6 2pW/LA/2	Pre	0,020	0,001	0,002	0,019	0,016	0,016	0,018	0,009	0,009	0,019	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
	gnat&IEC Fault	0,029	0,028	0,028	0,016	0,013	0,014	0,040	0,048	0,044	0,044	0,020	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	
0,70 ≤ U _m < 0,80 75.7 2pW/LA/2	Pre	0,026	0,003	0,004	0,019	0,017	0,017	0,020	0,008	0,011	0,019	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	
	gnat&IEC Fault	0,018	0,017	0,017	0,006	0,004	0,004	0,005	0,011	0,011	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
0,70 ≤ U _m < 0,80 75.8 3pW/P0,IP/A/4	Pre	0,026	0,000	0,001	0,008	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
	gnat&IEC Fault	0,024	0,000	0,001	0,008	0,004	0,004	0,004	0,000	0,001	0,006	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
0,75 ≤ U _m < 0,85 80.1 3pW/LA/2 (eingeschränkt FRT)	Pre	0,026	0,004	0,009	0,020	0,016	0,016	0,026	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
	gnat&IEC Fault	0,020	0,018	0,018	0,006	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	
0,75 ≤ U _m < 0,85 80.2 2pW/LA/2 (eingeschränkt FRT)	Pre	0,024	0,001	0,001	0,016	0,016	0,016	0,026	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
	gnat&IEC Fault	0,025	0,024	0,024	0,017	0,016	0,016	0,042	0,041	0,041	0,015	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
0,85 ≤ U _m < 0,90 8																								

Anhang zum Einheitenzertifikat



4 Anhang IV – Auszüge aus den Prüfberichten

4.1 Netzurückwirkungen



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS SYMO 20.0-3-M“	
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS SYMO 20.0-3-M“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_1_R5	Seite/Page 1/5
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter /central inverter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/200 kW Rated power P _n : 20.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_1_R5	Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–31.05.2019

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n	20.0 kVA	Nennstrom I _n Rated current I _n	29 A
Nennfrequenz f _n rated frequency f _n	50 Hz	Nennspannung U _n (P-P) rated Voltage U _n	400V

Wirkleistungsspitzen / Power peaks:

Wirkleistungsspitzen in kW	Normierte Wirkleistungsspitzen in p.u.	Anzahl 10-Minuten Datensätze
p ₆₀₀ =P ₆₀₀ /P _n	-20.244	1.012
p ₆₀ =P ₆₀ /P _n	-20.245	1.012
p _{0.2} =P _{0.2} /P _n	-20.245	1.012

Schalthandlungen / Switching operations:

Schalthandlungen / Switching operations		Einschalten bei <10% P _n / Start-up at <10% P _n			
Max Anz. Schalthandlungen / Max. no. of switching operations N ₁₀		1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₂₀		12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle		30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor k _f (ψ _k)		0.010	0.013	0.016	0.017
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor k _v (ψ _k)		0.085	0.060	0.029	0.003

Schalhvorgang / Case of switching operation		Ungünstigster Fall beim Umschalten der Generatorstufen /			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₀		1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₂₀		12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle		30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor k _f (ψ _k)		N/A	N/A	N/A	N/A
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor k _v (ψ _k)		N/A	N/A	N/A	N/A

Schalhvorgang / Case of switching operation		Einschalten bei Nennleistung /Start-up at rated power			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₀		1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₂₀		12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle		30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor k _f (ψ _k)		0.011	0.015	0.018	0.020
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor k _v (ψ _k)		0.877	0.674	0.393	0.147

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1067 von 1100

Anhang zum Einheitszertifikat



Seite/Page 2/5

Schaltvorgang / Case of switching operation	Seviceabschaltung bei Nennleistung /Cut off at rated Pn			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{10}	1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_k)$	0.413	0.310	0.179	0.092
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$	0.874	0.671	0.391	0.146

Unsymmetrie

P_n	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
u_i [%]	-2.86	-0.21	-0.07	-0.02	0.03	0.07	0.12	0.12	0.15	0.16	0.17	-

Flicker:

Flickerbeiwert / Flicker coefficient, $c(\psi_k, P_{bin})$	30°	50°	70°	85°
	Flickerkoeffizient / Flicker coefficient, $c(\psi_k, v_s)$			
P_{bin} in %				
Max	-	-	-	-
100	0.23	0.21	0.18	0.15
90	0.23	0.22	0.18	0.15
80	0.23	0.22	0.18	0.15
70	0.23	0.21	0.18	0.15
60	0.23	0.21	0.17	0.15
50	0.23	0.21	0.16	0.14
40	0.23	0.21	0.17	0.16
30	0.23	0.20	0.16	0.14
20	0.23	0.20	0.15	0.14
10	0.23	0.19	0.14	0.13
0	0.09	0.09	0.09	0.09

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1068 von 1100

Abbildung 4-1 - Auszug aus [6] (Anhang B der TR3, Teil 1 Seite 1-2)

Anhang zum Einheitszertifikat



Für die nicht typgeprüften Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M sind hinsichtlich

- Flickerformfaktor $k_f(\psi_k)$
- Spannungsänderungsfaktor $k_u(\psi_k)$
- Flickerkoeffizient
- Schaltfaktor $k_{i_{max}}$
- Max. Schalthandlungen N_{10} und N_{120}

dieselben Werte wie am Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-M gemessenen anzusetzen.

Anhang zum Einheitenzertifikat



Seite/Page 3/5

Oberschwingungsmessungen / Harmonics

$P_{\text{sin}} (\%)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Nr./Order	$U/L (\%)$										
2	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09
3	0.11	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21
4	0.00	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
5	0.11	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.24	0.25	0.26	0.29	0.29
6	0.00	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
7	0.10	0.13	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18
8	0.00	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
9	0.09	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20
10	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
11	0.08	0.07	0.10	0.09	0.07	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12
12	0.00	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13
14	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
15	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
16	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
17	0.04	0.06	0.07	0.07	0.07	0.09	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12
18	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
19	0.03	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
20	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
21	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
22	0.00	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
23	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
24	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
25	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
26	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
27	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
28	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
29	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
30	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
31	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
32	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
33	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
34	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
35	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
36	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
37	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
38	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
39	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
40	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
41	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
42	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
43	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
44	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
45	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
46	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
47	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
48	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
49	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
50	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
THC	0.25	0.39	0.42	0.42	0.44	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.55

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1069 von 1100

Anhang zum Einheitszertifikat



Zwischenharmonische, Normalbetrieb / Interharmonics at continuous operation

Seite/Page 4/5

P _{bin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f 50/60 (Hz)	U _h /U _n (%)										
75	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10
125	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
175	0,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
225	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
275	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
325	0,00	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
375	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
425	0,00	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
475	0,00	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
525	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
575	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
625	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
675	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
725	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
775	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
825	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
875	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
925	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
975	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1025	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1075	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1125	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1175	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1225	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1275	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
1325	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1375	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1425	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
1475	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1525	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1575	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1625	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
1675	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1725	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1775	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1825	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1875	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1925	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1070 von 1100

Anhang zum Einheitszertifikat



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report

Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS SYMO 20.0-3-M“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the FRONIUS SYMO 20.0-3-M“

Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_1_R5

Seite/Page 5/5

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW

Höhere Frequenzen im Normalbetrieb / Higher Frequencies components

Pbin (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f (kHz)	I _r /I _n (%)										
2.1	0,01	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
2.3	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
2.5	0,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07
2.7	0,01	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
2.9	0,00	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11
3.1	0,00	0,11	0,11	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14
3.3	0,00	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13
3.5	0,00	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
3.7	0,00	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
3.9	0,00	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
4.1	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
4.3	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
4.5	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
4.7	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
4.9	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
5.1	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
5.3	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5.5	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5.7	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
5.9	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05
6.1	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,05
6.3	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
6.5	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
6.7	0,00	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
6.9	0,00	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
7.1	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05
7.3	0,00	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05
7.5	0,00	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05
7.7	0,00	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04
7.9	0,00	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,04
8.1	0,01	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,04
8.3	0,00	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04
8.5	0,01	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,07
8.7	0,00	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03
8.9	0,00	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-12297_1_R5 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-12297_1_R5

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2019-04-30

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature Unterschrift/Signature

This test report comprises 5 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 5 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1071 von 1100

Abbildung 4-2 - Auszug aus [6] (Anhang B der TR3, Teil 1 Seite 3-5)

Anhang zum Einheitszertifikat



Für die nicht typgeprüften Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M sind hinsichtlich der

- Oberschwingungen
- Zwischenharmonischen
- Höheren Frequenzen im Normalbetrieb

dieselben Werte wie die am Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-m gemessenen anzusetzen.

Zur Berechnung der Absolutwerte muss der jeweilige Nennstrom I_n des Wechselrichters berücksichtigt werden.

Anhang zum Einheitenzertifikat



4.2 Wirkleistung



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 2: Regelfähigkeit am Netz / Part 2: grid control capability	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS SYMO 20.0-3-M“	
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS SYMO 20.0-3-M“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_1_R5	Seite/Page 1/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/20.0 kW Rated power P_n : 20.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_1_R5	Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–31.05.2019

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S_n Rated apparent power S_n	20.0 kVA	Nennstrom I_n Rated current I_n	29 A
Nennfrequenz f_n rated frequency f_n	50 Hz	Nennspannung U_n (P-P) rated Voltage U_n	400V

Wirkleistungsspitzen / Power peaks

Wirkleistungsspitzen in kW		Normierte Wirkleistungsspitzen in p.u.		Anzahl 10-Minuten Datensätze
$p_{600}=P_{600}/P_n$	-20.244	$p_{600}=P_{600}/P_n$	1.012	3
$p_{60}=P_{60}/P_n$	-20.245	$p_{60}=P_{60}/P_n$	1.012	3
$p_{0.2}=P_{0.2}/P_n$	-20.245	$p_{0.2}=P_{0.2}/P_n$	1.012	3

Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz / Active power vs frequency

Überfrequenz / overfrequency	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung Mean power gradient at overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 39.2% P_n /Hz	
	max. Einschwingzeit / max. Settling time	0.5 s	
Unterfrequenz / underfrequency	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz / power gradient after recovery of overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9.6% P_n /Hz max. Gradient / max. gradient 9.6% P_n /Hz	
	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung / Mean power gradient at underfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 40.6% P_n /Hz	
	max. Einschwingzeit / max. settling time	0.5s	
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Unterfrequenz / power gradient after recovery of underfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9.64% P_n /Hz max. Gradient / max. gradient 9.64% P_n /Hz	
Die EZE kann mit reduzierter Leistung betrieben werden. / The unit is able to run at reduced power.		Ja / Yes	Nein / No
Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung Max. deviation of power setting		Überschreitung/ exceeding 1.2% / P_n	Unterschreitung/ undercut 0% / P_n
Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von: Disconnection from the grid at external active power setpoints at:		0% P_n	
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten/ response time of the power output after a change in setpoint with minimal gradient	$P_0 \rightarrow P_{min}$	Zeit/ time: 14.95s Gradient: 100% P_n / s	
	$P_{min} \rightarrow P_0$	Zeit/ time: 15.26s Gradient: 100% P_n / s	
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten/ response time of the power output after a change in setpoint with maximum gradient	$P_0 \rightarrow P_{min}$	Zeit/ time: 0.758 s Gradient: 1.0% P_n / s	
	$P_{min} \rightarrow P_0$	Zeit/ time: 0.755 s Gradient: 1.0% P_n / s	

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1072 von 1100

Abbildung 4-3 - Auszug aus [6] (Anhang B der TR3, Teil 2 Seite 1)

Anhang zum Einheitszertifikat



Für die nicht typgeprüften Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M sind hinsichtlich

- des mittleren Gradienten der Wirkleistung
 - der Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung
 - des Gradienten der Wirkleistung nach Spannungslosigkeit
- dieselben Werte wie die am Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-M gemessenen anzusetzen.

Die Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M können mit reduzierter Leistung betrieben werden. Die Sollwertabweichung der sich an den Ausgangsklemmen der Wechselrichter einstellenden Wirkleistung ist in Abbildung 4-4 gezeigt:

Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber (Sollwertvorgabe) Messung der Einstellgenauigkeit / Power limited operation by the network operator (Setpoint control); Measurement accuracy of adjustment								
Sollwert / Setpoint P _{max}	Setpoint t	Setpoint t	Istwert / actual value	Istwert / actual value	U ₁	Abwei- chung / deviatio n	Abweichu ng / deviation	Einschwingzeit / Settime
(%)	(kW)	P _n (p.u.)	(kW)	P _n (p.u.)	(V)	(kW)	P _n (%)	(s)
100.00%	-20.00	-1.00	-20.25	-1.01	403.7 V	0.25	1.2%	0.3
90.00%	-18.00	-0.90	-18.04	-0.90	403.4 V	0.04	0.2%	0.3
80.00%	-16.00	-0.80	-16.04	-0.80	403.1 V	0.04	0.2%	0.3
70.00%	-14.00	-0.70	-14.04	-0.70	402.7 V	0.04	0.2%	0.3
60.00%	-12.00	-0.60	-12.04	-0.60	402.3 V	0.04	0.2%	0.3
50.00%	-10.00	-0.50	-10.03	-0.50	401.9 V	0.03	0.2%	0.3
40.00%	-8.00	-0.40	-8.03	-0.40	401.5 V	0.03	0.1%	0.3
30.00%	-6.00	-0.30	-6.02	-0.30	401.0 V	0.02	0.1%	0.3
20.00%	-4.00	-0.20	-4.01	-0.20	400.5 V	0.01	0.0%	0.3
10.00%	-2.00	-0.10	-2.00	-0.10	399.9 V	0.00	0.0%	0.3
0.00%	0.00	0.00	0.01	0.00	399.5 V	-0.01	0.0%	0.3

Abbildung 4-4: Wirkleistung Allgemein – Einstellgenauigkeit (aus [6])

Die Abweichungen des gemessenen Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-M sind in Abbildung 4-4 absolut bzw. prozentual angegeben. Die max. Abweichung beträgt 1,2%.

Diese prozentualen Werte sind auf die Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M sowie 17.5-3-M übertragbar.

Der Wirkleistungsgradient lässt sich an den Fronius Wechselrichtern einstellen. Zur Information: Wird der Leistungsgradient auf EZA Regler-Ebene umgesetzt, beträgt die am Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-M gemessene Einschwingzeit 758ms (90 % P_n auf 10 % P_n) bzw. 755ms (10 % P_n auf 90 % P_n). Diese Einschwingzeiten sind auch für die Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M anzusetzen.

Getrennte Sollwertvorgabe von Netzbetreiber und Direktvermarkter ist nicht möglich. Es ist nur ein Sollwertkanal vorhanden. Die Priorisierung unterschiedlicher Sollwerte muss dann z.B. im überlagerten EZA-Regler stattfinden

Anhang zum Einheitszertifikat



Die WR Fronius Eco zeigen eine Abhängigkeit der max. abgebbaren Wirkleistung von der Umgebungstemperatur:

Umgebungstemperatur	Fronius SYMO		
	15.0-3-M	17.5-3-M	20.0-3-S
< 45 °C	15 kW	17,5 kW	20 kW
50 °C	15 kW	17,5 kW	20 kW
55 °C	15 kW	17,5 kW	20 kW
60 °C	15 kW	15,7 kW	15,7 kW

Tabelle 4-1: Ausgangsleistung abhängig von Umgebungstemperatur (Herstellereklärung, siehe auch /7/)

Anhang zum Einheitenzertifikat



4.3 Blindleistung

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report

Teil 2: Regelfähigkeit am Netz / Part 2: grid control capability

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS SYMO 20.0-3-M“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the FRONIUS SYMO 20.0-3-M“

Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_1_R5

Seite/Page 2/2

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW

Blindleistungsbereitstellung / Provision of reactive power

	P/P _n	Q _{ind}	Q _c	Q _{kap}	P/P _n	Q _{ind}	Q _c	Q _{kap}
Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich / Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range	1%	19.37	-0.166	-20.06	60%	16.21	-0.172	-16.49
	10%	19.34	-0.022	-19.85	70%	14.60	-0.201	-14.89
	20%	19.30	-0.051	-19.86	80%	12.38	-0.23	-12.69
	30%	19.28	-0.082	-19.27	90%	8.95	-0.26	-9.49
	40%	18.65	-0.111	-18.67	100%	3.12	-0.29	-3.06
	50%	17.64	-0.142	-17.88	110%	-	-	-
Q _{ind} und / and Q _{kap} in kvar								
Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms / working points of the voltage dependent P-Q-diagram	AP / WP	U/U _n in %		P/P _n in %		Q in kvar		
	1 ind	90		10		19.53		
	2 ind	110		10		19.15		
	1 kap/cap	90		10		-20.08		
Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe / Control of reactive power through set point signal	<input type="checkbox"/> Verschiebungsfaktor / power factor				<input checked="" type="checkbox"/> Blindleistung / reactive power			
	P _{bin} bei / at Q _{max}				10 %			
Längste Einschwingzeit / Longest response time	Parameter				Einschwingzeit / settling time			
	2%/s				1.455s			
	Standardzeit / standard time				10%/s			
Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors bzw. Blindleistung/ Positioning accuracy of power factor or reactive power	Sollwert / set point				Istwert / measured value			
	100%				19.37kvar / - 20.06kvar			
	100%				19.34kvar / - 20.07kvar			
	50%				19.34 kvar / -20.07 kvar			
Anmerkung / remark :	Soweit Q(U) und Q(P)-Regelung geprüft wurden, sind diese im Prüfbericht hinterlegt.							
	If Q(U) and Q(P) control was tested, please see test report.							

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-12297_1_R5 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-12297_1_R5

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2019-04-30

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature Unterschrift/Signature

This test report comprises 2 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 2 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1073 von 1100

Abbildung 4-5 - Auszug aus [6] (Anhang B der TR3, Teil 2 Seite 2)

Anhang zum Einheitszertifikat



Das in Abbildung 4-5 aufgeführte, am Fronius Symo 20.0-3-M gemessene PQ-Diagramm lässt sich auf die nicht typgeprüften Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M übertragen. Dabei ist zu beachten, dass die als Absolutwert angegebene Blindleistung im Verhältnis der Wirkleistungen umzurechnen ist:

- Faktor $15 \text{ kW} / 20 \text{ kW} = 0,75$ für den Fronius 15.0-3-M
- Faktor $17.5 \text{ kW} / 20 \text{ kW} = 0,875$ für den Fronius 17.5-3-M

Dies gilt auch für die Umrechnung der Blindleistung in die folgende Abbildung 4-6, Abbildung 4-7 und Abbildung 4-8.

Blindleistungsvorgabe Q = 0 / Reactive power at Q = 0					
Leistungs- bin / Active power bin	Wirkleistung P / Active power P	Blindleistung Q / Reactive power Q	cos phi / cos phi	Spannung im Mitsystem / Positive sequence voltage	Anzahl Datensätze / Number of datasets
	P_1_60s_avg	Q_1_60s_avg	Cos phi_1_60s_ avg	U _{pos}	
(p.u.)	(kW)	(kVAr)	cos(phi)	(V)	1 min – DS
0.00	0.01	-0.166	0.046	399.48	3
0.10	-2.00	-0.022	-1.000	399.92	3
0.20	-4.01	-0.051	-1.000	400.49	3
0.30	-6.02	-0.082	-1.000	401.01	3
0.40	-8.03	-0.111	-1.000	401.52	3
0.50	-10.03	-0.142	-1.000	401.92	3
0.60	-12.04	-0.172	-1.000	402.32	3
0.70	-14.04	-0.201	-1.000	402.71	3
0.80	-16.05	-0.23	-1.000	403.08	3
0.90	-18.04	-0.26	-1.000	403.40	3
1.00	-20.25	-0.29	-1.000	403.74	3

Anmerkung:
Die Einteilung der Leistungsbins erfolgte auf Basis von P_n = 20 kW.
Remark:
The bins were calculated based on P_n = 20 kW.

Abbildung 4-6: Blindleistungsbereitstellung – Blindleistung bei Sollwert Q=0 bei U_n (aus [6])

Anhang zum Einheitenzertifikat



P-Q-Diagramm - Blindleistungsvorgabe untererregt / P-Q-diagram - Reactive power setting underexcited					
Leistungs- bin / Active power bin	Wirkleistung P / Active power P	Blindleistung Q / Reactive power Q	cos phi / cos phi	Spannung im Mitsystem / Positive sequence voltage	Anzahl Datensätze / Number of datasets
	P_1_60s_avg	Q_1_60s_avg	Cos phi_1_60s_ avg	U _{pos}	
(p.u.)	(kW)	(kVAr)	cos(phi)	(V)	1 min – DS
0.01	-0.46	19.37	-0.024	397.6	3
0.10	-2.27	19.34	-0.116	398.0	3
0.20	-4.27	19.30	-0.216	398.4	3
0.30	-6.28	19.28	-0.310	398.9	3
0.40	-8.02	18.65	-0.395	399.3	3
0.50	-10.04	17.64	-0.495	399.9	3
0.60	-12.19	16.21	-0.601	400.5	3
0.70	-14.08	14.60	-0.694	401.1	3
0.80	-16.05	12.38	-0.792	401.8	3
0.90	-18.18	8.95	-0.897	402.6	3
1.00	-20.01	3.12	-0.988	403.4	3

Anmerkung:
Die Einteilung der Leistungsbins erfolgte auf Basis von P_n = 20 kW.
Remark:
The bins were calculated based on P_n = 20 kW.
*) Geprüft mit 1% da bei 0% Trennung erfolgt. / Tested with 1% because at 0% the inverter disconnects from the grid.

Abbildung 4-7: Blindleistungsbereitstellung – Blindleistung bei Sollwert Q=maximal untererregt bei U_n (aus [6])

P-Q-Diagramm - Blindleistungsvorgabe übererregt / P-Q-diagram - Reactive power setting overexcited					
Leistungs- bin / Active power bin	Wirkleistung P / Active power P	Blindleistung Q / Reactive power Q	cos phi / cos phi	Spannung im Mitsystem / Positive sequence voltage	Anzahl Datensätze / Number of datasets
	P_1_60s_avg	Q_1_60s_avg	Cos phi_1_60s_ avg	U _{pos}	
(p.u.)	(kW)	(kVAr)	cos(phi)	(V)	1 min – DS
0.01	0.15	-20.06	0.008	400.9	3
0.08	-1.66	-19.85	-0.083	401.2	3
0.18	-3.67	-19.86	-0.182	401.6	3
0.28	-5.69	-19.27	-0.283	402.0	3
0.39	-7.70	-18.67	-0.381	402.4	3
0.47	-9.50	-17.88	-0.469	402.7	3
0.59	-11.75	-16.49	-0.580	403.0	3
0.69	-13.71	-14.89	-0.677	403.3	3
0.79	-15.77	-12.69	-0.779	403.6	3
0.89	-17.88	-9.49	-0.883	403.8	3
1.00	-20.01	-3.06	-0.988	403.9	3

Anmerkung:
Die Einteilung der Leistungsbins erfolgte auf Basis von P_n = 20 kW.
Remark:
The bins were calculated based on P_n = 20 kW.
*) Geprüft mit 1% da bei 0% Trennung erfolgt. / Tested with 1% because at 0% the inverter disconnects from the grid.

Abbildung 4-8: Blindleistungsbereitstellung – Blindleistung bei Sollwert Q=maximal übererregt bei U_n (aus [6])

Anhang zum Einheitszertifikat



Die gemessenen Werte am Fronius Symo 20.0-3-M hinsichtlich der

- Einstellgenauigkeit der Blindleistung bzw. des Verschiebungsfaktors
- minimalen Stufung der Blindleistung

sind auch auf die nicht typgeprüften Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M übertragbar.

Das gleiche gilt auch für die ermittelten Einschwingzeiten aus den Q-Übergangsfunktionen:

Q-Übergangsfunktionen: Einstellzeit ($U \approx U_n = 400V$ an EZE-Klemmen)				
Sollwertsprung	Einstellzeit			
	minimal		maximal	
	10% P_n	50% P_n	10% P_n	50% P_n
Q = 0 → Q max, kap	0,596 s	0,489 s	22,72 s	20,47 s
Qmax, kap. → Qmax, ind	1,455 s	0,921 s	34,38 s	30,43 s
Qmax, ind. → Q = 0	0,592 s	0,518 s	21,83 s	16,60 s

Tabelle 4-2: Ergebnisse der ermittelten Einschwingzeiten aus den Q-Übergangsfunktionen (aus [6] bzw.[7])

Es sind folgende Modi für die Blindleistungsbereitstellung vorgesehen:

- konstante Vorgabe einer Blindleistung Q (entweder als Absolutwert oder als prozentualer Wert, bezogen auf die Nennscheinleistung)
- Vorgabe eines $\cos\phi$
- Vorgabe einer $\cos\phi(P)$ - Kennlinie
- Vorgabe einer Q(U) - Kennlinie
- Vorgabe einer Q(P) - Kennlinie

Anhang zum Einheitszertifikat



4.4 Spannungsabhängiges Blindleistungsvermögen

Der mögliche Blindleistungsbereich der Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M in Abhängigkeit der Wirkleistung bzw. der AC-Klemmenspannung ist in Abbildung 4-9 und Abbildung 4-10 dargestellt. Bei Klemmenspannungen im Bereich 82 % bis 115 % bleibt die abgebbare Scheinleistung konstant, bei kleineren Spannungen nimmt die Scheinleistung wie dargestellt ab. In /PB1/ wurde nachgewiesen, dass die Scheinleistung im Bereich 90% bis 110% U_n konstant bleibt. Für die Anlagenzertifizierung ist dies ein ausreichend großer Spannungsbereich.

Laut /H1/ nimmt die Scheinleistung bei Spannungen $< 82\% U_n$ linear mit der Netzspannung ab. Ein Normalbetrieb bei Klemmenspannungen kleiner 80% bzw. größer 115% ist nicht vorgesehen. Bei Spannungen $> 115\%$ erfolgt eine Abschaltung, spätestens bei Spannungen kleiner 80% (bzw. der parametrisierten LVRT-Start-Schwelle) erfolgt der Übergang in den LVRT-Modus.

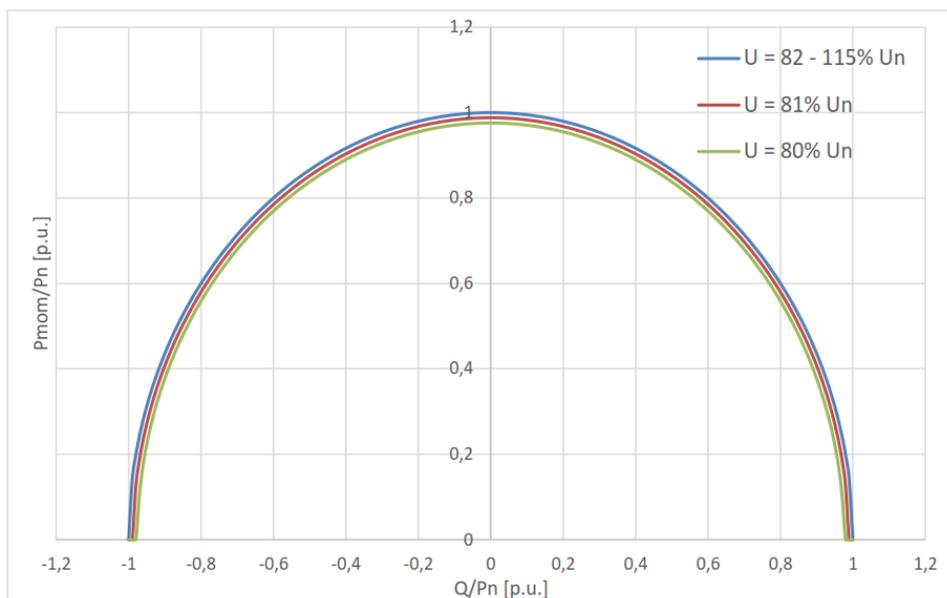


Abbildung 4-9 - möglicher Blindleistungsbereich (aus [8])

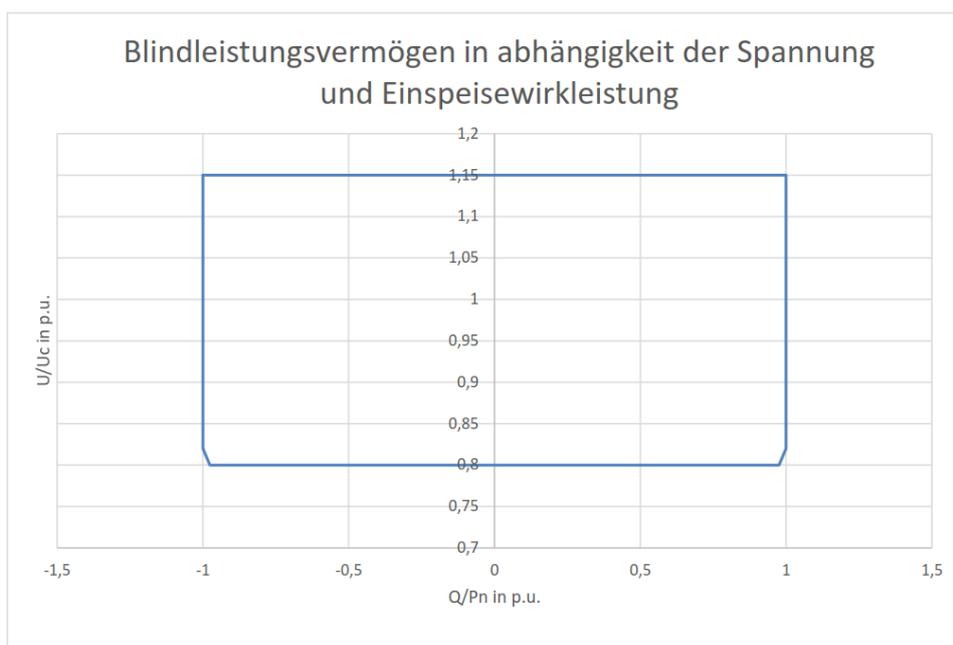


Abbildung 4-10 - Möglicher Blindleistungsbereich (aus [9])

Anhang zum Einheitenzertifikat



4.5 Schutzvermögen und Zuschaltbedingungen

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report					
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system					
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS SYMO 20.0-3-M“					
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS SYMO 20.0-3-M“					
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_1_R5				Seite/Page 1/2	
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW					
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter			Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:		
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH			Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter		
			Nennleistung/200W Rated power P _n : 20.0 kW		
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_1_R5			Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–31.05.2019		
Nenndaten / Rated data:					
Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n		20.0 kVA		Nennstrom I _n Rated current I _n	
Nennfrequenz f _n rated frequency f _n		50 Hz		Nennspannung U _n (P-P) rated Voltage U _n	
				29.0A	
				400V	
Trennung der EZE vom Netz / Cut-off from grid					
<input checked="" type="checkbox"/> Die Überprüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung. / The test of the whole trip circuit led to a successful shut down					
	Einstellwert Setting in pu oder/for Hz		Auslösewert Release value		Abschaltzeit Release time
	[pu]/ [Hz]	[s]	[pu]		[s]
	min. max.	min. max.	min max.		
Spannungssteigerungsschutz / Overvoltage protection: U>	1.1 / 1.3	180 / 0.02	1.00/1.293	1.108/1.297	179.99/0.021 180.014/0.037
Spannungssteigerungsschutz / Overvoltage protection: U>>	1.1 / 1.30	0.1 / 0.02	1.096/1.291	1.104/1.296	0.100/0.028 0.119/0.035
Spannungsrückgangsschutz / Undervoltage protection: U<	0.45 / 0.9	2.4 / 0.02	0.446/0.893	0.45/0.896	2.408/0.025 2.413/0.035
Spannungsrückgangsschutz / Undervoltage protection: U<<	0.45 / 0.9	0.1 / 0.02	0.447/0.894	0.452/0.895	0.105/0.024 0.113/0.032
Frequenzsteigerungsschutz / Overfrequency protection: f>	50.2 / 55.0	5 / 0.06	50.22 Hz	55.01 Hz	5 / 0.074
Frequenzsteigerungsschutz / Overfrequency protection: f>>	50.2 / 55.0	0.1 / 0.06	50.22 Hz	54.99 Hz	0.10/0.06 0.117/0.074
Frequenzrückgangsschutz / Underfrequency protection: f<	45.0 / 47.5	0.1 / 0.06	44.99 Hz	47.50 Hz	0.06/0.1 0.076/0.117
Eigenzeit der Abschalteinheit / Operating time of circuit breaker:	-ms		<input checked="" type="checkbox"/> aus Messung by measurement		
			<input type="checkbox"/> aus Prüfzertifikat by test certificate		

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1074 von 1100

Anhang zum Einheitszertifikat



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS SYMO 20.0-3-M“	
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS SYMO 20.0-3-M“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_1_R5	Seite/Page 2/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/200kW Rated power P _n : 20.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_1_R5	Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–31.05.2019

Nenndaten / Rated data:			
Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n	20.0 kVA	Nennstrom I _n Rated current I _n	29 A
Nennfrequenz f _n rated frequency f _n	50 Hz	Nennspannung U _n (P-P) rated Voltage U _n	400V

Zuschaltbedingungen / Cut-in conditions			
	Einstellbereich / Setting range [pu] oder/ or [Hz]	Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich cut in occurred within the given range	
Spannung / Voltage:	0,8 – 1,0 [pu] // 0.90	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes
Frequenz / Frequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 47.5	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes

Zuschaltbedingungen nach Auslösung des Entkuppelungsschutzes / Cut-in conditions after tripping of protection			
	Einstellbereich / Setting range [pu] oder/ or [Hz]	Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich cut in occurred within the given range	
Unterspannung / Undervoltage:	0,8 – 1,0 [pu] // 0.95	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes
Unterfrequenz / Underfrequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 49.9	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes
Überfrequenz / Overfrequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 50.1	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-12297_1_R5 zusammen.
This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-12297_1_R5
 Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz
measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz
 Bearbeiter/Engineer: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz
 Datum/ Date: 2019-04-30
 Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature _____

*This test report comprises 2 pages total. Copyright by the publisher.
 No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher
 Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 2 Seiten.
 Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.*

Projekt Nr. SGP-12297_1_R5 - Seite 1075 von 1100

Abbildung 4-11 - Auszug aus [6] (Anhang B der TR3, Teil 3 Seite 1-2)

Anhang zum Einheitszertifikat



Die Schutzsysteme der Fronius Wechselrichter Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M sind identisch.

Die Überprüfung

- der Schutzeinrichtung
- des Rückfallverhältnisses
- der Zuschaltbedingungen

am Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-M kann daher auf die beiden anderen Wechselrichter übertragen werden.

Die Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M sind fähig, sich gemäß Vorgabe aus [1] bzw. [2] dem Netz zuzuschalten. Die Netzzuschaltung kann aber auch von überlagerter Stelle (z.B. EZA-Regler) gesteuert werden.

Anhang zum Einheitszertifikat



4.6 Interner NA-Schutz und Eigenschutz

Der interne NA-Schutz der Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M ist identisch aufgebaut und umfasst die Funktionen:

- Spannungsrückgangsschutz $U_{<}$ und $U_{<<}$
- Spannungssteigerungsschutz $U_{>>}$
- Frequenzrückgangsschutz $f_{<}$
- Frequenzsteigerungsschutz $f_{>}$ und $f_{>>}$

In Abbildung 4-12 ist der mögliche Einstellbereich zusammengefasst:

Frequenzsteigerungsschutz $f_{>>}$			Frequenzrückgangsschutz $f_{<}$		
Auslösewert	52,5 Hz		Auslösewert	47,5 Hz	
Einstellbereich*	45 - 65 Hz		Einstellbereich*	45 - 65 Hz	
Schrittweite	0,001 Hz		Schrittweite	0,001 Hz	
Schutzverzögerung	100 ms		Schutzverzögerung	100 ms	
Einstellbereich*	60 - 1000000 ms		Einstellbereich*	60 - 1000000 ms	
Schrittweite	20 ms		Schrittweite	20 ms	
Frequenzsteigerungsschutz $f_{>}$			Spannungsrückgangsschutz $U_{<<}$		
Auslösewert	51,5 Hz		Auslösewert	103,5 V	
Einstellbereich*	45 - 65 Hz		Einstellbereich*	23 - 300 V	
Schrittweite	0,001 Hz		Schrittweite	0,1 V	
Schutzverzögerung	5000 ms		Schutzverzögerung	300 ms	
Einstellbereich*	60 - 1000000 ms		Einstellbereich*	0 - 1000 s	
Schrittweite	20 ms		Schrittweite	20 ms	
Spannungssteigerungsschutz $U_{>>}$			Spannungsrückgangsschutz $U_{<}$		
Auslösewert	287,5 V		Auslösewert	184 V	
Einstellbereich*	23 - 300 V		Einstellbereich*	23 - 300 V	
Schrittweite	0,1 V		Schrittweite	0,1 V	
Schutzverzögerung	100 ms		Schutzverzögerung	1000 ms	
Einstellbereich*	0 - 1000 s		Einstellbereich*	0 - 1000 s	
Schrittweite	20 ms		Schrittweite	20 ms	

Abbildung 4-12 - Schutzeinrichtung/Einstellmöglichkeiten der Wechselrichter Fronius Eco (aus [10])

Anmerkung: Der Tabellenwert „Auslösewert“ bzw. „Schaltverzögerung“ bezeichnet die Standardeinstellung der jeweiligen Schutzfunktion.

Da die Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M, 17.5-3-M und 20.0-3-M über keine Prüfvorrichtung zur Überprüfung der Schutzeinstellungen verfügen, ist bei Einsatz dieser Wechselrichter im Mittelspannungsnetz ein externer NA-Schutz vorzusehen.

Anhang zum Einheitszertifikat



Nach [9] erfolgt eine Abschaltung des Wechselrichters bei Unterschreiten bzw. Überschreiten von Spannungsniveaus aus Gründen des Eigenschutzes, wie sie in Tabelle 4-3 angegeben sind. Die Auslösung des Eigenschutzes erfolgt unabhängig von den Einstellungen des Entkopplungsschutzes.

Betriebsgrenzen der WR --- Eigenschutz	
Spannungsbereich	Bemerkung
0%..60% U_n	Wechselrichter kann max. 3s am Netz betrieben werden
>60% ..<90%* U_n	Wechselrichter kann dauerhaft am Netz im LVRT-Modus betrieben werden.
90%* ..110%* U_n	Dauerbetrieb / Normalbetrieb
>110%* ..115% U_n	Wechselrichter kann dauerhaft am Netz im OVRT-Modus betrieben werden.
>115% U_n	Wechselrichter wird vom Netz getrennt

Bemerkung:
 U_n = Nennspannung der Wechselrichter
*: Die hier angegebenen 90% bzw. 110% Schwellen entsprechen den Standardeinstellungen der LVRT- und OVRT Schwellen des WR. Diese sind projektspezifisch änderbar, um auf die Gegebenheiten (Stichwort „Transformator-Stufenstellerposition“) in der Anlagenanwendung reagieren zu können.

Tabelle 4-3 – Bewertung - Schutz: Eigenschutzgrenzen der Wechselrichter Fronius Symo (nach [9])

Anhang zum Einheitszertifikat



4.7 Kurzschlussstrombeiträge

Im Folgenden sind die Messergebnisse aus [5] zusammengefasst:

Nr.	Kapitel in [6]	Stoßkurzschlussstrom I_p (Scheitelwert Kurzschlussstrom ^{1) 2)})	Kurzschlussstrom 1 Perioden Effektivwert ^{1) 2)}					
			t1+20 ms	t1+100 ms	t1+150 ms	t1+300 ms	t1+500 ms	t1+1000 ms
1	1.1.2 / 1.1.3	1,93 / 1,94	0,789 / 0,749	1,020 / 1,020	1,017 / 1,018	1,016 / 1,017	1,020 / 1,018	0,989 / 0,902
2	1.1.4 / 1.1.5	1,22 / 1,23	1,021 / 0,617	1,024 / 1,023	1,017 / 1,016	1,018 / 1,017	1,018 / 1,019	0,290 / 0,294
3	1.1.7 / 1.1.8	1,48 / 1,47	0,801 / 0,806	1,023 / 1,023	1,015 / 1,023	1,019 / 1,021	1,022 / 1,020	0,232 / 0,341
4	1.1.9 / 1.1.10	1,20 / 1,19	0,648 / 0,621	1,028 / 1,027	1,020 / 1,022	1,020 / 1,021	1,021 / 1,021	0,260 / 0,254
5	1.1.12 / 1.1.13	1,75 / 1,73	0,904 / 0,844	1,018 / 1,018	1,019 / 1,020	1,018 / 1,019	1,019 / 1,020	1,019 / 1,019
6	1.1.14 / 1.1.15	1,07 / 1,06	0,584 / 0,576	0,840 / 0,838	0,837 / 0,837	0,836 / 0,836	0,836 / 0,834	0,836 / 0,836
7	1.1.17 / 1.1.18	1,45 / 1,46	0,900 / 0,903	0,898 / 0,896	0,900 / 0,900	0,899 / 0,870	0,901 / 0,900	0,902 / 0,866
8	1.1.19 / 1.1.20	1,03 / 1,03	0,547 / 0,548	0,781 / 0,783	0,782 / 0,783	0,783 / 0,783	0,779 / 0,784	0,781 / 0,782
9	1.1.21 / 1.1.22	1,71 / 1,75	0,445 / 0,485	0,016 / 0,016	0,005 / 0,004	0,001 / 0,001	0,002 / 0,002	0,001 / 0,001
10	1.1.23 / 1.1.24	1,71 / 1,72	0,615 / 0,577	0,024 / 0,025	0,015 / 0,015	0,013 / 0,013	0,012 / 0,013	0,013 / 0,012
11	1.1.26 / 1.1.27	1,53 / 1,57	0,960 / 0,962	1,013 / 1,012	1,014 / 1,014	1,014 / 1,013	1,014 / 1,014	1,014 / 1,013
12	1.1.28 / 1.1.29	0,64 / 0,62	0,378 / 0,383	0,484 / 0,486	0,485 / 0,486	0,486 / 0,486	0,486 / 0,487	0,487 / 0,488
13	1.1.30 / 1.1.31	0,63 / 0,64	0,316 / 0,324	0,390 / 0,389	0,391 / 0,390	0,390 / 0,391	0,391 / 0,390	0,390 / 0,391
14	1.1.32 / 1.1.33	0,78 / 0,78	0,476 / 0,483	0,587 / 0,598	0,585 / 0,599	0,585 / 0,597	0,584 / 0,599	0,585 / 0,598
15	1.1.34 / 1.1.35	0,91 / 0,94	0,523 / 0,530	0,645 / 0,648	0,645 / 0,645	0,643 / 0,644	0,645 / 0,644	0,644 / 0,645
16	1.1.37 / 1.1.38	1,49 / 1,48	0,975 / 0,973	0,981 / 0,980	0,983 / 0,984	0,983 / 0,982	0,983 / 0,982	0,982 / 0,983

Anhang zum Einheitszertifikat



Nr.	Kapitel in [6]	Stoßkurzschlussstrom I_p (Scheitelwert)	Kurzschlussstrom 1 Perioden Effektivwert ^(1) 2)					
			t_1+20 ms	t_1+100 ms	t_1+150 ms	t_1+300 ms	t_1+500 ms	t_1+1000 ms
17	1.1.39 / 1.1.40	0,62 / 0,61	0,383 / 0,382	0,464 / 0,464	0,462 / 0,462	0,461 / 0,462	0,462 / 0,464	0,463 / 0,464
18	1.1.41 / 1.1.42	0,91 / 0,91	0,499 / 0,495	0,630 / 0,631	0,631 / 0,630	0,631 / 0,631	0,632 / 0,632	0,633 / 0,631
19	1.1.44 / 1.1.45	1,56 / 1,53	0,978 / 0,978	1,011 / 1,011	1,013 / 1,013	1,013 / 1,013	1,012 / 1,012	1,013 / 1,013
20	1.1.47 / 1.1.48	1,44 / 1,41	0,989 / 0,973	0,988 / 0,987	0,989 / 0,988	0,989 / 0,989	0,987 / 0,987	0,988 / 0,988
		Kurzschlussstrom^{1) 2)}	t_1+20 ms	t_1+100 ms	t_1+150 ms	t_1+300 ms	t_1+500 ms	t_1+1000 ms
21	1.1.50 / 1.1.51	0,50 / 0,50	0,319 / 0,322	0,328 / 0,328	0,328 / 0,328	0,369 / 0,364	0,324 / 0,324	0,324 / 0,325
22	1.1.53 / 1.1.54	1,42 / 1,42	0,946 / 0,929	0,887 / 0,885	0,878 / 0,875	0,886 / 0,887	0,885 / 0,887	0,887 / 0,885
23	1.1.55 / 1.1.56	0,39 / 0,38	0,226 / 0,220	0,283 / 0,285	0,282 / 0,282	0,283 / 0,285	0,285 / 0,283	0,285 / 0,286
24	1.1.58 / 1.1.59	1,42 / 1,42	0,979 / 0,979	0,962 / 0,962	0,962 / 0,965	0,962 / 0,964	0,961 / 0,964	0,963 / 0,963
25	1.1.60 / 1.1.61	0,46 / 0,46	0,338 / 0,332	0,359 / 0,357	0,356 / 0,354	0,356 / 0,348	0,356 / 0,348	0,357 / 0,348
26	1.1.63 / 1.1.64	0,50 / 0,50	0,329 / 0,326	0,360 / 0,358	0,355 / 0,357	0,354 / 0,356	0,356 / 0,357	0,357 / 0,354

Bemerkung:

¹ : Gemessener / ermittelter Wert bezogen auf den Nennstrom

² : Angegeben ist der höchste Wert der 3 Phasen

³ : t_1 = Zeitpunkt des Fehlerbeginns

Tabelle 4-4 - Aus [7] ermittelte höchste Kurzschlussstrombeiträge des Wechselrichter Fronius Symo 20.0-3-M (1p.u. = 29 A)

Anhang zum Einheitszertifikat



Die aus den Messungen in [6] ermittelten höchsten Kurzschlussstrombeiträge in p.u. des Fronius Symo 20.0-3-M gelten auch für den nicht typgeprüften Wechselrichter Fronius Symo 15.0-3-M und 17.5-3-M. Dabei ist zu beachten, dass bei Anwendung auf diese beiden Wechselrichter als Bezugswert der jeweilige Nennstrom I_n (1 p.u.) angesetzt wird.

Die notwendigen Parameter zur Berechnung der Kurzschlusswechselströme nach DIN EN 60909-0 werden in Tabelle 4-5 gegeben:

Angabe	Wert		
	15.0-3-M	17.5-3-M	20.0-3-M
Effektivwert des Quellenstroms bei dreipoligen Fehler I_{skPF}	32 A ^{1),2)}		
Effektivwert des Quellenstroms bei zweipoligen Fehler $I_{(1)sk2PF}$	32 A ^{1),2)}		
Effektivwert des Quellenstroms bei einpoligen Fehler $I_{(1)sk1PF}$	32 A ^{1),2)}		
Kurzschlussgegenimpedanz (Herstellerangabe) nur für ganzzahlige k -Faktoren $Z_{(2)PF}$	10,67 Ω ³⁾	9,14 Ω ³⁾	4 Ω ³⁾
Bemerkung: <ol style="list-style-type: none"> Bei Kurzschluss direkt an den AC-Klemmen des Wechselrichters Nach Herstellerangabe beträgt die Überlastkapazität des Wechselrichters im Dauerbetrieb 32 A. Dieser Wert wird als I_{skPF} für Berechnung der Kurzschlusswechselströme nach [5] festgelegt. Nach [5] ist die Mitsystemimpedanz als unendlich anzusetzen. Die Gegensystemimpedanz beträgt 10,67 Ω bzw. 9,14 Ω bzw. 4 Ω ($Z(2) = X(2) = 0,5 \cdot \frac{400 \text{ V}^2}{15 \text{ kW}} = 10,67 \Omega$ bzw. $Z(2) = X(2) = 0,5 \cdot \frac{400 \text{ V}^2}{17,5 \text{ kW}} = 9,14 \Omega$ bzw. $Z(2) = X(2) = 0,5 \cdot \frac{400 \text{ V}^2}{20 \text{ kW}} = 4 \Omega$) 			

Tabelle 4-5 – Notwendige Parameter zur Berechnung der Kurzschlusswechselströme DIN EN 60909-0

Anhang zum Einheitszertifikat



5 Anhang V - Zertifizierungsrelevante Parameter

Tabelle 1: Einstell-Modi

Art der Vorgabe	Min	Max	Schrittweite	Einheit	Änderungsgradient Schrittweite	Änderungsgradient Einheit	Änderungsgradient Wertebereich
Power Reduction	0	100	1	%	1	[%] / sek	1-100, Sonderwert 0xFFFF = 'as fast as possible'
Off	-	-	-	-	-	-	-
Cosphi (P)	Siehe Kennlinie						
Const Qabs	-20.0 kvar	20.00 kvar	0.01 kvar	kvar	10	kVar / sek	
Const Qrel	-100 %	100 %	1 %	%	1	[%] / sek	1-100, Sonderwert 0xFFFF = 'as fast as possible'
Const CosPhi	0	0	0,001	-	0,001	1 / sek	1-100, Sonderwert 0xFFFF = 'as fast as possible'
Q (P)	Siehe Kennlinie						
Q (U)	Siehe Kennlinie						

Tabelle 5-1: Einstell- Modi (aus [9])

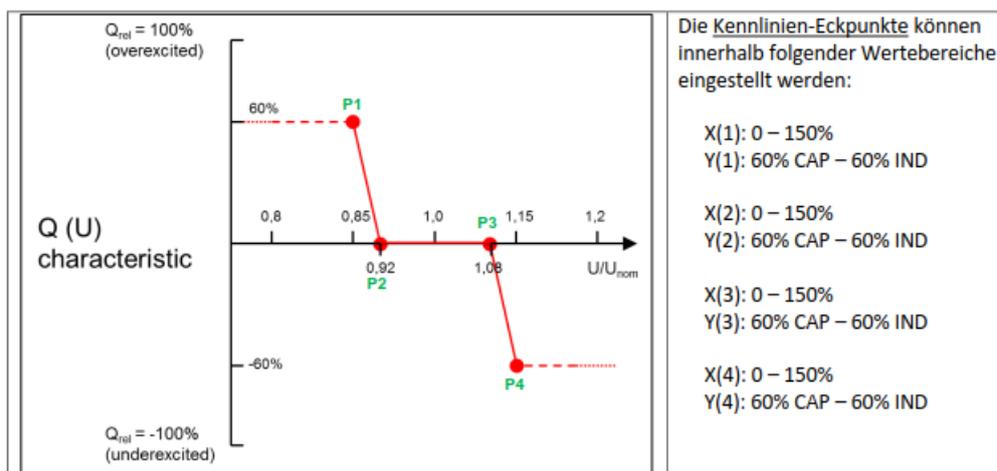


Abbildung 5-1: Q(U)-Kennlinie mit Standard-Parameter (aus [9])

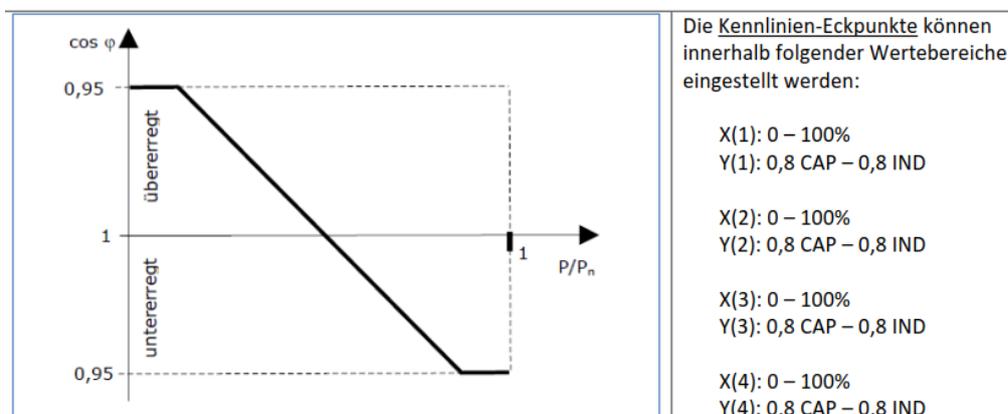


Abbildung 5-2: cos phi (P)-Kennlinie (aus [9])

Anhang zum Einheitszertifikat

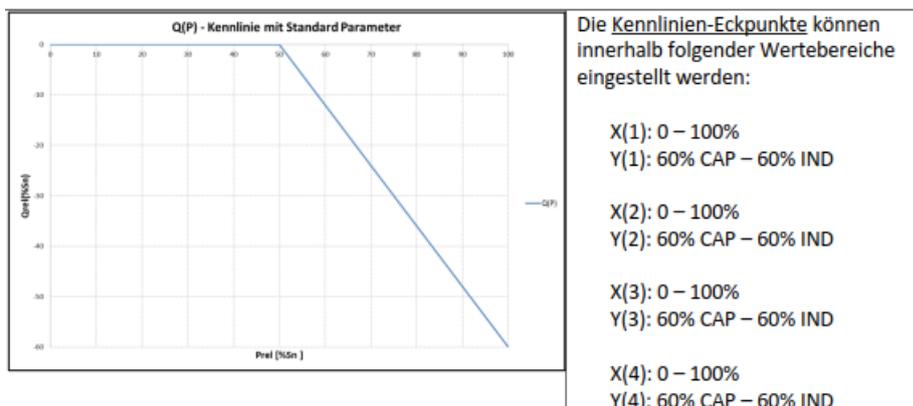


Abbildung 5-3: Q(P)-Kennlinie (aus [9])

description	value	minimum	maximum	unit
UAC Inner Max	287500	23000	300000	[mV]
UAC Inner Min	184000	23000	300000	[mV]
UAC Inner Max Trip Time	5	0	50000	[Perioden]
UAC Inner Min Trip Time	50	0	50000	[Perioden]
UAC Reconnect Outer Max	253000	23000	300000	[mV]
UAC Reconnect Outer Min	207000	23000	300000	[mV]
UAC Outer Max	287500	23000	300000	[mV]
UAC Outer Min	103500	23000	300000	[mV]
UAC Outer Max Trip Time	5	0	50000	[Perioden]
UAC Outer Min Trip Time	15	0	50000	[Perioden]
UAC Longtime Max	253000	23000	300000	[mV]
UAC Longtime Max Trip Time	600	0	15300	[sec]
Anti-Islanding Detection Time	250	0	255	[Perioden]
FAC Inner Max	51500	45000	65000	[mHz]
FAC Inner Min	47500	45000	65000	[mHz]
FAC Inner Max Trip Time	250	3	50000	[Perioden]
FAC Inner Min Trip Time	5	3	50000	[Perioden]
FAC Outer Max	52500	45000	65000	[mHz]
FAC Outer Min	47500	45000	65000	[mHz]
FAC Outer Max Trip Time	5	3	50000	[Perioden]
FAC Outer Min Trip Time	5	3	50000	[Perioden]
FAC Reconnect Outer Max	50200	45000	65000	[mHz]
FAC Reconnect Outer Min	47500	45000	65000	[mHz]
Grid Monitoring Time TH1	30000	1000	900000	[msec]
Grid Monitoring Time RC TH2	600000	1000	900000	[msec]
UAC Outer Limit Mode	1	0	1	[list]
FAC Outer Limit Mode	1	0	1	[list]
UAC Reconnect Limit Mode	5	0	5	[list]
FAC Reconnect Limit Mode	5	0	5	[list]
Anti-Islanding Mode	0	0	2	[list]
UAC LongtimeLimit Mode	0	0	1	[list]
VoltageFaultRideThrough Mode	1	0	1	[list]

Anhang zum Einheitenzertifikat



GridFrequencyDependentPowerReduction Mode	2	0	2 [list]
GradualPowerIncrementAtStartup Mode	1	0	2 [list]
Trip Time Offset Mode	0	0	1 [list]
Setup Configurable Error Delay Time	90000		[msec]
GFDRP Einschaltsschwelle	50200	45000	65000 [mHz]
GFDRP Ausschaltsschwelle max.	50050	45000	65000 [mHz]
GFDRP Derating Gradient	40000	10	300000 [m%/Hz]
GFDRP Return Gradient 1	160	10	100000 [m%/sec]
Softstart Gradient	660	1	100000 [m%/sec]
Manuelle statische Wirkleistungsreduktion	2000000	2500	2000000 [W]
GFDRP Initial Delay Time	0	0	60000 [msec]
GFDRP Zeitkonstante after Initial Delay Time	0	0	60000 [msec]
ReAcPoMo Constant Qrel Value	0		[%]
ReAcPoMo Constant Qabs Value	0		[var]
ReAcPoMo Constant COSPHI Zeitkonstante	100	10	60000 [msec]
ReAcPoMo Constant Qrel Zeitkonstante	100	10	60000 [msec]
ReAcPoMo Constant Qabs Zeitkonstante	100	10	60000 [msec]
ReAcPoMo COSPHI to P - Zeitkonstante	1000	10	60000 [msec]
ReAcPoMo Q to U - Zeitkonstante	5000	10	60000 [msec]
ReAcPoMo Q to P - Zeitkonstante	1000	10	60000 [msec]
Reactive Power Mode	1	0	6 [list]
ReAcPoMo Constant COSPHI Value	1000	-700	700 [10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 00	0	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 01	950	-700	700 [10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 10	10000	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 11	950	-700	700 [10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 20	90000	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 21	-950	-700	700 [10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 30	100000	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 31	-950	-700	700 [10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 00	92000	50000	150000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to U 10	96000	50000	150000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to U 20	104000	50000	150000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to U 30	108000	50000	150000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to P 00	0	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to P 10	25000	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to P 20	25000	0	100000 [m%
ReAcPoMo Characteristics Q to P 30	100000	0	100000 [m%
AC-Nennspannung	230000	95000	335000 [mV]
Internal Trip Time Delay	0	0	50000 [Perioden]
Short Circuit Trip Time	1000	1	60000 [msec]
Automatic Retry Count	3	1	100 [count]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 01	-33000		[m%
ReAcPoMo Characteristics Q to U 11	-33000		[m%
ReAcPoMo Characteristics Q to U 21	33000		[m%

Anhang zum Einheitszertifikat



ReAcPoMo Characteristics Q to U 31	33000			[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 01	0			[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 11	0			[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 21	0			[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 31	0			[m%]
ReAcPoMo Constant cosphi Full Range	1000	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Constant cosphi Full Range Direction	0			[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 01 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 01 Full Range Direction	0			[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 11 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 11 Full Range Direction	0			[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 21 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 21 Full Range Direction	1			[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 31 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 31 Full Range Direction	1			[value]
CosPhi(P) LockIn U-bezogen	120000	80000	120000	[m%]
CosPhi(P) LockOut U-bezogen	80000	80000	120000	[m%]
CosPhi(P) LockOut P-bezogen	0	0	100000	[m%]
Q(U) LockIn P-bezogen	0	0	100000	[m%]
Q(U) LockOut P-bezogen	0	0	100000	[m%]
Q(U) cosphimin	0	0	1000	[10 ⁻³]
Q(P) LockIn U-bezogen	120000	80000	120000	[m%]
Q(P) LockOut U-bezogen	80000	80000	120000	[m%]
Q(P) LockOut P-bezogen	0	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U Initial Delay	0	0	60000	[msec]
ReAcPoMo Characteristics Q to U Offset Factor	0	-1000	1000	[10 ⁻³]
Enable Emergency Mode	0	0	1	[list]
ISO Warning Mode - trafolos	0	0	1	[list]
ISO Error Mode - trafolos	1	0	1	[list]
ISO Warning Threshold Value - trafolos	1000000	100000	10000000	[Ohm]
ISO Error Threshold Value - trafolos	100000	100000	10000000	[Ohm]
FAC Alternative Limit Mode	0	0	1	[list]
FAC Alternative Inner Limit max	50500	45000	65000	[mHz]
FAC Alternative Inner Limit min	49500	45000	65000	[mHz]
FAC Alternative Inner Limit max TripTime	5	3	50000	[Perioden]
FAC Alternative Inner Limit min TripTime	5	3	50000	[Perioden]
IDC Inner Limit Mode	0	0	2	[list]
IDC Outer Limit Mode	1	0	2	[list]
IDC Inner Limit relativ	300	0	10000	[m%]
IDC Outer Limit relativ	300	0	10000	[m%]
IDC Inner Limit absolut	600	0	10000	[mA]
IDC Outer Limit absolut	600	0	10000	[mA]

Anhang zum Einheitszertifikat



IDC Inner Limit TripTime	150	0	10000	[msec]
IDC Outer Limit TripTime	90	0	10000	[msec]
Anti-Islanding ProfiMenü	1			[list]
Enable SPUI-Notification	0			[list]
Rocof Mode	0	0	1	[list]
Rocof Frequency Limit	2500	50	99999	[mHz/sec]
Rocof TimeOut / TripTime	200	50	16000	[msec]
Power Ramp-Up Mode	0	0	1	[list]
Power Ramp-Up Value	300	0	100000	[m%/sec]
Power Ramp-Down Mode	0	0	1	[list]
Power Ramp-Down Value	300	0	100000	[m%/sec]
Datamanager Sync Check Mode	0	0	1	[list]
Datamanager Sync Fail Inverter Behaviour	0	0	0	[list]
Irradiation Ramp-Up Mode	0	0	1	[list]
Irradiation Ramp-Up Value	167	0	200000	[m%/sec]
Irradiation Ramp-Down Mode	0	0	1	[list]
Irradiation Ramp-Down Value	167	0	200000	[m%/sec]
AC-Nennfrequenz	50000			[mHz]
Anti-Islanding Quality Factor	2000	100	10000	[mValue]
GFDPR Ausschaltsschwelle min	45000	45000	65000	[mHz]
GFDPR Frequency Test Time	0	0	600000	[msec]
GFDPR Return Gradient 1 Alternative	5000	10	100000	[m%/sec]
GFDPR Return Gradient 2	5000	10	100000	[m%/sec]
GFDPR 'Use Return Gradient 2' Mode	0	0	1	[value]
GFDPR 'Return Gradient 1 Alternative' Enable Threshold	100000	0	100000	[m%]
GVDPR Mode	0	0	1	[list]
GVDPR Enable Limit	253000	208000	300000	[mV]
GVDPR Derating Gradient	8700	10	100000	[m%/V]
GVDPR Change Time Constant	10000	0	600000	[msec]
GVDPR Event Message	0	0	1	[list]
NL Mon Mode Filter	0	0	3	[list]
NL Mon UAC Outer Min	150000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Outer Min TripTime	20	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Inner Min	180000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Inner Min TripTime	20	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Inner Max	270000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Inner Max TripTime	20	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Outer Max	287500	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Outer Max TripTime	20	5	100	[Perioden]
GFDPR - P bei StopFrequenz Überfrequenz	0	-100000	0	[m%]
GFDPR - P bei StopFrequenz Unterfrequenz	0	0	100000	[m%]
GFDPR - Derating Strategie	0	0	1	[list]
GFDPR - Aktive Netzstützung	1	0	1	[list]
GFDPR - StopFrequenz bei Überfrequenz	52000	45000	65000	[mHz]
GFDPR - StopFrequenz bei Unterfrequenz	48000	45000	65000	[mHz]

Anhang zum Einheitenzertifikat



GFDPR - Einschaltfrequenz bei Unterfrequenz	49800	45000	65000 [mHz]
GFDPR - Ausschaltgrenze Unterfrequenz max.	52000	45000	65000 [mHz]
GFDPR - Ausschaltgrenze Unterfrequenz min.	49900	45000	65000 [mHz]
GFDPR - Derating Gradient Unterfrequenz	40000	0	100000 [m%/Hz]
GFDPR - Bezugsgröße Überfrequenz	0	0	2 [value]
GFDPR time before increasing to Pnom	0	0	100000 [msec]
GVDPR - Aktive Netzstützung	0	0	1 [list]
GVDPR - Einschaltsschwelle für Unterspannungsderating	200000	200000	250000 [mV]
GVDPR - Gradient der Leistungsreduktion bei Unterspannung	10	10	100000 [m%/V]
Schnelle UAC Abschaltung	1	0	1 [value]
Schnelle UAC Abschaltung TripTime	500	100	20000 [usec]
Redundante Frequenzmessung	1	0	1 [value]
Redundante Spannungsmessung	1	0	1 [value]
Batterie SOC Limit AGF max	90000	0	100000 [m%]
Batterie SOC Limit AGF min	10000	0	100000 [m%]
Batterie SOC Limits AGF Valid Flag	0	0	1 [value]
P/Q Priority Mode	0	0	1 [value]
UAC Middle Limit Mode	0	0	1 [list]
UAC Middle Min	100000	23000	300000 [mV]
UAC Middle Min Trip Time	9	0	50000 [Perioden]
UAC Middle Max	280000	23000	300000 [mV]
UAC Middle Max Trip Time	9	0	50000 [Perioden]
NL Mon UAC Middle min	100000	23000	300000 [mV]
NL Mon UAC Middle min TripTime	50	5	100 [Perioden]
NL Mon UAC Middle max	280000	23000	300000 [mV]
NL Mon UAC Middle max TripTime	50	5	100 [Perioden]
GVDPR - Bezugsgröße bei steigender Spannung	1	0	2 [value]
NL Mon Outer Limits Mode	1	0	1 [list]
NL Mon Middle Limits Mode	0	0	1 [list]
Microgrid Mode	0		[list]
FRT Detection Mode Region 1	2	0	2 [list]
FRT Current Calc Mode Region 1	5	0	5 [list]
FRT Threshold Static Region 1	110000	0	200000 [m%]
FRT Threshold Dynamic Region 1	110000	0	200000 [m%]
FRT k Factor Positive Sequence Region 1	2000	0	10000 [mValue]
FRT k Factor Negative Sequence Region 1	2000	0	10000 [mValue]
FRT Detection Mode Region 2	2	0	2 [list]
FRT Current Calc Mode Region 2	5	0	5 [list]
FRT Threshold Static Region 2	90000	0	200000 [m%]
FRT Threshold Dynamic Region 2	90000	0	200000 [m%]
FRT k Factor Positive Sequence Region 2	2000	0	10000 [mValue]
FRT k Factor Negative Sequence Region 2	2000	0	10000 [mValue]
FRT Detection Mode Region 3	2	0	2 [list]
FRT Current Calc Mode Region 3	2	0	5 [list]
FRT Threshold Static Region 3	0	0	200000 [m%]
FRT Threshold Dynamic Region LV3	0	0	200000 [m%]
FRT k Factor Positive Sequence Region 3	2000	0	10000 [mValue]
FRT k Factor Negative Sequence Region 3	2000	0	10000 [mValue]
NL Mon Mode Leistungsteil	0	0	3 [list]
UAC Reconnect Limit Inner Max	253000	23000	300000 [mV]
UAC Reconnect Limit Inner Min	218500	23000	300000 [mV]
FAC Reconnect Limit Inner Max	50100	45000	65000 [mHz]
FAC Reconnect Limit Inner Min	49900	45000	65000 [mHz]

Tabelle 5-2: Standardparameter des Wechselrichters (aus [6])