



BUREAU
VERITAS

Einheitenzertifikat

Antragsteller: Huawei Technologies Co., Ltd.
Adresse: Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129 P.R. China

Typ Erzeugungseinheit:

Technische Daten:

**Technische Daten
(ermittelt durch Messungen):**

Firmware Version:

Software Version:

Validiertes Einheitenmodell:

Netzgebundener Photovoltaikwechselrichter	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Nennwirkleistung:	50 kW	60 kW	
Nennscheinleistung:	50 kVA	60 kVA	
Max. Scheinleistung:	55 kVA	66 kVA	
AC-Nennspannung:	400 / 230 V (3~ + (N) + PE)		480 V (3~ + PE)
Nennfrequenz:	50 Hz		
Max. Wirkleistung $P_{E_{max}}$ / Max. Wirkleistungs-Spitzenwert P_{600} :	1)	66,58 KW	66,88kW
V300R001D01 oder höher			
V300R001 or higher			
Modell-Datei:	Huawei_20-0275_0_TR4_SUN2000-50-60KTL-M0_V1.zip		
Identifikationsnummer (MD5):	50a3725f3ac55cde279e7f27007263de		

Netzanschlussregel:

VDE-AR-N 4110:2018-11 – Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung) [1]

VDE-AR-N 4120:2018-11 – Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung) [2]

**Mitgeltende Normen /
Richtlinien:**

Technische Richtlinien:

FGW TR 3 Rev. 25 [3], FGW TR 4 Rev. 09 [4], FGW TR 8 Rev. 09 [5]

Die im Zertifikat aufgeführte Erzeugungseinheit wurde nach den, in der Netzanschlussregel referenzierten, technischen Richtlinien geprüft und zertifiziert. Die in der Netzanschlussregel geforderten elektrischen Eigenschaften werden erfüllt:

- Quasistationärer Betrieb
- Dynamische Netzstützung (Blindstromcharakteristik gemäß TAR Mittelspannung und TAR Hochspannung)
- Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement
- Wirkleistungsanpassung in Abhängigkeit der Netzfrequenz
- Schutztechnik und Schutzeinstellungen auf Einheitenenebene (Anmerkung im Anhang S.54) ²⁾
- Netzzurückwirkungen

Es bestehen keine Einschränkungen und Abweichungen. (* Eine Prüfklemmleiste ist bei Bedarf separat nachzurüsten.)

¹⁾ Die Wirkleistungsergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400V) können auf den SUN2000-50KTL-M0 relativ (über den Faktor $P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0} (400V)$) übertragen werden.

Einschränkungen und Abweichungen:

²⁾ Eine Prüfklemmleiste ist bei Bedarf separat nachzurüsten

Der Hersteller hat die Zertifizierung des Qualitätsmanagementsystems seiner Fertigungsstätte nach ISO 9001 nachgewiesen.

Das Zertifikat beinhaltet folgende Angaben:

- Technische Daten der Erzeugungseinheit, der eingesetzten Hilfseinrichtungen und der verwendeten Softwareversion;
- den schematischen Aufbau der Erzeugungseinheit;
- zusammengefasste Angaben zu den Eigenschaften der Erzeugungseinheit.

Das Zertifikat besteht aus 87 Seiten (inklusive Anhang von 86 Seiten).

Projektnummer : 18TH0225

Zertifikatsnummer : 20-0275_1 ³⁾

Ausstellungsdatum : 2021-03-12

Zertifizierungsprogramm : NSOP-0032-DEU-ZE-V01

Gültig bis : 2025-04-23

³⁾ Deutsche Übersetzung des Deckblatts des auf Englisch ausgestellten Zertifikats 20-0275_1.

Zertifizierungsstelle

Holger Schaffer



Zertifizierungsstelle der Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17065
Eine auszugsweise Darstellung des Zertifikats bedarf der schriftlichen Genehmigung der Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Description of the revisions of certificate 20-0275_1	
Rev. 0	First issue
Rev. 1	Change in front page: • Technical data determined by measurements added • Software version added Change in Annex 1 – Guidelines, test reports and documents: Reference report number of [7], [9], [10], [11], [12], [13], [14] and [15] corrected and updated. Change in Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data): Figure 7 updated due to update of [14] Change in Annex 3 – Extract from the test report: • 3.1 Power quality [10] updated due to typing error of the frequency unit in the harmonics results and update of [10] • 3.2 Active power [7] & [11]: updated due to update of [7] and [11] • 3.3 Reactive power [11]: updated due to update of [11] • 3.4 Protection system (on PGU level) [12]: updated due to update of [12] Change in Annex 5 – Certification-relevant parameters: Parameter list updated (correction due to erroneous interchanging of identification of the firmware and software version).

Annexes included in certificate 20-0275_1

Contents

1	Annex 1 – Guidelines, test reports and documents	4
2	Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)	6
2.1	Technical data of the power generating unit (Manufacturer's data) [13]	6
2.2	Description of the power generating unit	8
2.3	Description of software version and interfaces	11
3	Annex 3 – Extract from the test report	16
3.1	Power quality [10]	16
3.2	Active power [7] & [11]	31
3.3	Reactive power [11]	38
3.4	Protection system (on PGU level) [12]	51
3.5	Self-protection [14]	56
3.6	Quasi-static operation [7]	57
3.7	Fault ride through capability [7]	58
3.8	Short-circuit current contributions	59
4	Annex 4 – Validated simulation model	66
4.1	General information about the simulation model [8]:	66
4.2	Description of the PGU simulation model [8]:	67
4.3	Model parameters [8]	70
4.4	Model application guide [8]	75
4.5	Scope of the validation and plausibility tests [8]	76
4.6	Results of Validating simulation models (PGU) [8]	77
5	Annex 5 – Certification-relevant parameters	81

1. Annex 1 – Guidelines, test reports and documents

This certificate is based on following guidelines, test reports and documents:

Reference	Guidelines
[1]	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung), VDE-AR-N 4110:2018-11 / <i>Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the medium voltage network (TCR medium voltage), VDE-AR-N 4110:2018-11</i>
[2]	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung), VDE-AR-N 4120:2018-11 / <i>Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the high voltage network (TCR high voltage), VDE-AR-N 4120:2018-11</i>
[3]	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 Höchstspannungsnetz, Revision 25, Stand 01.09.2018 / <i>Technical Guidelines for Power Generating Units and Systems PART 3 (TG3), Determination of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems, Storage Systems as well for their Components in Medium-, High- and Extra-High Voltage Grids, Revision 25, Dated 01/09/2018</i>
[4]	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 09, Stand 01.02.2019 / <i>Technical Guidelines for Power Generating Units and Systems PART 4 (TG4), Demands on Modelling and Validating Simulation Models of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems, Storage Systems as well as their Components, Revision 09, Dated 01/02/2019</i>
[5]	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten, -anlagen und Speicher sowie für deren Komponenten TEIL 8 (TR8), Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz, Revision 09, Stand 01.02.2019 / <i>Technical Guidelines for Power Generating Units, Systems and Storage Systems as well as for their Components PART 8 (TG8), Determination of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems, Storage Systems as well for their Components in Medium-, High- and Extra-High Voltage Grids, Revision 09, Dated 01/02/2019</i>
[6]	Kurzschlussströme in Drehstromnetzen Teil 0: Berechnung der Ströme, DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12 / <i>Short-circuit currents in three-phase a.c. systems Part 0: Calculation of currents (IEC 60909-0:2016)</i>

Reference	Test reports
[7]	18TH0225_TR3_1 TG3 test report according to FGW TG3 Rev.25, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 11. Mar. 2021 including all test results of further reference reports: • PVDEM180321C32_0 (marked as [Ref 1] in test report and extract from test report) (Bureau Veritas CPS (H.K.) Ltd., Taoyuan Branch, Datum: 2018-05-25) • 18TH0225_4120_TR3_0 (marked as [Ref 2] in test report and extract from test report) (Bureau Veritas CPS Germany GmbH, Datum: 2018-07-20)
[8]	18TH0225_TR4_1 TG4 test report according to FGW TG4 Rev.09, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 22. Apr. 2020
[9]	18TH0225_TR8_3 TG8 evaluation report according to FGW TG8 Rev.09, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 11. Mar. 2021

1. Annex 1 – Guidelines, test reports and documents

[10]	18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0 Extract from the TG3 test report, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 11. Mar. 2021
[11]	18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0 Extract from the TG3 test report, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 11. Mar. 2021
[12]	18TH0225_TR3_1_excerpt-part_3_0 Extract from the TG3 test report, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 11. Mar. 2021

The compliance to the grid connection regulation of the power generating units is shown by the results in the test report (18TH0225_TR3_1) which includes all type tests stated in the certificate. The type tests were conducted by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH.

The compliance to the grid connection regulation of the simulation models is verified by the validation report (18TH0225_TR4_1). The simulations were conducted by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH.

The summary of the grid connection regulation compliant certification of the units

- SUN2000-50KTL-M0
- SUN2000-60KTL-M0 (400 V) / (480 V)

is stated in the certification report (18TH0225_TR8_3).

Reference	Certification-relevant documents provided by manufacturer
[13]	Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter, dated 06/03/2021: F.0_xxx_xxx_TR3_Manufacturer certificate_50KTL-M0-400V_V1.1 F.0_xxx_xxx_TR3_Manufacturer certificate_60KTL-M0-400V_V1.1 F.0_xxx_xxx_TR3_Manufacturer certificate_60KTL-M0-480V_V1.1
[14]	Parameter list, dated 06/03/2021: F.2_Huawei_SUN2000-60KTL-M0&50KTL-M0_Parameter list_V1.1
[15]	Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11, dated 10/03/2021: F.4_Huawei_SUN2000-60KTL-M0&50KTL-M0_Declaration of manufacturer_V1.1

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

2.1. Technical data of the power generating unit (Manufacturer's data) [13]

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten eines Photovoltaik-Wechselrichters vom Typ SUN2000-50KTL-M0			
Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter of the type SUN2000-50KTL-M0			
Datum / Date: 2021-03-06		Seite/Page 1/1	
1 Allgemeines und Ausgangsgrößen		General and Output values	
1 Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	manufacturer	
2 Typenbezeichnung	SUN2000-50KTL-M0	type name	
3 Einspeisung (einphasig/dreiphasig)	three-phase	no. of phases (single-phase/three-phase)	
4 Nennscheinleistung	50	kVA	rated apparent power
5 Nennwirkleistung	50	kW	rated active power
6 AC-Nennspannung	400	V	rated AC-voltage
7 AC-Nennfrequenz	50	Hz	rated frequency
8 Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (I _p nach IEC 60909-0)	0.175	kA	contribution to initial short circuit current (I _p according to IEC 60909-0)
2 DC Eingangsgrößen		DC Input	
1 Min. MPP-Spannung	200	V	min. MPP voltage
2 Max. MPP-Spannung	1000	V	max. MPP voltage
3 Max. PV-Eingangsspannung	1100	V	max. DC input voltage
4 Max. PV-Eingangsstrom	132	A	max. DC input current
5 Max. Modulleistung	56.2	kW _p	max. peak power
3 Wechselrichter-Leistungsteil		Converter-Power section	
1 Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	manufacturer	
2 Typenbezeichnung	SUN2000-50KTL-M0	type name	
3 Nennscheinleistung	50	kVA	rated apparent power
4 Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	without	generic type (HF/LF-transformer, without)	
5 Taktfrequenz	18	kHz	pulse rate of inverter
6 Art der Leistungsregelung (MPPT)	Advanced Climb	generic type of power control (MPPT)	
7 Software-Version	V300R001	software version	
4 Sonstige elektrische Komponenten		Other electric components	
1 Art der Netzkopplung	3 (N) - + PE	generic type of interconnection	
2 - Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	- manufacturer	
3 - Typenbezeichnung	SUN2000-50KTL-M0	- type	
4 Netzschutz integriert: (Ja/Nein)	Yes	integrated grid protection (Yes/No)	
5 Netzschutzhersteller	Xiamen HongFa Electroacoustic Co.,LTD	grid protection manufacturer	
6 - Typenbezeichnung	HF167F-G/12-HF	- type	
7 Typenbezeichnung der Abschalteinheit (angeordnet vom Netzschutz)	Santon XBP+3610/4	circuit breaker type controlled by the grid protection	
8 Oberschwingungsfilter (ja/nein)	Yes	harmonic filter (yes/no)	
5 Typenprüfung		Type test	
1 Prüfbehörde	Bureau Veritas CPS	testing authority	
2 Aktenzeichen	18TH0225	reference	
3 Seriennummer des Wechselrichters	2101073873ESK900015	serial number of converter	

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer

ZHAO YA ZHU

Stempel, Datum, Unterschrift
stamp, date, signature

Der Hersteller des PV-Wechselrichters bestätigt, dass der PV-Wechselrichter, dessen elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, hinsichtlich seiner technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.
The manufacturer of the PV-Converter confirms that the PV-Converter whose power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to its technical data

F.0 BUREAU VERITAS CPS Germany – Manufacturer's declaration / V01 09/19

Figure 1 – Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter
- SUN2000-50KTL-M0 from [13]

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten eines Photovoltaik-Wechselrichters vom Typ SUN2000-60KTL-M0 Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter of the type SUN2000-60KTL-M0			
Datum / Date: 2021-03-06			Seite/Page 1/1
1 Allgemeines und Ausgangsgrößen		General and Output values	
1	Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	manufacturer
2	Typenbezeichnung	SUN2000-60KTL-M0	type name
3	Einspeisung (einphasig/dreiphasig)	three-phase	no. of phases (single-phase/three-phase)
4	Nennscheinleistung	60	kVA rated apparent power
5	Nennwirkleistung	60	kW rated active power
6	AC-Nennspannung	400	V rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	0.21	kA contribution to initial short circuit current (i_p according to IEC 60909-0)
2 DC Eingangsgrößen		DC Input	
1	Min. MPP-Spannung	200	V min. MPP voltage
2	Max. MPP-Spannung	1000	V max. MPP voltage
3	Max. PV-Eingangsspannung	1100	V max. DC input voltage
4	Max. PV-Eingangsstrom	132	A max. DC input current
5	Max. Modulleistung	67.4	kW _p max. peak power
3 Wechselrichter-Leistungsteil		Converter-Power section	
1	Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	manufacturer
2	Typenbezeichnung	SUN2000-60KTL-M0	type name
3	Nennscheinleistung	60	kVA rated apparent power
4	Art (HF/NF-Trafo, trafoles)	without	generic type (HF/LF-transformer, without)
5	Taktfrequenz	18	kHz pulse rate of inverter
6	Art der Leistungsregelung (MPPT)	Advanced Climb	generic type of power control (MPPT)
7	Software-Version	V300R001	software version
4 Sonstige elektrische Komponenten		Other electric components	
1	Art der Netzkapplung	3~ + (N) + PE / 3~ + PE	generic type of interconnection
2	- Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	- manufacturer
3	- Typenbezeichnung	SUN2000-60KTL-M0	- type
4	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	Yes	integrated grid protection (Yes/No)
5	Netzschutzhersteller	Xiamen HongFa Electroacoustic Co.,LTD	grid protection manufacturer
6	- Typenbezeichnung	HF167F-G/12-HF	- type
7	Typenbezeichnung der Abschalteneinheit (angesteuert vom Netzschutz)	Santon XBHP+3610/4	circuit breaker type controlled by the grid protection
8	Oberschwingungsfilter (ja/nein)	Yes	harmonic filter (yes/no)
5 Typenprüfung		Type test	
1	Prüfbehörde	Bureau Veritas CPS	testing authority
2	Aktenzeichen	18TH0225	reference
3	Seriennummer des Wechselrichters	2101073871ESK900009	serial number of converter

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer

ZHAO YAZHU

Stempel, Datum, Unterschrift
 stamp, date, signature

Der Hersteller des PV-Wechselrichters bestätigt, dass der PV-Wechselrichter, dessen elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, hinsichtlich seiner technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.

The manufacturer of the PV-Converter confirms that the PV-Converter whose power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to its technical data

F.0 BUREAU VERITAS CPS Germany – Manufacturer's declaration / V01 09/19

Figure 2 – Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter - SUN2000-60KTL-M0 (400 V) from [13]

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten eines Photovoltaik-Wechselrichters vom Typ SUN2000-60KTL-M0 Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter of the type SUN2000-60KTL-M0			
Datum / Date: 2021-03-06			Seite/Page 1/1
1 Allgemeines und Ausgangsgrößen		General and Output values	
1	Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	manufacturer
2	Typenbezeichnung	SUN2000-60KTL-M0	type name
3	Einspeisung (einphasig/dreiphasig)	three-phase	no. of phases (single-phase/three-phase)
4	Nennscheinleistung	60	kVA rated apparent power
5	Nennwirkleistung	60	kW rated active power
6	AC-Nennspannung	480	V rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	0.175	kA contribution to initial short circuit current (i_p according to IEC 60909-0)
2 DC Eingangsgrößen		DC Input	
1	Min. MPP-Spannung	200	V min. MPP voltage
2	Max. MPP-Spannung	1000	V max. MPP voltage
3	Max. PV-Eingangsspannung	1100	V max. DC input voltage
4	Max. PV-Eingangsstrom	132	A max. DC input current
5	Max. Modulleistung	67.4	kW _p max. peak power
3 Wechselrichter-Leistungsteil		Converter-Power section	
1	Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	manufacturer
2	Typenbezeichnung	SUN2000-60KTL-M0	type name
3	Nennscheinleistung	60	kVA rated apparent power
4	Art (HF/NF-Trafo, trafoles)	without	generic type (HF/LF-transformer, without)
5	Taktfrequenz	18	kHz pulse rate of inverter
6	Art der Leistungsregelung (MPPT)	Advanced Climb	generic type of power control (MPPT)
7	Software-Version	V300R001	software version
4 Sonstige elektrische Komponenten		Other electric components	
1	Art der Netzkapplung	3~ + (N) + PE / 3~ + PE	generic type of interconnection
2	- Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.	- manufacturer
3	- Typenbezeichnung	SUN2000-60KTL-M0	- type
4	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	Yes	integrated grid protection (Yes/No)
5	Netzschutzhersteller	Xiamen HongFa Electroacoustic Co.,LTD	grid protection manufacturer
6	- Typenbezeichnung	HF167F-G/12-HF	- type
7	Typenbezeichnung der Abschalteneinheit (angesteuert vom Netzschutz)	Santon XBHP+3610/4	circuit breaker type controlled by the grid protection
8	Oberschwingungsfilter (ja/nein)	Yes	harmonic filter (yes/no)
5 Typenprüfung		Type test	
1	Prüfbehörde	Bureau Veritas CPS	testing authority
2	Aktenzeichen	18TH0225	reference
3	Seriennummer des Wechselrichters	2101073871ESK900009	serial number of converter

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer

ZHAO YAZHU

Stempel, Datum, Unterschrift
 stamp, date, signature

Der Hersteller des PV-Wechselrichters bestätigt, dass der PV-Wechselrichter, dessen elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, hinsichtlich seiner technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.

The manufacturer of the PV-Converter confirms that the PV-Converter whose power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to its technical data

F.0 BUREAU VERITAS CPS Germany – Manufacturer's declaration / V01 09/19

Figure 3 – Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter - SUN2000-60KTL-M0 (480 V) from [13]

2.2. Description of the power generating unit

The photovoltaic converter converts DC voltage, generated by photovoltaic modules, into AC voltage. The units are three-phase.

The unit provides two relays in series in all output conductors. When single fault applied to one relay, alarm an error code in display panel, another redundant relay provides basic insulation maintained between the PV array and the mains. All the relays are tested before each start up.

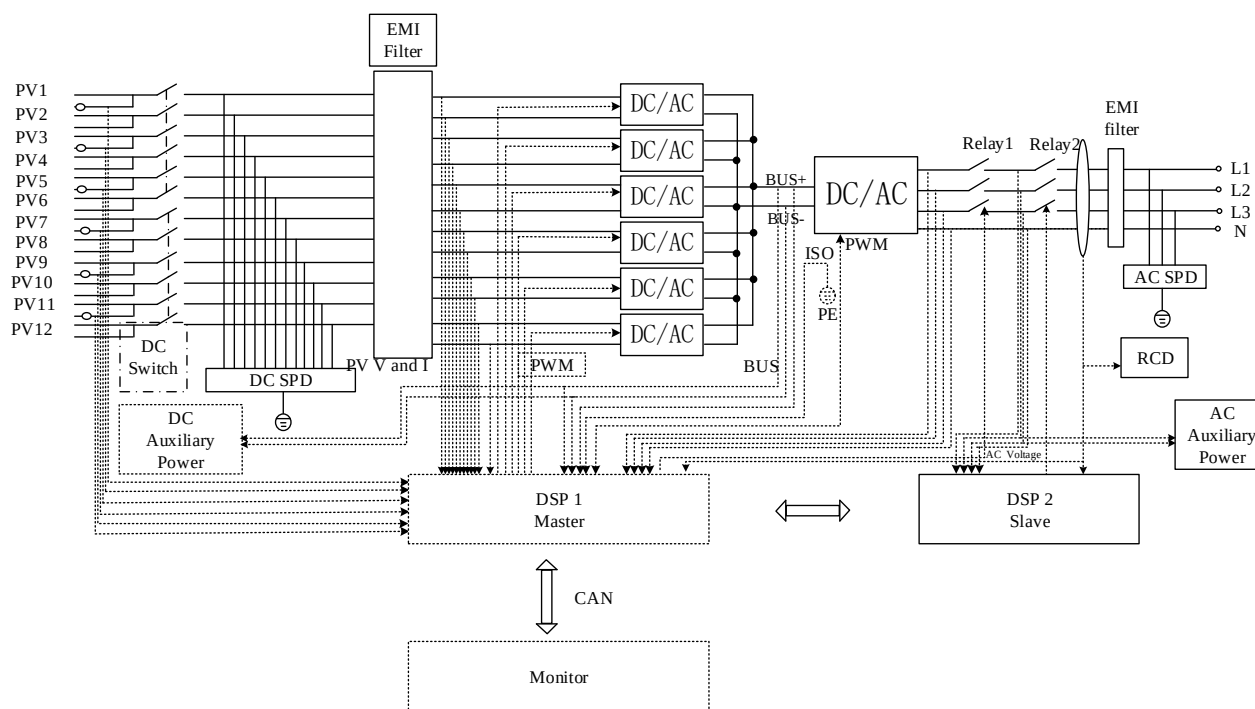


Figure 4 – Block diagram of the power circuit

The units in der series are identical hardware platform. The implemented control and firmware is identical in all units. There is no difference regarding AC behaviour between the PGU-types apart from the output voltage / power rating deviation and current limitation of each unit.

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Description of the remote control in a typical installation (Figure 5) (Manufacturer's data):

A Smart Logger (data collector) can be connected to a SUN2000 system (including up to 30 units recommended by manufacturer) connected in series via RS485 communication cable (using MODBUS-RTU communication protocol). The length of the communication cable should be limited to max. 1000 m (for RS485 bus using 9600 baud rate). A wireless communication device can be connected to the Smart Logger via dry contact for active / reactive power control. The Ethernet-interface and corresponding WebUI "Data Collector Web" are available for setting / controlling active / reactive power and parameter configuration.

There are no differences regarding the setpoint accuracy and settling / response times between the interfaces / software tools.

Hereby, the pick-up of a new setpoint of P, Q and $\cos\phi$ is guaranteed within 2 s.

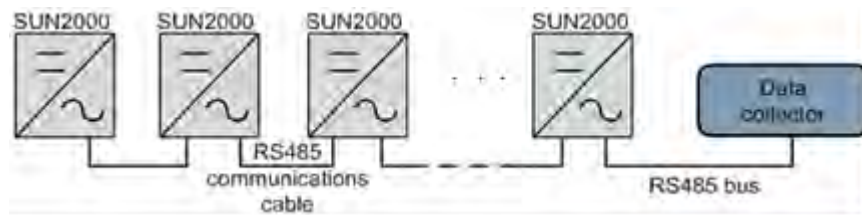


Figure 5 – Scheme of an installation

Description of the connection to the remote-control receiver (Figure 6) (Manufacturer's data):

A generating station can receive the signal from the State Load Dispatch Centre or Regional Load Dispatch Centre for regulation of the active and reactive power output using the Smart Logger (data acquisition device).

The remote-control receiver can be connected to the Smart Logger using dry contact for active / reactive power control, which is connected to the inverters via RS485/MBUS.

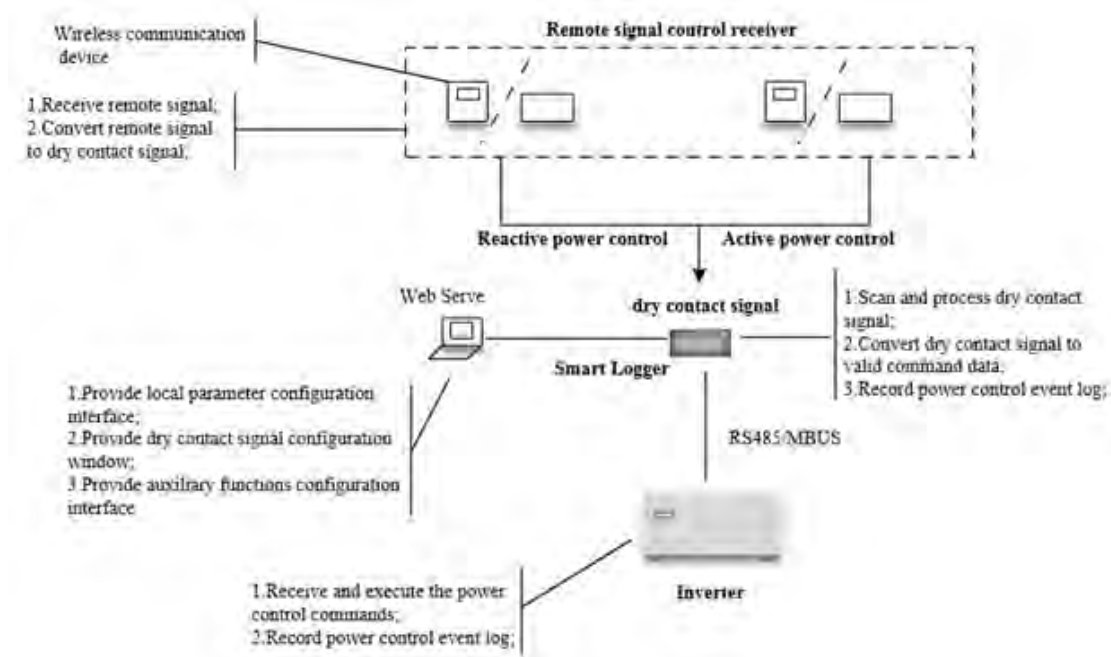


Figure 6 – Connection of the remote-control receiver in an installation

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)**2.3. Description of software version and interfaces**

Following is the software and firmware version used for the TG3 testing [14]:

4. Main Components of the regulating system	
Main components of the control system with firmware and software	
Main component(s) of the control system	Control system integrated in the PGU
Firmware version	V300R001D01
Software version	V300R001

Figure 7 – Software and firmware version used for the TG3 testing from [14]

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Following are the interfaces provided for active and reactive power setting [14]:

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

6. Relevant parameters for the electrical behaviour

Reading out the parameters

- ☒ The parameters can be read out using the following software.

Name:	SmartLogger WebUI and SUN2000 APP
Version:	SmartLogger:V200R002 SUN2000 APP:3.2.00.002

- ☐ The parameters can be read out using the display in the control system.

7. Interfaces

7.1. Active power specification

Interfaces for the active power reduction by defined set point

Following interfaces for control of the active power provision are provided on the PGU level:

- connect a mobile phone that runs the SUN2000 app to the inverter using a Bluetooth module, a WLAN module, or a USB data cable for active power setting using parameter *Fixed active power derated* or *Active power percentage derating*;



IL01H00003

- connect the inverter to Smartlogger via MBUS or RS485 for active power setting using the WebUI using the parameter *Fixed active power derated* or *Active power percentage derating*.



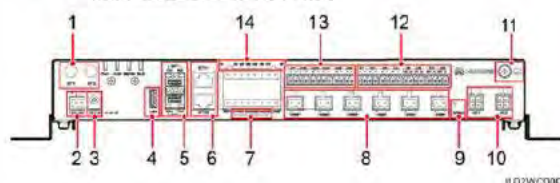
IL01H00004

- connect the inverter to Smartlogger via MBUS or RS485, the digital interfaces DI1, DI2, DI3, DI4 of the Smartlogger can be connected to the dry contacts for active power setting.

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 welzhao.zheng@de.bureauveritas.com

Figure 2-4 SmartLogger2000-10/10-B/11-B bottom



14	DI1-DI8	Digital parameter input	Connects to a dry contact input. GND1 and GND2 are grounding ports for DI signals.
----	---------	-------------------------	--

8.1.2 DI Active Scheduling

NOTICE

- When setting this function, ensure that the DI port for customized control is not occupied. Otherwise, the setting will fail.
- Before setting this function, ensure that the SmartLogger is properly connected to the Ripple Control Receiver.

Parameter	Description
Active Power Control Mode	Set this parameter to DI active scheduling .
DI NOTE The DI parameters include DI1 , DI2 , DI3 , DI4 , and Percentage(%).	- Supports 16 levels of percentages. "N" indicates a low level. When DI+ and DI- are connected, the four DI ports of the SmartLogger are low-level ports. If not connected, the ports are high-level ports. - The percentage levels of DI1-DI4 should differ from each other. Otherwise, an abnormal command will be generated. - If the actual input DI signal is inconsistent with that configured on the WebUI, the SmartLogger controls the inverter to work at full power and the Abnormal Reactive Schedule alarm is raised.



2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

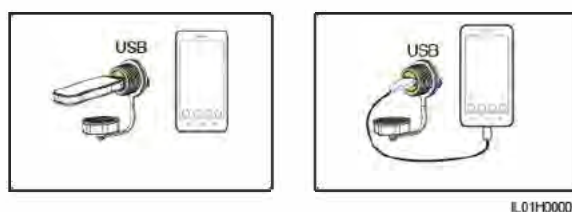
7.2. Reactive power specification

Interfaces for the provision of reactive power

Following interfaces for control of the reactive power provision are provided on the PGU level:

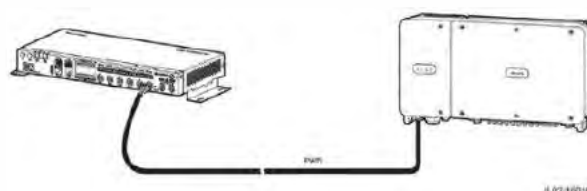
- connect a mobile phone that runs the SUN2000 app to the inverter using a Bluetooth module, a WLAN module, or a USB data cable for:
 - Power factor fix control
 - Reactive power fix control
 - Q-P characteristic curve
 - Q-U characteristic curve

setting;



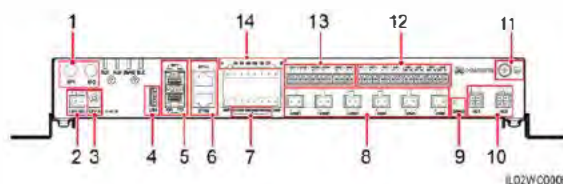
- connect the inverter to Smartlogger via MBUS or RS485, the following reactive power control functions:
 - Power factor fix control
 - Reactive power fix control
 - Q-P characteristic curve
 - Q-U characteristic curve

can be set using the WebUI.



- connect the inverter to Smartlogger via MBUS or RS485, the digital interfaces DI5, DI6, DI7, DI8 of the Smartlogger can be connected to the dry contacts for power factor ($\cos\phi$) setting.

Figure 2-4 SmartLogger2006-10-10-B-11-B bottom.



14	DI1-DI8	Digital parameter input	Connects to a dry contact input. GND1 and GND2 are grounding ports for DI signals.
----	---------	-------------------------	--

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Woizhao Zhong Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zhong@de.bureauveritas.com

8.2.2 DI Reactive Scheduling

NOTICE

- When setting this function, ensure that the DI port for customized control is not occupied. Otherwise, the setting will fail.
- Before setting this function, ensure that the SmartLogger is properly connected to the Remote Control Receiver.

Parameter	Description
Reactive power control mode	Set this parameter to DI reactive scheduling.
DI	NOTE The DI parameters include D15, D16, D17, D18 and Power factor. - Sixteen levels are supported for power factors. "0" indicates a low level. When connecting to CAN2, the four DI ports of the SmartLogger are low-level ports. If not connected, the ports are high-level ports. - The percentage levels of D15-D18 should differ from each other. Otherwise, an abnormal command is generated. - If the actual input DI signal is inconsistent with the configured one in the WebUI, the SmartLogger controls the inverter to work at full power and the Advanced Reactive Schedule plan is raised.



Figure 8 – Interfaces provided for active and reactive power setting from [14]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.1. Power quality [10]



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 9 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.2 Switching operations / Schalthandlungen

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Case of switching operation / Art der Schalthandlung	Start-up at $P_{\text{available}} < 10\%P_n$ / Einschalten bei $P_{\text{verfügbar}} < 10\%P_n$			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{10} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	20			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{120} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	240			
Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / Flickerformfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,35	0,19	0,17	0,14
Voltage change factor / Spannungsänderungsfaktor, $k_u(\psi_k)$	0,02	0,03	0,03	0,03
Case of switching operation / Art der Schalthandlung	Switch-on at $P_{\text{available}} = 100\%P_n$ / Einschalten bei $P_{\text{verfügbar}} = 100\%P_n$			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{10} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	20			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{120} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	240			
Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / Flickerformfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,35	0,23	0,19	0,18
Voltage change factor / Spannungsänderungsfaktor, $k_u(\psi_k)$	1,03	0,97	0,96	0,94
Case of switching operation / Art der Schalthandlung	Service shutdown at $P_{\text{available}} = 100\%P_n$ / Serviceabschaltung bei Nennleistung			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{10} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	1			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{120} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	12			
Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / Flickerformfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,06	0,04	0,03	0,03
Voltage change factor / Spannungsänderungsfaktor, $k_u(\psi_k)$	0,95	0,94	0,94	0,89

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 10 of 24

 Report No.:
 18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

 Description of the service disconnection
 procedure / Beschreibung der
 Durchführung einer Serviceabschaltung

1. Shutdown the unit using „Start/Stop control“ / Abschaltung der Einheit mittels „Start/Stop control“
2. Turn off the AC switch between the unit and the power grid / Trennen den AC-Schalter vom Netz
3. Turn off both DC switches / Trennen den DC-Schalter von den Energiequellen

Note / Anmerkung:

 $S_{k,fc}/S_n$ in the fictitious grid was set to / Das Kurzschlussverhältnis im fiktiven Netz wurde gesetzt zu: 20.

 For the same SCR $S_{k,fc}/S_n$ in the fictitious grid, the flicker step and voltage change factors of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

 Für das gleiche Verhältnis $S_{k,fc}/S_n$, die Flickerstufen- und Spannungsänderungsfaktoren des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 11 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.3 Flicker

SUN2000-50KTL-M0 (V300R001), [Ref 1]

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / Betriebspunkt, [%P _n]	Flicker coefficient / Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$			
0 - 5	10,36	7,69	4,09	1,04
10	11,10	8,24	4,38	1,12
20	10,11	7,50	3,99	1,02
30	11,84	8,79	4,68	1,19
40	8,63	6,41	3,41	0,87
50	7,65	5,67	3,02	0,77
60	8,39	6,22	3,31	0,84
70	6,91	5,12	2,73	0,69
80	7,40	5,49	2,92	0,74
90	8,39	6,22	3,31	0,84
100	7,65	5,67	3,02	0,77
Max. Flicker coefficient / Max. Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$	11,84	8,79	4,68	1,19
Max. Short-term flicker / Max. Kurzzeitflickerstörfaktor, P_{st}	0,49	0,36	0,19	0,05
Reactive power setpoint during testing / Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen [kvar]:	0			
Ratio $S_{k,flc}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / Das für die Auswertung genutzte Verhältnis $S_{k,flc}/S_n$:	20			

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 12 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / Betriebspunkt, [%P _N]	Flicker coefficient / Flickerkoeffizient, c(ψ_k)			
0 - 5	6,99	5,19	2,76	0,70
10	7,81	5,80	3,08	0,79
20	8,43	6,25	3,33	0,85
30	8,84	6,56	3,49	0,89
40	9,04	6,71	3,57	0,91
50	9,66	7,17	3,81	0,97
60	9,66	7,17	3,81	0,97
70	9,45	7,02	3,73	0,95
80	9,25	6,86	3,65	0,93
90	9,66	7,17	3,81	0,97
100	9,04	6,71	3,57	0,91
Max. Flicker coefficient / Max. Flickerkoeffizient, c(ψ_k)	9,66	7,17	3,81	0,97
Max. Short-term flicker / Max. Kurzzeitflickerstörfaktor, P _{st}	0,48	0,36	0,19	0,05
Reactive power setpoint during testing / Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen [kvar]:	0			
Ratio S _{k, fic} /S _n in the fictitious grid used for analysis / Das für die Auswertung genutzte Verhältnis S _{k, fic} /S _n :	20			

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 13 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / Betriebspunkt, [%P _N]	Flicker coefficient / Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$			
0 - 5	7,24	5,37	2,86	0,73
10	7,24	5,37	2,86	0,73
20	7,02	5,21	2,77	0,71
30	7,02	5,21	2,77	0,71
40	7,92	5,88	3,13	0,80
50	7,92	5,88	3,13	0,80
60	8,15	6,05	3,22	0,82
70	7,47	5,54	2,95	0,75
80	7,47	5,54	2,95	0,75
90	7,02	5,21	2,77	0,71
100	7,92	5,88	3,13	0,80
Max. Flicker coefficient / Max. Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$	8,15	6,05	3,22	0,82
Max. Short-term flicker / Max. Kurzzeitflickerstörfaktor, P_{st}	0,37	0,27	0,15	0,04
Reactive power setpoint during testing / Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen [kvar]:	0			
Ratio $S_{k,nc}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / Das für die Auswertung genutzte Verhältnis $S_{k,nc}/S_n$:	20			

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 14 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.4 Harmonics / Oberschwingungen

SUN2000-50KTL-M0 (V300R001D01)

Harmonics / Harmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72.2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
Order / Ordnung	I _n [%I _n]												
1	4,80	9,92	19,91	29,90	39,71	49,89	59,69	70,07	80,15	90,06	100,58	109,61	109,61
2	0,13	0,04	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,09	0,10	0,07	0,08	0,09	0,13
3	0,10	0,08	0,12	0,14	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18
4	0,16	0,05	0,08	0,10	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,16
5	0,45	0,32	0,17	0,21	0,10	0,18	0,21	0,27	0,35	0,38	0,42	0,44	0,45
6	0,11	0,05	0,08	0,09	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,11
7	0,12	0,38	0,36	0,43	0,26	0,26	0,35	0,35	0,40	0,46	0,49	0,52	0,52
8	0,08	0,01	0,05	0,06	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08
9	0,06	0,10	0,11	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10	0,11	0,13
10	0,07	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
11	0,17	0,14	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,17
12	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
13	0,09	0,09	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09
14	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03
15	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04
16	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
17	0,03	0,02	0,04	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
18	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19	0,03	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
20	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
THC [%I _n]	0,57	0,54	0,46	0,55	0,34	0,38	0,46	0,46	0,55	0,61	0,66	0,69	0,69

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / Maximalwerte über Oberschwingungsordnung: 0,52

Copyright © Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of BV CPS GmbH.



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 15 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Interharmonics / Zwischenharmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [Hz]	I _h [%I _n]												
75	0,18	0,04	0,07	0,08	0,04	0,06	0,05	0,04	0,06	0,07	0,06	0,07	0,18
125	0,19	0,05	0,13	0,15	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,19
175	0,19	0,05	0,11	0,13	0,04	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,19
225	0,25	0,06	0,10	0,12	0,05	0,09	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,25
275	0,15	0,06	0,11	0,13	0,06	0,12	0,09	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,15
325	0,14	0,04	0,07	0,09	0,05	0,07	0,06	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,14
375	0,13	0,03	0,08	0,09	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,13
425	0,10	0,02	0,07	0,09	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,10
475	0,09	0,01	0,05	0,06	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,09
525	0,09	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
575	0,04	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
625	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
675	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
725	0,02	0,01	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,05
775	0,01	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04
825	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
1025	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
1075	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1125	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1175	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1225	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1275	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1325	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1525	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1675	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1725	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1775	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1825	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1875	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Copyright © Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of BV CPS GmbH.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 16 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Higher Frequencies components / Höhere Frequenzen

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _N]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [kHz]	I _h [%I _N]												
2,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,3	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2,7	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06
2,9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04
3,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04
3,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03
3,7	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03
3,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
4,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4,7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Note / Anmerkung:

The stated harmonics are maximum values of all 3 phases. / Die angegebenen Harmonischenwerte sind Maximalwerte über alle 3 Phasen.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 17 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

Harmonics / Harmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 86,7

P [%Pa]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
Order / Ordnung	I _h [%I _n]												
1	4,80	9,92	19,91	29,71	39,89	49,69	60,07	70,15	80,06	90,58	99,65	109,63	109,63
2	0,12	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,07	0,08	0,07	0,07	0,12
3	0,09	0,07	0,11	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17
4	0,15	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,15
5	0,41	0,29	0,16	0,09	0,16	0,19	0,25	0,32	0,35	0,38	0,53	0,56	0,56
6	0,10	0,04	0,07	0,04	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,10
7	0,11	0,35	0,33	0,24	0,24	0,32	0,32	0,36	0,42	0,45	0,46	0,48	0,48
8	0,07	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07
9	0,06	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,04	0,04	0,11
10	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
11	0,15	0,13	0,05	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,04	0,04	0,15
12	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
13	0,08	0,08	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,08
14	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
15	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03
16	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
17	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
18	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
20	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
THC [%I _n]	0,52	0,49	0,42	0,31	0,35	0,42	0,42	0,50	0,56	0,60	0,71	0,75	0,75

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / Maximalwerte über Oberschwingungsordnung: 0,56

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 18 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Interharmonics / Zwischenharmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 86,7

P [%P _N]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [Hz]	h _r [%I _N]												
75	0,16	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,16
125	0,18	0,05	0,11	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,18
175	0,17	0,04	0,10	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,17
225	0,23	0,05	0,09	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,23
275	0,19	0,06	0,10	0,05	0,11	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,19
325	0,12	0,03	0,07	0,04	0,07	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12
375	0,14	0,03	0,07	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,14
425	0,09	0,02	0,07	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
475	0,08	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
525	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
575	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
625	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
675	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
725	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04
775	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03
825	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1025	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1075	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1125	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1175	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1225	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1275	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1325	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1525	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1675	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1725	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1775	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1825	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1875	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 19 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Higher Frequencies components / Höhere Frequenzen

Rated current / Nennstrom [A]: 86,7

P [%P _N]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [kHz]	I _h [%I _N]												
2,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
2,3	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
2,9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
3,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03
3,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03
3,7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
3,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
4,1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4,7	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Note / Anmerkung:

The stated harmonics are maximum values of all 3 phases. / Die angegebenen Harmonischenwerte sind Maximalwerte über alle 3 Phasen.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 20 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001D01)

Harmonics / Harmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%Pa]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
Order / Ordnung	I _h [%I _n]												
1	4,92	10,04	20,03	29,83	40,01	49,81	60,19	70,27	80,18	90,70	99,77	109,75	109,75
2	0,11	0,03	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,06	0,06	0,11
3	0,08	0,07	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15
4	0,13	0,04	0,07	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,13
5	0,37	0,26	0,14	0,09	0,15	0,18	0,22	0,29	0,32	0,35	0,48	0,51	0,51
6	0,09	0,04	0,07	0,04	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	0,04	0,09
7	0,10	0,32	0,30	0,22	0,22	0,29	0,29	0,33	0,38	0,41	0,41	0,43	0,43
8	0,07	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
9	0,05	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	0,03	0,04	0,10
10	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
11	0,14	0,12	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,14
12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
13	0,08	0,07	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,08
14	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
15	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03
16	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
17	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04
18	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
THC [%I _n]	0,47	0,45	0,38	0,28	0,32	0,38	0,38	0,46	0,51	0,54	0,65	0,68	0,68

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / Maximalwerte über Oberschwingungsordnung: 0,51

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 21 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Interharmonics / Zwischenharmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _N]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [Hz]	h _r [%I _N]												
75	0,15	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,15
125	0,16	0,04	0,10	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,16
175	0,16	0,04	0,09	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,16
225	0,21	0,05	0,08	0,04	0,08	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,21
275	0,17	0,05	0,09	0,05	0,10	0,08	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,17
325	0,11	0,03	0,06	0,04	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,11
375	0,13	0,03	0,06	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,13
425	0,08	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
475	0,07	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
525	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
575	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
625	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
675	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
725	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
775	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
925	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
975	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1025	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1075	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1175	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1225	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1275	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1325	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1525	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1675	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1725	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1775	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1825	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1875	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 22 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Higher Frequencies components / Höhere Frequenzen

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _N]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [kHz]	I _h [%I _N]												
2,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
2,3	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
2,9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03
3,3	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03
3,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
3,7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
3,9	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
4,1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,7	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Note / Anmerkung:

The stated harmonics are maximum values of all 3 phases. / Die angegebenen Harmonischenwerte sind Maximalwerte über alle 3 Phasen.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 23 of 24

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.5 Unbalances of the current / Umsymmetrien des Stroms

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

P [%P _n]	P _n * [kW]	U _{1+*} [V]	U _{1-*} [V]	I _{1+*} [A]	I _{1-*} [A]	u _{1*} [%I ₁₊]
0 - 5	1,69	230,6	1,18	2,45	0,03	1,09
10	5,93	230,6	1,18	8,56	0,05	0,56
20	11,99	230,7	1,19	17,32	0,09	0,52
30	18,02	230,8	1,19	26,03	0,13	0,51
40	24,04	230,9	1,19	34,72	0,18	0,52
50	30,08	231,0	1,19	43,42	0,22	0,51
60	36,13	231,0	1,19	52,13	0,27	0,51
70	42,18	231,1	1,19	60,85	0,31	0,51
80	48,26	231,2	1,19	69,58	0,36	0,51
90	54,33	231,3	1,19	78,31	0,40	0,51
100	60,40	231,3	1,19	87,04	0,45	0,51

Maximum unsymmetry / maximale Unsymmetrie u_{imax} (≥10%P_n)

0,56

Note / Anmerkung:

The current unbalance of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /
Die Unsymmetrie des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

Figure 9 – Results of power quality from [10]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.2. Active power [7] & [11]



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 8 of 17

Report No.: 18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.1 Active power peaks / Wirkleistungsspitzen

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power peaks / Wirkleistungsspitzen [kW]	Normalised active power peaks / Normierte Wirkleistungsspitzen [p.u. base / Basis P _n]	Number of 10-minute records used / Anzahl der verwendeten 10- Minuten-Datensätze
P _{0,2}	66,60	p _{0,2} = P _{0,2} /P _n 1,11
P ₆₀	66,59	p ₆₀ = P ₆₀ /P _n 1,11
P ₆₀₀	66,58	p ₆₀₀ = P ₆₀₀ /P _n 1,11
		2

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power peaks / Wirkleistungsspitzen [kW]	Normalised active power peaks / Normierte Wirkleistungsspitzen [p.u. base / Basis P _n]	Number of 10-minute records used / Anzahl der verwendeten 10- Minuten-Datensätze
P _{0,2}	66,89	p _{0,2} = P _{0,2} /P _n 1,11
P ₆₀	66,88	p ₆₀ = P ₆₀ /P _n 1,11
P ₆₀₀	66,88	p ₆₀₀ = P ₆₀₀ /P _n 1,11
		2

Note / Anmerkung:

The units in the series provide overload capacity (see technical data of the units on p.2). The tests show the maximum active power (P_{max}) of the units. /

Die Einheiten in der Produktfamilie verfügen Überlastfähigkeit (siehe technische Daten der Einheiten auf S.2). Die Prüfungen zeigen die max. Wirkleistung (P_{max}) der EZE.

The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}). /

Die Wirkleistungsergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400V) können auf den SUN2000-50KTL-M0 relativ (über den Faktor P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}) übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 9 of 17

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.2 Operating power limited by grid operator / Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber

The unit is able to run at reduced power. / Die EZE können mit reduzierter Leistung betrieben werden.	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Disconnection from the grid at external active power set-points at / Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von:	At 0% setpoint the PGU stays connected without power feeding. The PGU can be disconnected from grid using the "Start/Stop control" or set the parameter "Shutdown at 0% power limit" to "Enable". / Bei 0% Sollwertvorgabe bleibt die EZE am Netz ohne Einspeisung. Die EZE kann mittels Parameter "Start/Stop control" oder "Shutdown at 0% power limit" vom Netz getrennt werden.	

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1] (V300R001D01)

Max. deviation of power setting / Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung	Exceeding / Überschreitung: 0,2 kW	Undercut / Unterschreitung: -0,1 kW
Settling time of the power output after a change in set-point with minimal gradient: / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten: $\pm 0,350 P_{max}/s$	$P_{70\%} \rightarrow P_{50\%}$	Time / Zeit: 39,4 s Gradient: $-0,352\% P_{max}/s$
	$P_{50\%} \rightarrow P_{70\%}$	Time / Zeit: 39,4 s Gradient: $0,351\% P_{max}/s$
Settling time of the power output after a change in set-point with maximum gradient / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten: $\pm 0,640 P_{max}/s$	$P_{90\%} \rightarrow P_{10\%}$	Time / Zeit: 105,6 s Gradient: $-0,643\% P_{max}/s$
	$P_{10\%} \rightarrow P_{90\%}$	Time / Zeit: 105,6 s Gradient: $0,644\% P_{max}/s$

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Max. deviation of power setting / Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung	Exceeding / Überschreitung: 0,9 kW	Undercut / Unterschreitung: ---
Settling time of the power output after a change in set-point with minimal gradient: / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten: $\pm 0,350 P_{max}/s$	$P_{70\%} \rightarrow P_{50\%}$	---
	$P_{50\%} \rightarrow P_{70\%}$	---
Settling time of the power output after a change in set-point with maximum gradient / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten: $\pm 0,640 P_{max}/s$	$P_{90\%} \rightarrow P_{10\%}$	---
	$P_{10\%} \rightarrow P_{90\%}$	---

Note / Anmerkung:

The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor $P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}$). /
Die Wirkleistungsergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400V) können auf den SUN2000-50KTL-M0 relativ (über den Faktor $P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}$) übertragen werden.

The settling time results and active power gradient of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /
Die Einschwingzeiten und Gradienten der Wirkleistung des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 10 of 17

 Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency / Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 2] / (V300R001D01)		
Overfrequency / Überfrequenz	Mean power gradient at overfrequency / Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung	Mean gradient / Mittlerer Gradient -39,97%P _{nom} /Hz
	Max. Settling time / Max. Einschwingzeit	0,8 s
	Power gradient after recovery of overfrequency / Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz	Mean gradient / Mittlerer Gradient: 9,2%P _N /min Max. gradient / Max. Gradient: 10,0%P _N /min
Underfrequency / Unterfrequenz	Mean power gradient at underfrequency / Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung	Mean gradient / Mittlerer Gradient 39,96%P _{nom} /Hz
	Max. Settling time / Max. Einschwingzeit	1,0 s
	Power gradient after recovery of underfrequency / Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Unterfrequenz	Mean gradient / Mittlerer Gradient: -9,2%P _N /min Max. gradient / Max. Gradient: -10,0%P _N /min

Note / Anmerkung:

The settling time results and active power gradient of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /
Die Einschwingzeiten und Gradienten der Wirkleistung des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

Figure 10 – Results of active power control from [11]

3. Annex 3 – Extract from the test report

The PGUs are able to be operated at reduced power [7].

At 0% setpoint the PGUs stay connected without power feeding. The PGUs can be disconnected from grid using the “Start/Stop control” or set the parameter “Shutdown at 0% power limit” to “Enable” (see Annex 5 – Certification-relevant parameters).

Page 17 of 507 Report No.: 18TH0225_TR3_1

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT

4.1.2 Operating power limited by grid operator

a) Determine the setpoint accuracy

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power step	Setpoint value		Actual value		Deviation	
[%P _n]	[kW]	[%P _n]	[kW]	[%P _n]	[kW]	[%P _n]
Max. (110)	66,0	110,0	66,0	110,1	0,0	0,1
100	60,0	100,0	60,2	100,4	0,2	0,4
90	54,0	90,0	54,2	90,3	0,2	0,3
80	48,0	80,0	48,1	80,2	0,1	0,2
70	42,0	70,0	42,1	70,2	0,1	0,2
60	36,0	60,0	36,1	60,1	0,1	0,1
50	30,0	50,0	30,0	50,0	0,0	0,0
40	24,0	40,0	24,0	40,0	0,0	0,0
30	18,0	30,0	18,0	30,0	0,0	0,0
20	12,0	20,0	12,0	19,9	-0,1	-0,1
10	6,0	10,0	5,9	9,8	-0,1	-0,2
0	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2

	Power setpoint [%P _n]	Deviation [kW]	Deviation [%P _n]
Maximum active power above the defined setpoint (1-minute mean)	100	0,2	0,4
Maximum active power below the defined setpoint (1-minute mean)	10	-0,1	-0,2
Grid disconnection at xx% of P _n	-		

Page 18 of 507 Report No.: 18TH0225_TR3_1

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power step	Setpoint value		Actual value		Deviation	
[%P _n]	[kW]	[%P _n]	[kW]	[%P _n]	[kW]	[%P _n]
Max. (110)	66,0	110,0	66,9	111,4	0,9	1,4
100	60,0	100,0	60,5	100,9	0,5	0,9
90	54,0	90,0	54,5	90,9	0,5	0,9
80	48,0	80,0	48,5	80,9	0,5	0,8
70	42,0	70,0	42,5	70,8	0,5	0,8
60	36,0	60,0	36,4	60,7	0,4	0,7
50	30,0	50,0	30,3	50,6	0,3	0,6
40	24,0	40,0	24,3	40,5	0,3	0,5
30	18,0	30,0	18,2	30,4	0,2	0,4
20	12,0	20,0	12,1	20,2	0,1	0,2
10	6,0	10,0	6,0	10,1	0,0	0,1
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Power setpoint [%P _n]	Deviation [kW]	Deviation [%P _n]
Maximum active power above the defined setpoint (1-minute mean)	110	0,9	1,4
Maximum active power below the defined setpoint (1-minute mean)	---	---	---
Grid disconnection at xx% of P _n	-		

Figure 11 – Results of active power control from [7]

3. Annex 3 – Extract from the test report

The active power gradient is implemented on the PGU level.

Only one Interface for specifying active power implemented on the PGU. Separate specifying active power by grid operator and direct seller is not possible. For prioritization of different setpoints must be carried out on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.

The max. active power output of the PGU is dependent on ambient temperature [15]:

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2020-04-17

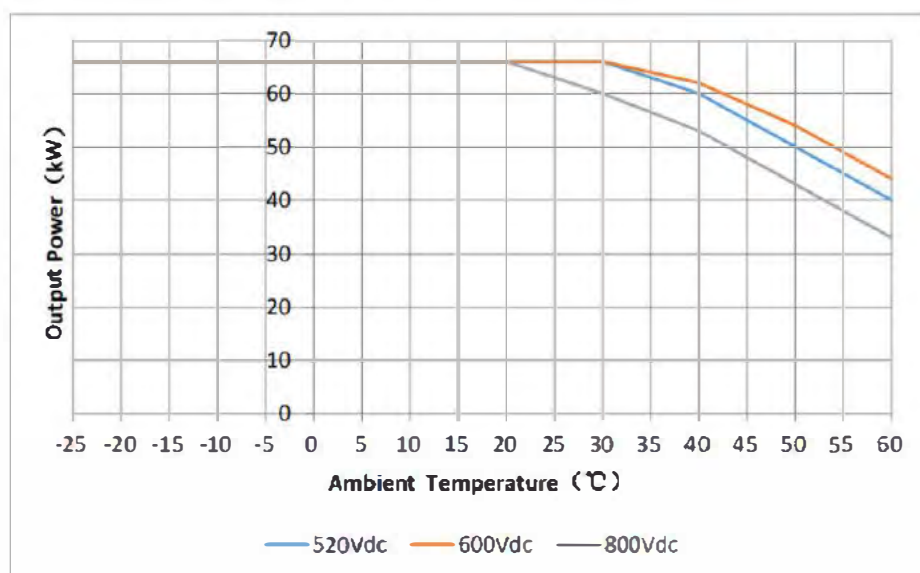


Anhang 5 / Annex 5:

Active power output dependent on ambient temperature:

SUN2000-60KTL-M0-400V Temperature derating curve

Temperature [°C]	Output power depending on DC voltage [kW]		
	520 [V _{dc}]	600 [V _{dc}]	800 [V _{dc}]
-25	66	66	66
15	66	66	66
30	66	66	60
40	60	62	53
50	50	54	43
60	40	44	33



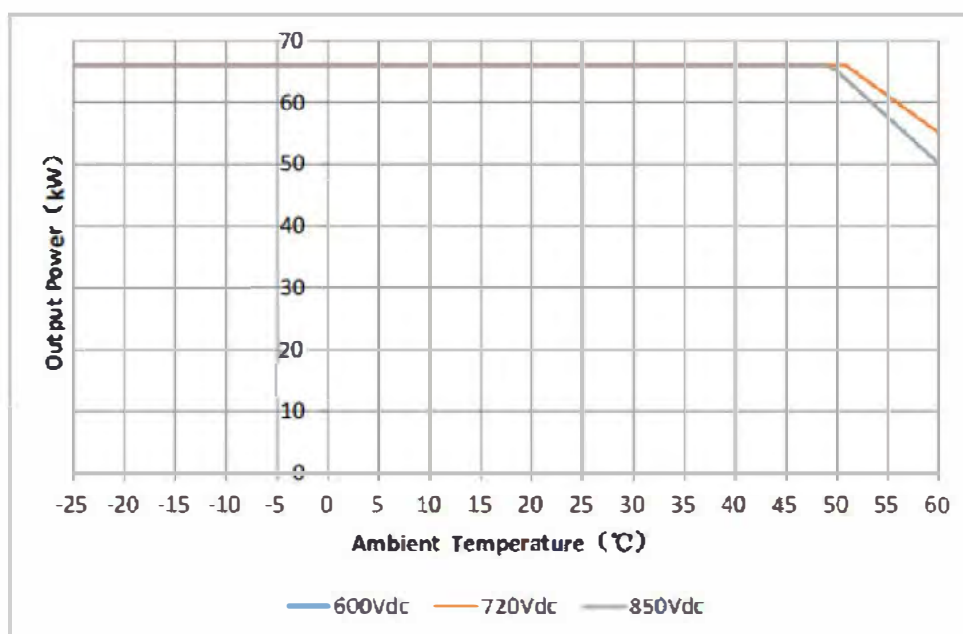
3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2020-04-17



SUN2000-60KTL-M0-480V Temperature derating curve

Temperature [°C]	Output power depending on DC voltage [kW]		
	600 [V _{dc}]	720 [V _{dc}]	850 [V _{dc}]
-25	66	66	66
15	66	66	66
40	66	66	66
45	66	66	66
50	65	66	65
60	50	55	50



3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2020-04-17



SUN2000-50KTL-M0-400V Temperature derating curve			
Temperature [°C]	Output power depending on DC voltage [kW]		
	5200 [V _{dc}]	600 [V _{dc}]	800 [V _{dc}]
-25	55	55	55
15	55	55	55
30	55	55	55
40	55	55	55
50	50	54	43
60	40	44	33

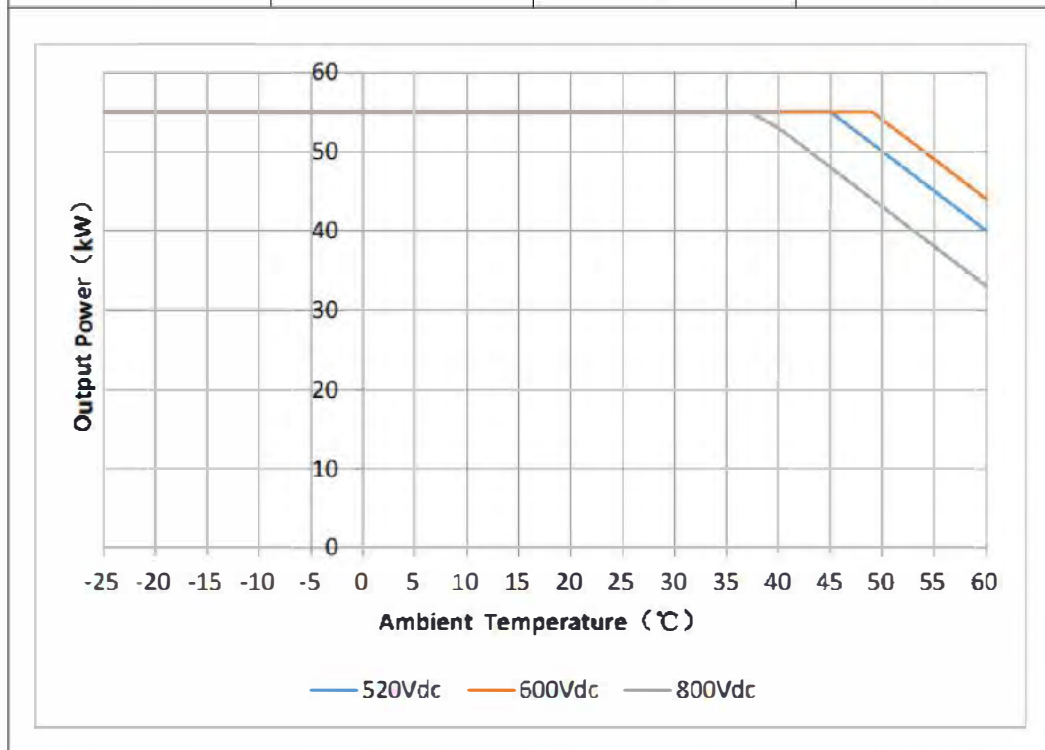


Figure 12 – Active power output dependent on ambient temperature from [15]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.3. Reactive power [11]



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 11 of 17

Report No.: 18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

4.2.1 Reactive power response in the normal operation ($Q = 0$ kvar) / Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb ($Q = 0$ kvar)

4.2.2 Measuring the maximum reactive power range (PQ diagram) / Vermessung des maximalen Blindleistungsstellbereich (PQ-Diagramm)

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1] / (V300R001D01)

	P/P _n [%]	Q _{ind} [kvar]	Q ₀ [kvar]	Q _{cap} [kvar]	P/P _n [%]	Q _{ind} [kvar]	Q ₀ [kvar]	Q _{cap} [kvar]
Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range / Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich	0	-39,5	0,0	39,5	60	-39,8	0,0	39,2
	10	-39,5	0,0	39,5	70	-39,8	0,0	39,2
	20	-39,6	0,0	39,4	80	-39,9	0,0	39,1
	30	-39,6	0,0	39,4	90	-38,0	0,0	38,0
	40	-39,7	0,0	39,3	100	-27,5	0,0	27,5
	50	-39,7	0,0	39,3	P _{max}	-0,5	0,1	-0,5

Note / Anmerkung:

The reactive power results in the normal operation of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Blindleistungsergebnisse im Normalbetrieb des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 12 of 17

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

4.2.3 Measuring separate operating points in the voltage-dependent PQ diagram / Vermessung einzelner Arbeitspunkte des spannungsabhängigen PQ-Diagramms

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

WP / AP	U/U _n [%]	P/P _n [%]	Q [kvar]
1 ind.	89,9	0,5	-39,5
2 ind.	90,0	9,5	-39,6
3 ind.	90,0	19,5	-39,6
4 ind.	90,1	29,5	-39,7
5 ind.	90,1	39,5	-39,7
6 ind.	90,1	49,4	-39,8
7 ind.	90,2	59,4	-39,8
8 ind.	90,2	69,4	-39,9
9 ind.	90,3	80,2	-35,1
10 ind.	90,3	90,1	-24,9
11 ind.	90,4	99,7	0,2
1 cap. / kap.	90,1	1,5	39,5
2 cap. / kap.	90,1	10,5	39,5
3 cap. / kap.	90,2	20,4	39,4
4 cap. / kap.	90,2	30,4	39,4
5 cap. / kap.	90,2	40,4	39,3
6 cap. / kap.	90,3	50,4	39,3
7 cap. / kap.	90,3	60,4	39,2
8 cap. / kap.	90,4	70,4	39,2
9 cap. / kap.	90,2	80,3	35,0
10 cap. / kap.	90,4	90,1	24,9
11 cap. / kap.	90,4	99,7	0,2
WP / AP	U/U _n [%]	P/P _n [%]	Q [kvar]
1 ind.	110,0	0,5	-39,5
2 ind.	110,0	9,5	-39,5
3 ind.	110,0	19,5	-39,6
4 ind.	110,1	29,5	-39,6
5 ind.	110,1	39,5	-39,7
6 ind.	110,1	49,5	-39,7
7 ind.	110,2	59,4	-39,7
8 ind.	110,2	69,4	-39,8
9 ind.	110,2	79,4	-39,9
10 ind.	110,3	89,4	-38,0
11 ind.	110,3	99,9	-27,5
12 ind.	110,2	111,1	-0,5
1 cap. / kap.	110,1	1,5	39,5
2 cap. / kap.	110,1	10,5	39,5
3 cap. / kap.	110,2	20,5	39,4
4 cap. / kap.	110,2	30,4	39,4
5 cap. / kap.	110,2	40,4	39,4
6 cap. / kap.	110,3	50,4	39,3
7 cap. / kap.	110,3	60,4	39,3
8 cap. / kap.	110,3	70,4	39,2
9 cap. / kap.	110,4	80,4	39,2
10 cap. / kap.	110,4	90,0	37,8
11 cap. / kap.	110,4	99,8	27,6
12 cap. / kap.	110,2	111,1	-0,5

Working points of the voltage dependent
P-Q-diagram /
Arbeitspunkte des spannungsabhängigen
P-Q-Diagramms

3. Annex 3 – Extract from the test report

Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 13 of 17

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0**4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung**

Note / Anmerkung:

The reactive power results in the normal operation of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Blindleistungsergebnisse im Normalbetrieb des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Report No.:

Page 14 of 17

18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung		
4.2.4 Reactive power following setpoint / Blindleistung nach Sollwertvorgabe		
SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)		
Control of reactive power through set-point signal / Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe	☐ Power factor / Verschiebungsfaktor	☒ Reactive power / Blindleistung
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
Different settling time / Unterschiedlich Einschwingzeit	Parameter	Settling time / Einschwingzeit
	Fast time / Schnelle Zeit (1000% Q_{max} / s)	0,35 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	Standard time / Standardzeit (125% Q_{max} / s)	1,65 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	$t < 60$ s (1.660% Q_{max} / s)	115,8 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
Control of reactive power through set-point signal / Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe	☒ Power factor / Verschiebungsfaktor ¹⁾	☐ Reactive power / Blindleistung
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
Different settling time / Unterschiedlich Einschwingzeit	Parameter	Settling time / Einschwingzeit
	Fast settling time / Schnelle Einschwingzeit ($3\tau = 1$ s)	1,0 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	($3\tau = 5$ s)	4,6 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	$t < 60$ s ($3\tau = 60$ s)	53,6 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
Note / Anmerkung: For country code setting VDE-AR-N 4110:2018-11 and VDE-AR-N 4120:2018-11, the cosφ control function shows PT1 behaviour. The settling time was determined using a tolerance band of ±5% P_n . / Für Ländereinstellung VDE-AR-N 4110:2018-11 und VDE-AR-N 4120:2018-11 die cosφ Regelungsfunktion zeigt PT1 Verhalten. Die Einschwingzeit wurde mit einem Toleranzband von ±5% P_n bestimmt		
Control of reactive power through set-point signal / Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe	☐ Power factor / Verschiebungsfaktor	☒ Reactive power / Blindleistung
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
Set-point accuracy of reactive power / Einstellgenauigkeit der Blindleistung	Set-point / Sollwert	Measured value / Istwert
	-19,80 kvar	-20,16 kvar
	0,00 kvar	-0,22 kvar
	19,80 kvar	20,12 kvar

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 15 of 17

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	$P_{bin\ at\ / \ bei\ Q_{max}}$	100% P_n
Set-point accuracy of reactive power / <i>Einstellgenauigkeit der Blindleistung</i>	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
	-19,80 kvar	-20,03 kvar
	0,00 kvar	-0.46 kvar
	19,80 kvar	19,82 kvar
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☒ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☐ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	$P_{bin\ at\ / \ bei\ Q_{max}}$	50% P_n
Set-point accuracy of power factor / <i>Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors</i>	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
	0,835 (ind.)	0,836 (ind.)
	1,000	1,000
	0,835 (cap.)	0,834 (cap.)
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☒ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☐ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	$P_{bin\ at\ / \ bei\ Q_{max}}$	100% P_n
Set-point accuracy of power factor / <i>Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors</i>	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
	0,800 (ind.)	0,799 (ind.)
	1,000	1,000
	0,800 (cap.)	0,801 (cap.)

Note / Anmerkung:

The reactive power, power factor and settling time results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Ergebnisse von Blindleistung, Verschiebungsfaktor und Einschwingzeit des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 2: grid control capability

Page 16 of 17

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

4.2.5 Q(U) control / *Q(U) Regelung*

4.2.6 Q(P) control / *Q(P) Regelung*

4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function / *Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion*

Remark / Anmerkung:

The Q(U), Q(P) and reactive power Q with voltage limitation function were tested, please see test report. /
Die Q(U)-, Q(P)-Regelung und Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion wurden geprüft, diese sind im Prüfbericht hinterlegt.

Figure 13 – Results of reactive power control from [11]

3. Annex 3 – Extract from the test report

Description of methods for the reactive power supply:

The control of the reactive power on the lowest level of the controller is realized by Q-regulation.

The *SUN2000-50KTL-M0* und *SUN2000-60KTL-M0* provide setting of the reactive power by:

- Settable Q-parameter (range: $\pm 60\%P_{\max}$) ¹⁾
- Settable $\cos\varphi$ -set-parameter (range: $\pm 0,8$) ¹⁾
- Configurable Q(U)-characteristic line (No. of supporting points: 10) ^{1), 2)}
- Configurable Q(P)-characteristic line (No. of supporting points: 10) ¹⁾
- Configurable $\cos\varphi$ (P)-characteristic line (No. of supporting points: 10) – function not tested.

Note:

- For country code setting VDE-AR-N 4110:2018-11:
for all abrupt set-point changes, the reactive power control methods b), c), d) and e) (see above) provide PT1 (1st order lowpass) filtering effect.
 - For country code setting VDE-AR-N 4120:2018-11:
for all abrupt set-point changes, the reactive power control methods b), c) and d) (see above) provides PT1 (1st order lowpass) filtering effect.
- The PGUs in the series provide only one kind of Q(U) control function (methods c), see above), the Q(U)-characteristic line is free programmable using up to 10 supporting points.
The provided Q(U) control function was used both for test 4.2.5 Q(U) control and 4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function according to [3].

Description of the reactive power provision within the voltage corridor (Manufacturer's data)

The power provision is limited by the maximum apparent current and maximum apparent / active power (the *SUN2000-50KTL-M0* and *SUN2000-60KTL-M0* provide $10\%P_n$ overload capacity

(i.e. $P_{\max, SUN2000-50KTL-M0} = 110\%P_n$, $P_{\max, SUN2000-60KTL-M0} = 110\%P_n$, $P_{\max, SUN2000-60KTL-M0}$).

The reactive power is prioritised versus the active power.

A maximum reactive power provision of $60\%S_{\max}$ (using Q set-point) or $\cos\varphi = 0,8$ (using $\cos\varphi$ set-point) is possible.

At overvoltage the apparent / active power threshold limit the injected power. At undervoltage the apparent current limitation will also contribute.

The continuous provision is possible within the voltage corridor $80\%U_n$ through $120\%U_n$ and the frequency range between 47,5 and 52,0 Hz

A permanent active power reduction can be applied by setting parameters *Plimilt* and *Pmaxref* (the following applies: $Plimilt \leq Pmaxref \leq P_{\max}$. Default: $Plimilt = Pmaxref = P_{\max}$).

The value of *Plimilt* will then be the new active power limitation which will not be exceeded during operation of the PGU, while *Pmaxref* will be the new reference for the P set-point control. Any signal for a setpoint of $100\%Pmaxref$, by the ripple control receiver or other P-parameter setpoint, causes the PGU to inject the new lower $P_{\max}$ -value (active power higher than new lower $P_{\max}$ -value will never be injected). The reference power for percentage or p.u. in this limited mode is the new lower $Pmaxref$ -value.

The power control is therefore based on the following values:

PGU	Apparent current limit [A]	Active / Apparent power limit [kW / kVA]
SUN2000-50KTL-M0	79,4	55 / 55
SUN2000-60KTL-M0 (400 V)	95,3	66 / 66
SUN2000-60KTL-M0 (480 V)	79,4	66 / 66

3. Annex 3 – Extract from the test report

The resulting voltage dependent PQ operating points as follows [15]:

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11

Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11

Datum / Date: 2021-03-10



Anhang 4 / Annex 4:

Operating points in the voltage dependent PQ diagram:

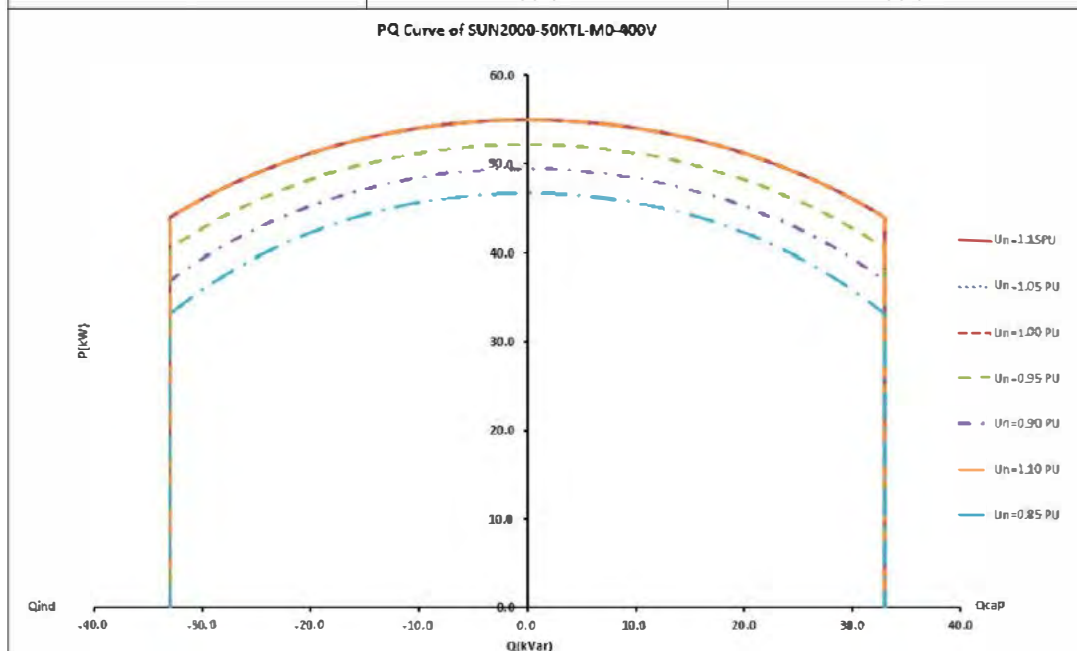
SUN2000-50KTL-M0 (400V)		
$U_n = 1.00 / 1.05 / 1.10 / 1.15 \text{ p.u.}$		
P (kW)	Q (kvar)	
55.00	0	0
50.00	22.91	-22.91
45.00	31.62	-31.62
40.00	33.00	-33.00
35.00	33.00	-33.00
30.00	33.00	-33.00
25.00	33.00	-33.00
20.00	33.00	-33.00
15.00	33.00	-33.00
10.00	33.00	-33.00
5.00	33.00	-33.00
0	33.00	-33.00
$U_n = 0.95 \text{ p.u.}$		
P (kW)	Q (kvar)	
52.26	0	0
50.00	15.20	-15.20
45.00	26.57	-26.57
40.00	33.00	-33.00
35.00	33.00	-33.00
30.00	33.00	-33.00
25.00	33.00	-33.00
20.00	33.00	-33.00
15.00	33.00	-33.00
10.00	33.00	-33.00
5.00	33.00	-33.00
0	33.00	-33.00
$U_n = 0.90 \text{ p.u.}$		
P (kW)	Q (kvar)	
49.51	0	0
45.00	20.64	-20.64
40.00	29.18	-29.18
35.00	33.00	-33.00
30.00	33.00	-33.00
25.00	33.00	-33.00
20.00	33.00	-33.00
15.00	33.00	-33.00
10.00	33.00	-33.00
5.00	33.00	-33.00
0	33.00	-33.00

3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2021-03-10



$U_n = 0.85 \text{ p.u.}$		
P (kW)	Q (kvar)	
46.76	0	0
45.00	12.71	-12.71
40.00	24.22	-24.22
35.00	31.01	-31.01
30.00	33.00	-33.00
25.00	33.00	-33.00
20.00	33.00	-33.00
15.00	33.00	-33.00
10.00	33.00	-33.00
5.00	33.00	-33.00
0	33.00	-33.00



3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2021-03-10



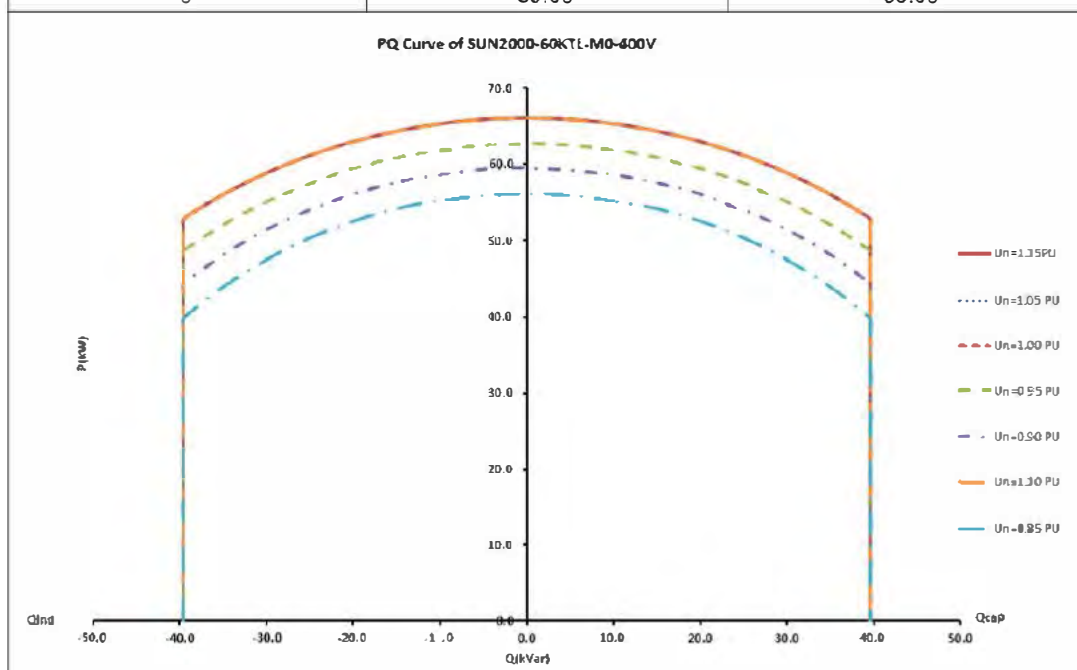
SUN2000-60KTL-M0 (400V)		
U _n = 1.00 / 1.05 / 1.10 / 1.15 p.u.		
P (kW)	Q (kvar)	
66.00	0.00	0.00
60.00	27.50	-27.50
54.00	37.95	-37.95
48.00	39.60	-39.60
42.00	39.60	-39.60
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60
U _n = 0.95 p.u.		
P (kW)	Q (kvar)	
62.72	0.00	0.00
60.00	18.27	-18.27
54.00	31.90	-31.90
48.00	39.60	-39.60
42.00	39.60	-39.60
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60
U _n = 0.90 p.u.		
P (kW)	Q (kvar)	
59.42	0.00	0.00
54.00	24.79	-24.79
48.00	35.02	-35.02
42.00	39.60	-39.60
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60

3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2021-03-10



$U_n = 0.85 \text{ p.u.}$		
P (kW)	Q (kvar)	
56.12	0.00	0.00
54.00	15.28	-15.28
48.00	29.08	-29.08
42.00	37.22	-37.22
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60



3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2021-03-10



SUN2000-60KTL-M0 (480V)		
U _n = 1.00 / 1.05 / 1.10 / 1.15 p.u.		
P (kW)	Q (kvar)	
66.00	0.00	0.00
60.00	27.50	-27.50
54.00	37.95	-37.95
48.00	39.60	-39.60
42.00	39.60	-39.60
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60
U _n = 0.95 p.u.		
P (kW)	Q (kvar)	
62.71	0.00	0.00
60.00	18.24	-18.24
54.00	31.88	-31.88
48.00	39.60	-39.60
42.00	39.60	-39.60
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60
U _n = 0.90 p.u.		
P (kW)	Q (kvar)	
59.41	0.00	0.00
54.00	24.77	-24.77
48.00	35.01	-35.01
42.00	39.60	-39.60
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60

3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum / Date: 2021-03-10



$U_n = 0.85 \text{ p.u.}$		
P (kW)	Q (kvar)	
56.11	0.00	0.00
54.00	15.24	-15.24
48.00	29.06	-29.06
42.00	37.21	-37.21
36.00	39.60	-39.60
30.00	39.60	-39.60
24.00	39.60	-39.60
18.00	39.60	-39.60
12.00	39.60	-39.60
6.00	39.60	-39.60
0	39.60	-39.60

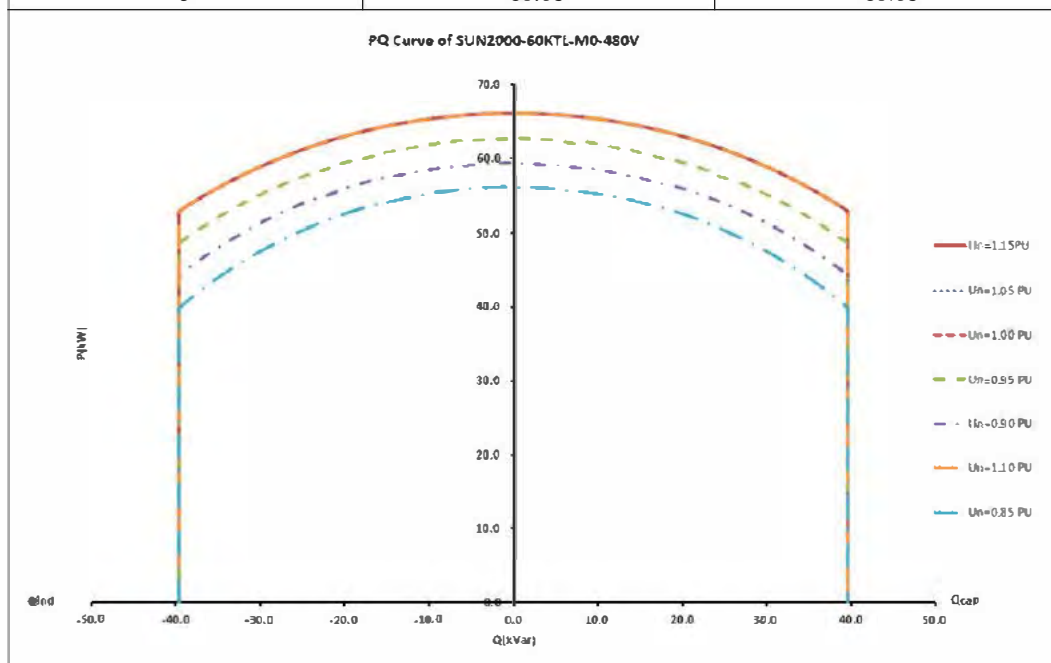


Figure 14 – Voltage dependent PQ operating points from [15]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.4. Protection system (on PGU level) [12]

The following tests were carried out on the PGU integrated protection relay and the generating unit switch, the possible parameter setting of the PGU integrated protection relay is documented in [14], see Annex 5 – Certification-relevant parameters:



BUREAU
VERITAS

Extract from the test report - Part 3: Protection system

Report No.:

Page 8 of 12

18TH0225_TR3_1_excerpt-part_3_0

4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / PGU DISCONNECTION FROM THE GRID

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001D01)

☒ The test of the whole trip circuit led to a successful shut down. /
Die Prüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung.

	Setting / Einstellwert		Release value / Auslösewert		Disconnection time / Abschaltzeit		Resetting ratio / Rückfallverhältnis	
	[p.u. U_n] / [Hz]	[ms]	[p.u. U_n] / [Hz]		[ms]			
	Value / Schwelle	Time / Zeit	min.	max.	min.	max.		
Overvoltage protection / Spannungssteigerungsschutz: $U >$	1,000	180000	1,004	1,004	180024	180044	☒	$\geq 0,98$
	1,300	50	1,295	1,302	67	69	☐	$< 0,98$
Overvoltage protection / Spannungssteigerungsschutz: $U \gg$	1,000	100	0,999	1,001	112	114	----	
	1,300	50	1,295	1,301	66	67	----	
Undervoltage protection / Spannungsrückgangsschutz: $U < 2)$	0,150	50	0,152	0,152	71	73	☒	$\leq 1,02$
	1,000	2400	1,001	1,002	2428	2432	☐	$> 1,02$
Undervoltage protection / Spannungsrückgangsschutz: $U \ll 2)$	0,150	50	0,151	0,152	71	72	----	
	1,000	800	1,002	1,003	812	818	----	
Overfrequency protection / Frequenzsteigerungsschutz: $f >$	50,00	5000	50,00		5040		----	
	55,00	50	54,98		74		----	
Overfrequency protection / Frequenzsteigerungsschutz: $f \gg$	50,00	100	50,01		127		----	
	55,00	50	54,99		66		----	
Underfrequency protection / Frequenzrückgangsschutz: $f <$	45,00	50	45,01		83		----	
	50,00	100	49,99		128		----	
Operating time of circuit breaker / Eigenzeit der Abschalteneinheit [ms] (Manufacturer's data / Herstellerdaten)	≤ 40	☒ by measurement / aus Messung ☐ by test certificate / aus Prüfzertifikat ☒ from manufacturer specification / aus Herstellerangabe						

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 3: Protection system

Page 9 of 12

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_3_0

4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / PGU DISCONNECTION FROM THE GRID								
SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)								
☒ The test of the whole trip circuit led to a successful shut down. / Die Prüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung.								
	Setting / Einstellwert		Release value / Auslösewert		Disconnection time / Abschaltzeit		Resetting ratio / Rückfallverhältnis	
	[p.u. U_n] [Hz] Value / Schwelle	[ms] Time / Zeit	[p.u. U_n] / [Hz]		[ms]			
			min.	max.	min.	max.		
Overvoltage protection / Spannungssteigerungsschutz: $U >$	---	---	---	---	---	---	☐ $\geq 0,98$	
	1,300	50	1,294	1,302	78	84	☐ $< 0,98$	
Overvoltage protection / Spannungssteigerungsschutz: $U >>$	---	---	---	---	---	---	----	
	---	---	---	---	---	---	----	
Undervoltage protection / Spannungsrückgangsschutz: $U < ^{2)}$	0,150	50	0,148	0,150	65	68	☐ $\leq 1,02$	
	---	---	---	---	---	---	☐ $> 1,02$	
Undervoltage protection / Spannungsrückgangsschutz: $U << ^{2)}$	---	---	---	---	---	---	----	
	---	---	---	---	---	---	----	
Overfrequency protection / Frequenzsteigerungsschutz: $f >$	---	---	---	---	---	---	----	
	---	---	---	---	---	---	----	
Overfrequency protection / Frequenzsteigerungsschutz: $f >>$	---	---	---	---	---	---	----	
	---	---	---	---	---	---	----	
Underfrequency protection / Frequenzrückgangsschutz: $f <$	---	---	---	---	---	---	----	
	---	---	---	---	---	---	----	
Operating time of circuit breaker / Eigenzeit der Abschalteneinheit [ms] (Manufacturer's data / Herstellerdaten)	≤ 40	☒ by measurement / aus Messung ☐ by test certificate / aus Prüfzertifikat ☒ from manufacturer specification / aus Herstellerangabe						

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 3: Protection system

Page 10 of 12

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_3_0

4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / PGU DISCONNECTION FROM THE GRID

Note / Anmerkung:

The minimum / maximum threshold / trigger time according to table 4-49 in TG3 Rev.25 were used for the testing / Für die Prüfungen wurde die minimale / maximale Schwelle / Auslösezeit gemäß Tabelle 4-49, TR3 Rev.25 verwendet:

	Trigger values / times			
	min. threshold	max. threshold	min. delay ¹⁾	max. delay
Overvoltage [U>]	1,00·U _n	1,30·U _n	50 ms	180 s
Overvoltage [U>>]	1,00·U _n	1,30·U _n	50 ms	100 ms
Undervoltage [U<]	0,15·U _n ²⁾	1,00·U _n	50 ms	2,4 s
undervoltage [U<<]	0,15·U _n ²⁾	1,00·U _n	50 ms	800 ms
Overfrequency [f>]	50,0 Hz	55,0 Hz	50 ms	5 s
Overfrequency [f>>]	50,0 Hz	55,0 Hz	50 ms	100 ms
Underfrequency [f<]	45,0 Hz	50,0 Hz	50 ms	100 ms

¹⁾ The min. settable trigger time of the voltage / frequency protection is 50 ms / Die min. einstellbare Auslösezeit des Spannungs- / Frequenzschutzes ist 50 ms.

²⁾ The min. settable threshold of the undervoltage protection is 0,15·U_n / Die min. einstellbare Schwelle des Unterspannungsschutzes ist 0,15·U_n.

The results of the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Ergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (480 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (400 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report



Extract from the test report - Part 3: Protection system

Page 11 of 12

Report No.:
18TH0225_TR3_1_excerpt-part_3_0

4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS / NACHWEIS DER ZUSCHALTBEDINGUNGEN			
1) Connection without previous protection trigger / Zuschalten ohne vorherige Schutzauflösung			
SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)			
Country code / Ländereinstellung: VDE-AR-N 4110:2018-11			
	Range / Bereich [p.u. U _n] / [Hz]	Cut in occurred within the given range / Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich	
Voltage / Spannung:	0,90 – 1,10	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Frequency / Frequenz:	47,5 – 50,2	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)			
Country code / Ländereinstellung: VDE-AR-N 4120:2018-11			
	Range / Bereich [p.u. U _n] / [Hz]	Cut in occurred within the given range / Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich	
Voltage / Spannung:	0,90 – 1,10	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Frequency / Frequenz:	47,5 – 51,0	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
2) Connection after triggering of the decoupling protection / Zuschalten nach Auslösung der Entkopplungsschutzes			
SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 2]			
	Range / Bereich [p.u. U _n] / [Hz]	Cut in occurred within the given range / Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich	
Undervoltage / Unterspannung:	< 0,95	☐ Yes / Ja	☒ No / Nein
Underfrequency / Unterfrequenz:	≤ 49,9	☐ Yes / Ja	☒ No / Nein
Overfrequency / Überfrequenz:	≥ 50,1	☐ Yes / Ja	☒ No / Nein
Note / Anmerkung: The results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. / Die Ergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000- 50KTL-M0 direkt übertragen werden.			

Figure 15 – Results of grid protection from [12]

3. Annex 3 – Extract from the test report

The function of the integrated grid monitoring and disconnection is independent from other parameters and functions.

The grid monitoring functions can be maintained for at least 5 s during grid voltage loss.

The loss of power supply for the grid monitoring results in a non-delayed triggered disconnection.

The generating units monitor the phase-to-neutral or phase-to-phase voltages (corresponding to the wiring connection).

The three phase-to-phase and phase-to-neutral voltages are logical OR connected to trigger the operation of the separation device.

An external monitoring relay can trigger the power generating unit's integrated breakers (by digital input).

Description of the interface for on-site testing

The PGU does not provide test terminals for on-site testing. For necessary on-site testing, an external monitoring relay with corresponding test terminals must be installed and the PGU's monitoring parameters must be set accordingly. The integrated grid monitoring/protection parameters can be checked via remote control (Smartlogger / App).

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.5. Self-protection [14]

According to [14] if the connection voltage exceeds $1,5 \cdot U_n$ (line-to-line peak value) will lead to a non-delayed self-protection tripping.

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.6. Quasi-static operation [7]

Manufacturer's data from [7]

The unit can be continuously operated within the voltage / frequency range of $80\%U_n$ and $120\%U_n$ / 47.5 Hz and 52 Hz. The operating range of voltage and frequency can also be limited using the protection functions.

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.7. Fault ride through capability [7]

Within the adjustable parameter ranges of the grid monitoring the PGU can ride through the symmetrical and asymmetrical faults according to the Fault Ride-Through (FRT) limit curve for a Type 2 power generating plant specified in [2].

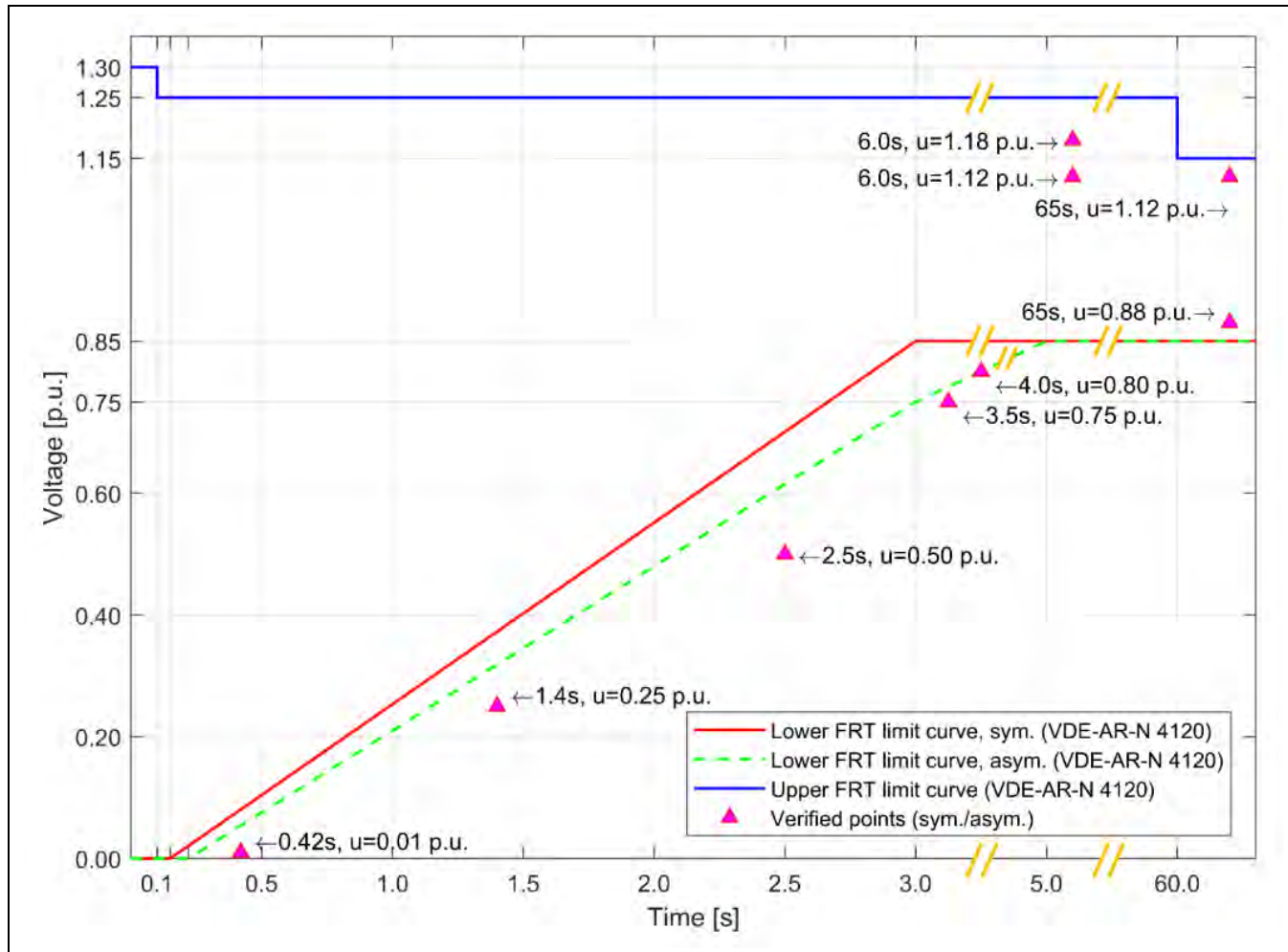


Figure 16 – Verified Fault Ride-Through (FRT) limit curve from [7]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.8. Short-circuit current contributions

In the following the test results from [7] are summarized:

SUN2000-60KTL-M0 (400 V)

Ergebnis	0.1-1			0.2-1			0.3-1			0.4-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,495	1,001	0,508	0,496	1,003	0,509
17	0,030			0,030			0,520			0,521		
22	1,002			0,999			1,002			0,999		
23	0,002			0,002			0,002			0,002		
28 ²⁾	-0,009			-0,002			-0,009			-0,002		
32	1,005			0,203			1,006			0,202		
51 - 53	124,0	125,0	119,7	124,0	126,0	119,3	155,3	136,7	102,7	144,0	66,0	81,3
54 - 56	0,906	0,744	0,576	0,894	0,613	0,624	1,019	0,480	0,566	0,859	0,390	0,477
57 - 59	1,006	1,007	1,010	1,008	1,005	1,007	1,003	0,367	0,637	1,003	0,365	0,638
60 - 62	1,008	1,006	1,011	1,009	1,005	1,006	1,004	0,366	0,638	1,003	0,366	0,637
63 - 65	1,008	1,007	1,008	1,008	1,007	1,009	1,005	0,369	0,636	1,004	0,368	0,636
66 - 68	0,287	0,292	0,295	0,204	0,207	0,204	0,301	0,313	0,321	0,199	0,203	0,216
69 - 71	0,972	0,972	0,972	0,201	0,201	0,201	1,001	0,999	1,001	0,201	0,202	0,201
74	0,283			0,027			0,290			0,019		

Ergebnis	25.1-1			25.2-1			25.3			25.4-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,258	0,257	0,258	0,258	0,257	0,258	Die EZE ist in der Lage, mehrfach aufeinanderfolgende Spannungseinbrüche durchzuführen. / The PGU is able to ride through several consecutive voltage dips.			0,543	1,004	0,554
17	0,258			0,258						0,629		
22	1,002			0,999						1,002		
23	0,002			0,002						0,002		
28 ²⁾	-0,009			-0,002						-0,008		
32	1,004			0,203						1,004		
51 - 53	124,7	129,0	119,0	128,0	123,7	123,0				116,3	107,0	118,0
54 - 56	0,941	0,756	0,588	0,927	0,685	0,606				0,552	0,221	0,663
57 - 59	1,014	1,012	1,015	1,015	1,012	1,015				1,008	0,390	0,618
60 - 62	1,015	1,011	1,014	1,014	1,012	1,014				1,009	0,384	0,624
63 - 65	1,014	1,013	1,014	1,014	1,011	1,013				1,010	0,372	0,637
66 - 68	1,015	1,013	1,014	1,013	1,011	1,014				1,009	0,372	0,637
69 - 71	1,014	1,013	1,014	1,014	1,011	1,013				1,009	0,372	0,637
74	0,285			0,022						0,262		

Ergebnis	25.5-1			50.1-1			50.2-1			50.3-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,543	1,005	0,554	0,503	0,501	0,503	0,503	0,501	0,503	0,660	0,993	0,668
17	0,629			0,502			0,503			0,751		
22	0,999			1,002			0,999			1,002		
23	0,002			0,002			0,002			0,002		
28 ²⁾	-0,002			-0,009			-0,002			-0,009		
32	0,203			1,006			0,201			1,004		
51 - 53	109,7	52,7	73,7	124,0	127,0	128,3	110,0	119,0	117,3	122,3	112,0	117,3
54 - 56	0,493	0,213	0,397	0,713	0,954	0,967	0,529	0,800	0,741	0,664	0,415	0,768
57 - 59	1,010	0,373	0,637	1,012	1,008	1,012	1,003	0,999	1,002	0,955	0,214	0,748
60 - 62	1,011	0,373	0,638	1,013	1,011	1,012	1,000	0,998	0,999	0,958	0,212	0,755
63 - 65	1,010	0,374	0,637	1,015	1,013	1,015	1,009	1,007	1,007	0,960	0,214	0,754
66 - 68	1,010	0,372	0,639	1,014	1,012	1,015	1,013	1,011	1,013	0,970	0,236	0,738
69 - 71	1,010	0,373	0,637	1,013	1,011	1,014	1,013	1,011	1,013	0,973	0,243	0,732
74	0,011			0,207			0,007			0,223		

Ergebnis	50.4-1			50.5			50.6			75.1-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,661	0,994	0,668	0,499	0,498	0,500	0,660	0,996	0,660	0,753	0,751	0,754
17	0,751			0,499			0,748			0,752		
22	0,999			0,999			0,999			1,002		
23	0,002			0,002			0,002			0,002		
28 ²⁾	-0,002			-0,002			-0,002			-0,009		
32	0,203			0,202			0,203			1,005		
51 - 53	121,7	47,3	83,0	27,3	40,3	42,0	70,3	35,3	38,7	128,7	136,7	130,0
54 - 56	0,727	0,229	0,530	0,114	0,162	0,164	0,159	0,178	0,124	1,012	1,015	0,988
57 - 59	0,967	0,259	0,713	0,040	0,038	0,039	0,043	0,047	0,042	1,013	1,010	1,012
60 - 62	0,969	0,258	0,714	0,040	0,039	0,040	0,042	0,047	0,042	1,012	1,009	1,011
63 - 65	0,969	0,259	0,714	0,040	0,038	0,040	0,042	0,047	0,042	1,013	1,010	1,012
66 - 68	0,976	0,252	0,729	0,040	0,038	0,039	0,042	0,047	0,042	1,013	1,010	1,013
69 - 71	0,978	0,260	0,722	0,040	0,039	0,039	0,042	0,048	0,043	1,012	1,010	1,011
74	0,000			0,063			0,062			0,007		

3. Annex 3 – Extract from the test report

Ergebnis	75.2-1			75.3-1			75.4-1			75.5-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,751	0,749	0,752	0,750	0,749	0,752	0,750	0,748	0,751	0,750	0,749	0,750
17	0,751			0,750			0,750			0,750		
22	0,999			0,999			0,998			0,999		
23	0,002			0,002			0,002			0,001		
28 ²⁾	-0,002			0,658			-0,663			-0,001		
32	0,203			0,204			0,202			0,202		
51 - 53	67,3	65,7	66,3	130,0	130,0	130,3	89,7	45,7	57,0	133,3	131,0	125,7
54 - 56	0,477	0,490	0,467	0,989	1,025	1,001	0,382	0,351	0,359	0,842	0,862	0,773
57 - 59	0,532	0,530	0,531	1,025	1,022	1,024	0,330	0,330	0,330	0,968	0,972	0,966
60 - 62	0,531	0,531	0,531	1,025	1,022	1,024	0,331	0,330	0,330	0,968	0,971	0,967
63 - 65	0,531	0,530	0,531	1,026	1,021	1,025	0,327	0,328	0,328	0,985	0,987	0,981
66 - 68	0,546	0,543	0,544	1,026	1,022	1,025	0,327	0,327	0,327	0,996	1,000	0,994
69 - 71	0,552	0,550	0,551	1,024	1,022	1,024	0,326	0,326	0,326	0,999	1,001	0,996
74	0,000			0,034			0,000			0,018		

Ergebnis	75.6-1			75.7-1			75.8-1			80.1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,814	1,004	0,816	0,812	1,001	0,815	0,811	0,999	0,819	0,803	0,801	0,803
17	0,872			0,871			0,872			0,802		
22	1,002			0,999			0,999			1,002		
23	0,002			0,002			0,002			0,002		
28 ²⁾	-0,009			-0,002			-0,002			-0,009		
32	1,005			0,202			0,203			1,005		
51 - 53	117,7	73,0	120,3	68,0	22,7	57,7	123,0	55,7	78,7	128,3	129,0	132,0
54 - 56	0,846	0,541	0,953	0,509	0,138	0,401	0,878	0,320	0,566	1,001	1,010	1,009
57 - 59	0,838	0,514	0,958	0,533	0,105	0,451	0,968	0,290	0,679	1,010	1,009	1,011
60 - 62	0,839	0,515	0,959	0,536	0,096	0,466	0,972	0,284	0,686	1,010	1,009	1,010
63 - 65	0,839	0,514	0,960	0,546	0,103	0,469	0,973	0,288	0,685	1,009	1,009	1,011
66 - 68	0,840	0,504	0,957	0,551	0,107	0,472	0,987	0,284	0,703	1,010	1,009	1,011
69 - 71	0,839	0,503	0,957	0,555	0,113	0,471	0,997	0,326	0,672	1,011	1,008	1,011
74	0,055			0,000			0,019			0,000		

Ergebnis	80.2			85.1-1			110.1-1			110.2-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,856	0,992	0,857	0,880	0,878	0,880	1,102	0,975	1,102	1,099	0,973	1,100
17	0,899			0,879			1,058			1,056		
22	1,002			0,999			1,002			0,999		
23	0,002			0,002			0,002			0,002		
28 ²⁾	-0,009			-0,002			-0,005			-0,001		
32	1,005			0,203			1,005			0,202		
51 - 53	111,7	89,7	123,3	38,7	39,0	38,7	108,7	121,0	95,0	44,3	49,7	22,7
54 - 56	0,867	0,669	0,972	0,307	0,314	0,304	0,871	0,951	0,703	0,280	0,332	0,091
57 - 59	0,860	0,665	0,977	0,315	0,315	0,316	0,885	0,957	0,686	0,295	0,345	0,091
60 - 62	0,859	0,663	0,977	0,316	0,315	0,316	0,885	0,957	0,686	0,294	0,345	0,091
63 - 65	0,859	0,661	0,977	0,322	0,321	0,322	0,884	0,955	0,682	0,294	0,345	0,091
66 - 68	0,859	0,657	0,976	0,324	0,322	0,324	0,884	0,955	0,680	0,300	0,350	0,088
69 - 71	0,859	0,655	0,977	0,326	0,324	0,325	0,883	0,955	0,679	0,307	0,352	0,082
74	0,027			0,000			0,005			0,000		

Ergebnis	110.3-1			115.1-1			115.2-1			-		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	1,119	1,116	1,120	1,181	1,178	1,182	1,179	1,176	1,180	-	-	-
17	1,118			1,180			1,178			-		
22	0,999			1,002			0,999			-		
23	0,002			0,002			0,002			-		
28 ²⁾	-0,001			-0,009			-0,002			-		
32	0,203			1,004			0,202			-		
51 - 53	36,0	36,3	36,7	116,0	107,7	122,0	45,7	45,7	54,7	-	-	-
54 - 56	0,279	0,278	0,281	0,866	0,804	0,900	0,349	0,334	0,365	-	-	-
57 - 59	0,291	0,292	0,291	0,918	0,916	0,913	0,382	0,380	0,379	-	-	-
60 - 62	0,291	0,292	0,291	0,920	0,918	0,918	0,381	0,381	0,378	-	-	-
63 - 65	0,292	0,292	0,291	0,919	0,919	0,916	0,391	0,389	0,386	-	-	-
66 - 68	0,298	0,299	0,299	0,922	0,920	0,915	0,394	0,393	0,388	-	-	-
69 - 71	0,300	0,299	0,299	0,920	0,918	0,916	0,396	0,396	0,392	-	-	-
74	0,000			0,006			0,000			-		

3. Annex 3 – Extract from the test report

Note:

Die Ergebnisse in der Tabelle sind anhand der Tabelle 4-70 in FGW TR3 (Rev.25) wie folgt durchnummeriert /
The results in the table are numbered according to Table 4-70 in FGW TR3 (Rev.25) as follows :

¹⁾ A / B / C kennzeichnen die Phase-Phase-Spannungen (L12, L23, L31) oder die Phasenströme (L1, L2, L3). /
A / B / C indicate the phase-phase voltages (L12, L23, L31) or the phase currents (L1, L2, L3).

²⁾ Untererregter / induktiver Blindstrom hat ein negatives Vorzeichen, übererregter / kapazitiver Blindstrom hat ein positives Vorzeichen, das Vorzeichen der Blindleistung ist gleich wie Blindstrom. /
Under-excited / inductive reactive current has a negative sign, over-excited / capacitive reactive current has a positive sign, the sign of the reactive power is the same as the reactive current.

³⁾ Test für Mehrfachfehler zu nachweisen, dass die EZE in der Lage ist, mehrfach aufeinanderfolgende Spannungseinbrüche durchfahren zu können. /
Test for multiple faults to proven the PGU is able to ride through several consecutive voltage dips.

Nr.:	Parameter	Phasenbezug, Bezugszeit, Wert [Einheit] / Phase reference, Reference time, Value [unit]
16	Istwert Spannungseinbruchtiefe / Spannungserhöhung / Measured value of voltage drop / increase (L12, L23, L31)	Phase-Phase, t1 + 100ms ... t2 zu t1 - 60s ... t1) [p.u. U _n]
17	Istwert Spannungseinbruchtiefe / Spannungserhöhung / Measured value of voltage drop / increase	Mitsystem / Pos. seq., Phase-neutral, t1 + 100ms ... t2 zu t1 - 60s ... t1) [p.u. U _n]
22	Spannung / Voltage	Mitsystem / Pos. seq., Phase-neutral, t1 - 60s bis t1) [p.u. U _n]
23	Spannung / Voltage	Gegensystem / Neg. seq., Phase-neutral, t1 - 60s bis t1) [p.u. U _n]
28 ²⁾	Blindstrom / Reactive current	Mitsystem / Neg. seq., t1 - 60s bis t1) [p.u. I _n]
32	Wirkleistung / Active Power	Gesamt / Total, t1 - 10s ... t1 [p.u. P _n]
51 - 53	Kurzschlussströme Scheitelwerte / Short-circuit currents, peak value (L1,L2,L3)	t1 ... t1 + 20ms [A]
54 - 56	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 ... t1 + 20ms [p.u. I _n]
57 - 59	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 80ms ... t1 + 100ms [p.u. I _n]
60 - 62	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 130ms ... t1 + 150ms [p.u. I _n]
63 - 65	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 280ms ... t1 + 300ms [p.u. I _n]
66 - 68	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 480ms ... t1 + 500ms [p.u. I _n]
69 - 71	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 980ms ... t1 + 1000ms [p.u. I _n]
74	Anschwingzeit Wirkstrom / Response time of active current	Mitsystem / Pos. seq. [s]

Figure 17 – Summary results of short-circuit current contributions - SUN2000-60KTL-M0 (400 V)

The following reference values are applied for calculation of the p.u. values specified in the table above:

	SUN2000-60KTL-M0	
Rated active power, P _n [kW]	60	
Rated voltage U _n [V]	230 (phase-to-neutral)	480 (phase-to-phase)
Rated current, I _n [A]	86,7	72,2

3. Annex 3 – Extract from the test report

SUN2000-60KTL-M0 (480 V)

Ergebnis	0.1-1			0.2-1			0.3-1			0.4-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54 - 56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 - 59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60 - 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63 - 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66 - 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69 - 71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ergebnis	25.1-1			25.2-1			25.3			25.4-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	0,253	0,252	0,253	-	-	-	Die EZE ist in der Lage, mehrfach aufeinanderfolgende Spannungseinbrüche durchzufahren. / The PGU is able to ride through several consecutive voltage dips.	-	-	-	-	-
17	0,253	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
22	1,004	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
23	0,002	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
28 ²⁾	-0,005	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
32	1,003	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
51 - 53	103,3	108,0	99,3	-	-	-		-	-	-	-	-
54 - 56	0,915	0,810	0,545	-	-	-		-	-	-	-	-
57 - 59	1,015	1,016	1,012	-	-	-		-	-	-	-	-
60 - 62	1,014	1,017	1,013	-	-	-		-	-	-	-	-
63 - 65	1,015	1,017	1,013	-	-	-		-	-	-	-	-
66 - 68	1,014	1,017	1,012	-	-	-		-	-	-	-	-
69 - 71	1,015	1,017	1,012	-	-	-		-	-	-	-	-
74	0,317	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-

Ergebnis	25.5-1			50.1			50.2-1			50.5		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54 - 56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 - 59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60 - 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63 - 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66 - 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69 - 71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ergebnis	50.3-1			50.4-1			50.6			75.1-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54 - 56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 - 59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60 - 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63 - 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66 - 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69 - 71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3. Annex 3 – Extract from the test report

Ergebnis	75.2-1			75.3-1			75.4-1			75.5-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	0,752	0,751	0,753	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	0,752	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	1,003	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	0,659	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	0,205	-	-	-	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	110,3	111,7	109,7	-	-	-	-	-	-
54 - 56	-	-	-	0,993	1,030	1,006	-	-	-	-	-	-
57 - 59	-	-	-	1,027	1,030	1,026	-	-	-	-	-	-
60 - 62	-	-	-	1,027	1,027	1,025	-	-	-	-	-	-
63 - 65	-	-	-	1,026	1,028	1,024	-	-	-	-	-	-
66 - 68	-	-	-	1,027	1,030	1,025	-	-	-	-	-	-
69 - 71	-	-	-	1,026	1,028	1,024	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	0,035	-	-	-	-	-	-	-	-

Ergebnis	75.6-1			75.7-1			75.8-1			80.1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	-	-	-	0,813	1,004	0,819	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	0,874	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	1,002	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-0,001	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	0,202	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	-	-	-	111,3	45,3	68,3	-	-	-
54 - 56	-	-	-	-	-	-	0,888	0,342	0,553	-	-	-
57 - 59	-	-	-	-	-	-	1,016	0,390	0,626	-	-	-
60 - 62	-	-	-	-	-	-	1,019	0,396	0,623	-	-	-
63 - 65	-	-	-	-	-	-	1,017	0,395	0,624	-	-	-
66 - 68	-	-	-	-	-	-	1,019	0,392	0,626	-	-	-
69 - 71	-	-	-	-	-	-	1,019	0,391	0,628	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	0,028	-	-	-	-	-

Ergebnis	80.2			85.1			110.1-1			110.2-1		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54 - 56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 - 59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60 - 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63 - 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66 - 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69 - 71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ergebnis	110.3-1			115.1-1			115.2-1			-		
	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾
16	-	-	-	1,185	1,182	1,185	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	1,184	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	1,004	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-
28 ²⁾	-	-	-	-0,005	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	1,008	-	-	-	-	-	-	-	-
51 - 53	-	-	-	96,3	93,3	105,7	-	-	-	-	-	-
54 - 56	-	-	-	0,859	0,791	0,863	-	-	-	-	-	-
57 - 59	-	-	-	0,919	0,922	0,919	-	-	-	-	-	-
60 - 62	-	-	-	0,919	0,922	0,916	-	-	-	-	-	-
63 - 65	-	-	-	0,919	0,919	0,921	-	-	-	-	-	-
66 - 68	-	-	-	0,919	0,921	0,919	-	-	-	-	-	-
69 - 71	-	-	-	0,919	0,922	0,918	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	0,026	-	-	-	-	-	-	-	-

3. Annex 3 – Extract from the test report

Note:

Die Ergebnisse in der Tabelle sind anhand der Tabelle 4-70 in FGW TR3 (Rev.25) wie folgt durchnummeriert /
The results in the table are numbered according to Table 4-70 in FGW TR3 (Rev.25) as follows :

¹⁾ A / B / C kennzeichnen die Phase-Phase-Spannungen (L12, L23, L31) oder die Phasenströme (L1, L2, L3). /
A / B / C indicate the phase-phase voltages (L12, L23, L31) or the phase currents (L1, L2, L3).

²⁾ Untererregter / induktiver Blindstrom hat ein negatives Vorzeichen, übererregter / kapazitiver Blindstrom hat ein positives Vorzeichen, das Vorzeichen der Blindleistung ist gleich wie Blindstrom. /
Under-excited / inductive reactive current has a negative sign, over-excited / capacitive reactive current has a positive sign, the sign of the reactive power is the same as the reactive current.

³⁾ Test für Mehrfachfehler zu nachweisen, dass die EZE in der Lage ist, mehrfach aufeinanderfolgende Spannungseinbrüche durchfahren zu können. /
Test for multiple faults to proven the PGU is able to ride through several consecutive voltage dips.

Nr.:	Parameter	Phasenbezug, Bezugszeit, Wert [Einheit] / Phase reference, Reference time, Value [unit]
16	Istwert Spannungseinbruchtiefe / Spannungserhöhung / Measured value of voltage drop / increase (L12, L23, L31)	Phase-Phase, t1 + 100ms ... t2 zu t1 - 60s ... t1) [p.u. U _n]
17	Istwert Spannungseinbruchtiefe / Spannungserhöhung / Measured value of voltage drop / increase	Mitsystem / Pos. seq., Phase-neutral, t1 + 100ms ... t2 zu t1 - 60s ... t1) [p.u. U _n]
22	Spannung / Voltage	Mitsystem / Pos. seq., Phase-neutral, t1 - 60s bis t1) [p.u. U _n]
23	Spannung / Voltage	Gegensystem / Neg. seq., Phase-neutral, t1 - 60s bis t1) [p.u. U _n]
28 ²⁾	Blindstrom / Reactive current	Mitsystem / Neg. seq., t1 - 60s bis t1) [p.u. I _n]
32	Wirkleistung / Active Power	Gesamt / Total, t1 - 10s ... t1 [p.u. P _n]
51 - 53	Kurzschlussströme Scheitelwerte / Short-circuit currents, peak value (L1,L2,L3)	t1 ... t1 + 20ms [A]
54 - 56	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 ... t1 + 20ms [p.u. I _n]
57 - 59	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 80ms ... t1 + 100ms [p.u. I _n]
60 - 62	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 130ms ... t1 + 150ms [p.u. I _n]
63 - 65	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 280ms ... t1 + 300ms [p.u. I _n]
66 - 68	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 480ms ... t1 + 500ms [p.u. I _n]
69 - 71	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert / Short-circuit currents, 1-period RMS value (L1,L2,L3)	t1 + 980ms ... t1 + 1000ms [p.u. I _n]
74	Anschwingzeit Wirkstrom / Response time of active current	Mitsystem / Pos. seq. [s]

Figure 18 – Summary results of short-circuit current contributions - SUN2000-60KTL-M0 (480 V)

The following reference values are applied for calculation of the p.u. values specified in the table above:

	SUN2000-60KTL-M0	
Rated active power, P _n [kW]	60	
Rated voltage U _n [V]	230 (phase-to-neutral)	480 (phase-to-phase)
Rated current, I _n [A]	86,7	72,2

The FRT behaviour of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly.

The current peak values and current rms values of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor

$$I_{n, SUN2000-50KTL-M0} / I_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}$$

or

$$I_{n, SUN2000-60KTL-M0 (480 V)} / I_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}.$$

3. Annex 3 – Extract from the test report

Parameters necessary for calculating the short-circuit currents as specified in DIN EN 60909-0 (VDE 0102) [6]
(Manufacturer's data from [15]):

	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0 (400 V)	SUN2000-60KTL-M0 (480 V)
R.m.s. value of the source current for three-phase fault, I_{skPF}	72,2	86,7	72,2
R.m.s. value of the source current for two-phase fault, $I_{(1)sk2PF}$	72,2	86,7	72,2
R.m.s. value of the source current for single-phase fault, $I_{(1)sk1PF}$	72,2	86,7	72,2
Negative-sequence short-circuit impedance (manufacturer information for integer k-factors only), $Z_{(2)PF}$	0,5		

Table 1 - Parameters necessary for calculating the short-circuit currents according to DIN EN 60909-0

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.1. General information about the simulation model [8]:

Simulation environment used for creation of the PGU model:	PowerFactory 2017 SP1 (x64)
Simulation environment used for conducting simulation/validation:	PowerFactory 2017 SP9 (x64)
Data format of the simulation model:	.pfd (PowerFactory model file)
Identification number of the validated model of the generating unit:	File name: Huawei_20-0275_0_TR4_SUN2000-50-60KTL-M0_V1.zip MD5 - Checksum: 50a3725f3ac55cde279e7f27007263de Archive content: Encrypted PowerFactory model for PGU SUN2000-50KTL-M0: File name: Huawei_VDE4120&4110_SUN2000-50KTL-M0_400V_Enc_V1.0.pfd MD5 - Checksum: 543c145cd3ade630046e1d4a572a722f Encrypted PowerFactory model for PGU SUN2000-60KTL-M0 (400 V): File name: Huawei_VDE4120&4110_SUN2000-60KTL-M0_400V_Enc_V1.1.pfd MD5 - Checksum: b5b55ce21929fcee384134345138f1c9 Encrypted PowerFactory model for PGU SUN2000-60KTL-M0 (480 V): File name: Huawei_VDE4120&4110_SUN2000-60KTL-M0_480V_Enc_V1.1.pfd MD5 - Checksum: 972457b3cabf6d14b9245da90a0e77c3
Certification the PGU according to:	☒ VDE-AR-N 4110:2018-11 ☒ VDE-AR-N 4110:2018-11
Available model documentation:	User Manual for SUN2000-60KTL&50KTL-M0 DlgSILENT model of VDE4120&4110_V1.0.pdf (Date: 21.04.2020)
Model type:	☐ EMT model ☒ RMS model
The model is suitable for	☒ static simulation ☒ dynamic simulation ☒ simulation of symmetrical and asymmetrical faults ☐ only simulation of symmetrical faults
Implemented FRT modes:	☒ Full dynamic grid support ☒ Limited dynamic grid support
Is k-factor adjustable?	☒ yes ☐ no
Further functions implemented in the model:	See 4.3 Model parameters [8]
Is a simulation on a PGS configuration with SCR = 5 possible?	☒ yes ☐ no, for a stable simulation the SCR has to be limited to: _____

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.2. Description of the PGU simulation model [8]:

The simulation models of the *SUN2000-60KTL-M0 (400 V)*, *SUN2000-60KTL-M0 (480 V)* and *SUN2000-50KTL-M0* are implemented in DIgSILENT PowerFactory Version 2017 SP1. In time-domain the static generator model acts as an current source and is suitable for RMS simulations. It is recommended that the integration step size to be set to 1 ms for the simulations.

Description of the main control circuit (Figure 19):

The PV inverter is represented by the built-in PowerFactory element *Static Generator*. The behaviour of dynamic model is determined by the DSL models connected to the *Static Generator* as showed in *Figure 19*.

- The (measurement element) *PQ_Meas* measures the active and reactive power;
- The (measurement element) *Ulv_Meas* determines positive and negative sequence of voltage;
- The (measurement element) voltage transformer *VT* located to the terminal *LV* and measures the three phase voltage on the secondary side of the transformer;
- The (measurement element) phase locked loop *PLL_prot* determines the frequency for grid protection and phase angle for calculation of the pos. / neg. sequence of active / reactive current references;
- The (measurement element) phase locked loop *PLL* determines the phase angle for active and reactive current control;
- The model *Pf_Changes* reproduces the active power behavior of the converter in case of overfrequency;
- The model *Q_Control* determines the reactive current reference according to the reactive power set value in consideration of the measured voltage;
- The model *Udc_Control* determines the active current reference according to the active power set value in consideration of the measured voltage;
- The model *Curr_Ctrl* detects the FRT events and calculates the pos. / neg. sequence of active / reactive current references in consideration of the current limitation;

The model *Protection* disconnects the static generator from grid in case of a voltage or frequency grid fault longer than the protection set delay.

Detection of FRT event:

The implementation of the FRT detection is identical to the implementation in the PGU:

- If the minimum (for LVRT) or maximum (for HVRT) value of the three phase-to-phase voltages exceeds the activation threshold (default: $U_n \pm 10\%U_n$), a FRT event will be detected.
- A FRT event will be detected if an abrupt voltage change occurs (the absolute difference between the actual value of the positive and negative sequence voltage and the 1s (50 periods) average of the positive and negative sequence exceeds the activation threshold (default: $5\%U_n$).

Voltage reference for additional reactive current calculation:

The reference voltage is the 60 s (default setting, settable in the simulation model using parameter *Tu*, see 4.3 Model parameters [8]) average of the positive and negative sequence voltage before fault occurs.

The voltage reference will not be updated during faults.

4. Annex 4 – Validated simulation model

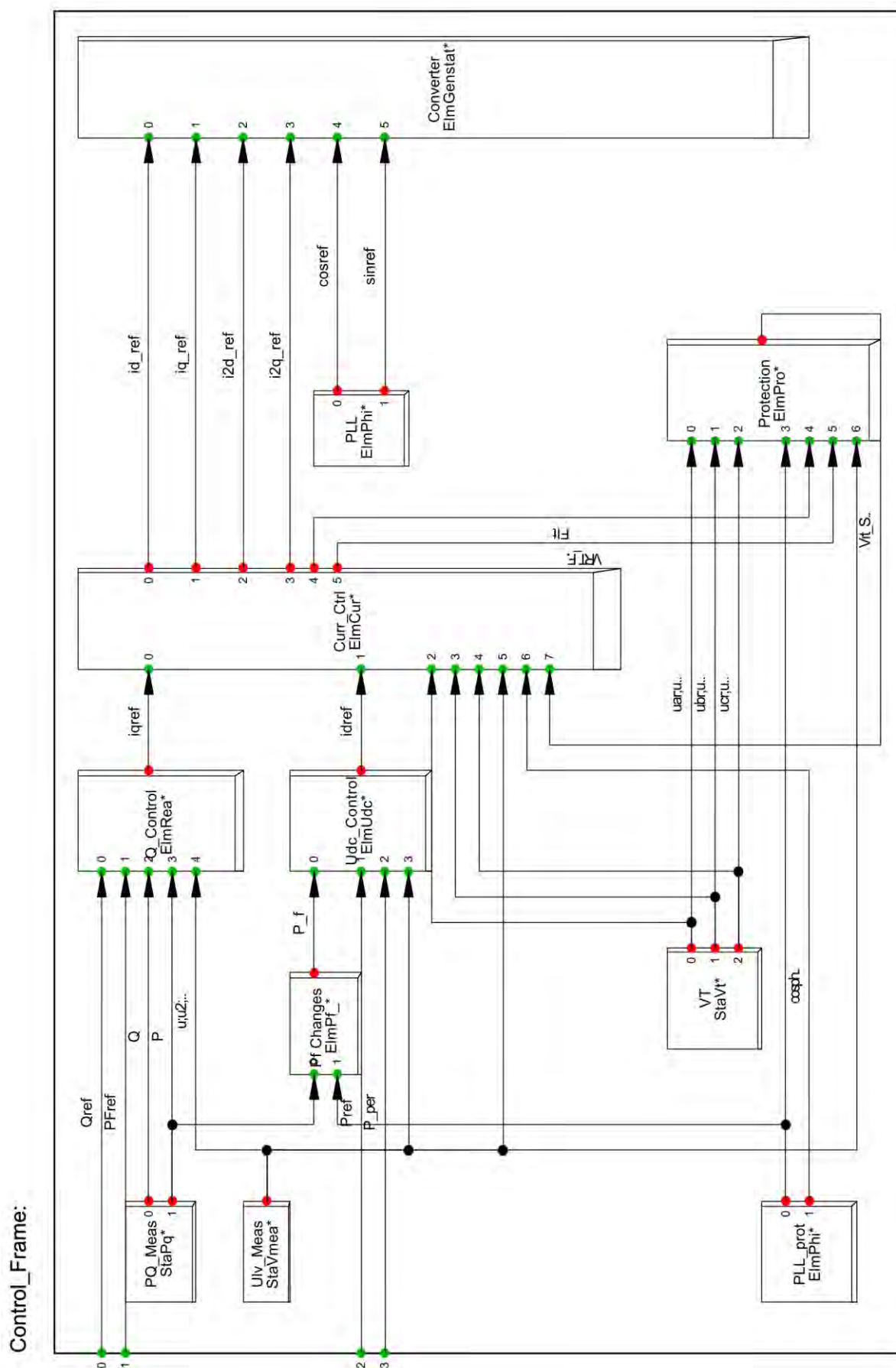


Figure 19 – Control frame of the simulation model

4. Annex 4 – Validated simulation model

Description of the interface to DC input and AC output (Figure 20):

The PV converter is connected to AC mains via the 0,40 kV (for models *SUN2000-60KTL-M0 (400 V)* and *SUN2000-50KTL-M0*) or 0,48 kV (*SUN2000-60KTL-M0 (480 V)*) three phase busbar (which is the measuring point of the above mentioned voltage measuring elements) and also contains the relays of the internal disconnection function.

In time-domain simulations the static generator model acts as a current source, no explicit primary energy conversion is implemented.

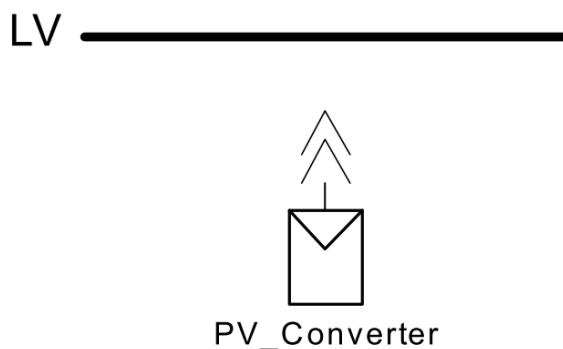


Figure 20 – Interface of the model towards the simulation environment

4. Annex 4 – Validated simulation model

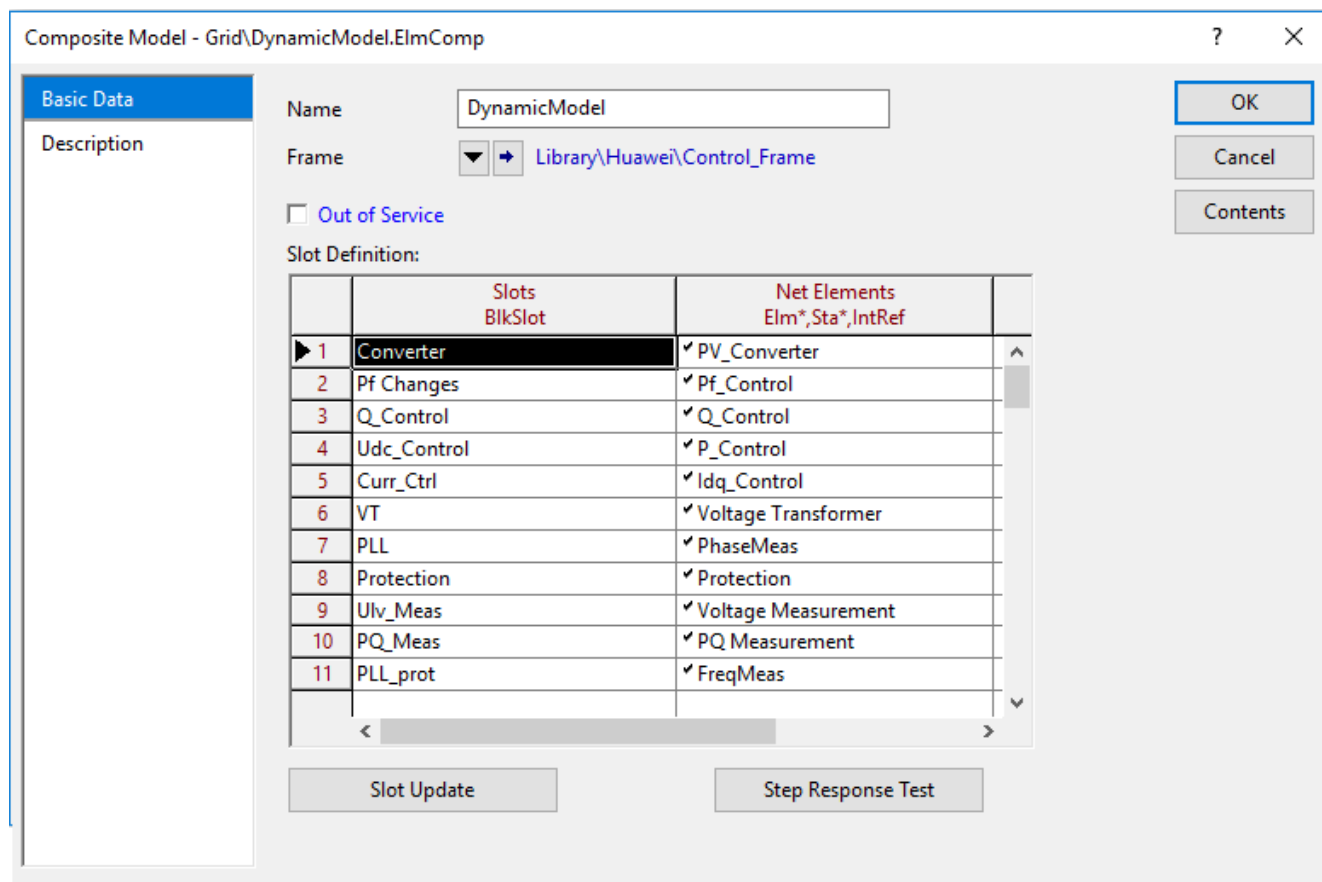
4.3. Model parameters [8]

Description of the accessible parameterization of the model:

The ranges of the following parameters need to be selected in a sensible way: i.e. using the default values or parameter ranges stated in the TG 3 parameters (see *Annex 5 – Certification-relevant parameters*).

Figure 21 shows the composite model *DynamicModel* which references to *Control_Frame* showed in Figure 19 and connects to the common models

- *Pf_Control*;
- *Q_Control*;
- *P_Control*;
- *Idq_Control*;
- *Protection*.



	Slots BlkSlot	Net Elements Elm*,Sta*,IntRef
1	Converter	✓ PV_Converter
2	Pf Changes	✓ Pf_Control
3	Q_Control	✓ Q_Control
4	Udc_Control	✓ P_Control
5	Curr_Ctrl	✓ Idq_Control
6	VT	✓ Voltage Transformer
7	PLL	✓ PhaseMeas
8	Protection	✓ Protection
9	Ulv_Meas	✓ Voltage Measurement
10	PQ_Meas	✓ PQ Measurement
11	PLL_prot	✓ FreqMeas

Figure 21 – Composite model *DynamicModel* references to *Control_Frame*

4. Annex 4 – Validated simulation model



Page 26 of 450

Report No.: 18TH0225_TR4_1

A4. Model parameters

Parameter name	Parameter description	Unit	Default
<i>Static Generator – Grid\PV_Converter.ElmGenstat (Basic Data\General)</i>			
Nominal Apparent Power	Nominal apparent and active power rating of the inverter	[kVA]	SUN2000-50KTL-M0: 50 SUN2000-60KTL-M0 (400 V): 60 SUN2000-60KTL-M0 (480 V): 60
Power Factor	Default reactive power setting	[-]	1
Parallel Machines	Number of inverters simulated by one model block	[-]	1
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\Pf_Control.ElmDsl</i>			
Pf_enable	0: p(f) control function disable 1: p(f) control function enable	[-]	1
f_enable	Frequency threshold exceeds which begins power reduction	[Hz]	50,2
f_reset	Frequency threshold below which the PGU returns to normal operation	[Hz]	50,15
f_Limit	Overfrequency limit	[Hz]	51,5
Pf_slope	Power reduction slope	[p.u./Hz] (base P _M)	0,4
Pt_slope	Power recovery slope	[p.u./min] (base P _n)	0,1
Pmax	max active Power	[p.u.] (base P _n)	1,1
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\Q_Control.ElmDsl</i>			
Smax	Maximum apparent power	[p.u.] (base P _n)	1,1
Mode	0: Q setpoint control 1: cosφ setpoint control 2: cosφ(P) control function ¹⁾ 3: Q(U) control function ¹⁾	[0/1/2/3]	0
Ramp_Q	Number of inverters simulated by one model block	[p.u./s] (base P _n)	0,75
Qmin	Minimum reactive power	[p.u.] (base P _n)	-0,66
PFmin	Minimum power factor	[-]	-0,8
Qmax	Maximum reactive power	[p.u.] (base P _n)	0,66
PFmax	Maximum power factor	[-]	0,8
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\P_Control.ElmDsl</i>			
Mode	0: P setpoint control in p.u. based P _n 1: P setpoint control in % based P _n	[0/1]	0
Pmax	Maximum active power	[p.u.] (base P _n)	1,1
RateP	Active power control ramp rate	[p.u./s] (base P _n)	1,25

Copyright © Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of BV CPS GmbH.

4. Annex 4 – Validated simulation model



Page 27 of 450

Report No.: 18TH0225_TR4_1

A4. Model parameters			
Parameter name	Parameter description	Unit	Default
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\Current_Control.ElmDsl</i>			
Smax	Apparent power limit	[p.u.] (base P_n)	1,1
imax	Current limit	[p.u.] (base I_n)	SUN2000-50KTL-M0: 1,0997 SUN2000-60KTL-M0 (400 V): 1,0992 SUN2000-60KTL-M0 (480 V): 1,0997
Unom	Nominal line voltage	[V]	SUN2000-50KTL-M0: 400 SUN2000-60KTL-M0 (400 V): 400 SUN2000-60KTL-M0 (480 V): 480
Tmu	Voltage filter time constant	[s]	0,001
Tq	Pre-fault reactive current time constant	[s]	1
Tcc	Equiv. converter reaction time (Internal time delay of the control algorithm, <i>(specific to simulation model)</i>)	[s]	0,001
Iq_pre	0: reactive current before fault will not be taken in to account for calculation of the reactive current injection 1: reactive current before fault will be taken in to account for calculation of the reactive current injection	[0/1]	1
Ramp_I	Post-fault current ramp rate	[p.u.] (base I_n)	2,5
imax1	Current limit during symmetrical faults	[p.u.] (base I_n)	1
imax2	Positive sequence current limit during asymmetrical faults	[p.u.] (base I_n)	1
Id_lim	Lower limit of the active current reference during grid faults	[p.u.] (base I_n)	0,1
imax2_neg	Negative sequence current limit during asymmetrical faults	[p.u.] (base I_n)	1
Ut_OV	HVRT voltage threshold	[p.u.] (base U_n)	0,1 (above U_n)
Ut_UV	LVRT voltage dead-band	[p.u.] (base U_n)	0,1 (below U_n)
K-Hvrt	HVRT Slope di_q/du characteristic (range: 0 - 6)	[-]	2
K-Lvrt	LVRT Slope di_q/du characteristic (range: 0 - 6)	[-]	2
Ut_AV	FRT activation threshold due to abrupt voltage change	[p.u.] (base U_n)	0,05
Udz	FRT deadband hysteresis	[p.u.] (base U_n)	0,02

Copyright © Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of BV CPS GmbH.

4. Annex 4 – Validated simulation model



Page 28 of 450

Report No.: 18TH0225_TR4_1

A4. Model parameters			
Parameter name	Parameter description	Unit	Default
LVRT_EN	0: LVRT disable 1: LVRT enable	[0/1]	1
HVRT_EN	0: HVRT disable 1: HVRT enable	[0/1]	1
ZeroCurrMode	0: Limited dynamic grid support disable 1: Limited dynamic grid support enable	[0/1]	0
Tu	Pre-fault voltage time constant (pre-fault voltage averaging interval)	[s]	5
<i>Common Model – GridDynamicModel\ Protection.ElmDsl²⁾</i>			
Umax	Tripping threshold for 1 st level of overvoltage protection	[p.u.] (base U_{nom})	1,12
Tmax	Tripping delay for 1 st level of overvoltage protection	[s]	1800 ²⁾
Umax_II	Tripping threshold for 2 nd level of overvoltage protection	[p.u.] (base U_{nom})	1,25
Tmax_II	Tripping delay for 2 nd level of overvoltage protection	[s]	66
Umax_III	Tripping threshold for 3 rd level of overvoltage protection	[p.u.] (base U_{nom})	1,3
Tmax_III	Tripping delay for 3 rd level of overvoltage protection	[s]	0,2
Umin	Tripping threshold for 1 st level of undervoltage protection	[p.u.] (base U_{nom})	0,87
Tmin	Tripping delay for 1 st level of undervoltage protection	[s]	3600 ³⁾
Umin_II	Tripping threshold for 2 nd level of undervoltage protection	[p.u.] (base U_{nom})	0,8
Tmin_II	Tripping delay for 2 nd level of undervoltage protection	[s]	6
fmax	Tripping threshold for overfrequency protection	[p.u.] (base f_{nom})	1,02
Tf_max	Tripping delay for overfrequency protection	[s]	1800
fmax_II	Tripping threshold for 2 nd level overfrequency protection	[p.u.] (base f_{nom})	1,03
Tf_max_II	Tripping delay for 2 nd level overfrequency protection	[s]	0,1
fmin	Tripping threshold for underfrequency protection	[p.u.] (base f_{nom})	0,98
Tf_min	Tripping delay for underfrequency protection	[s]	1800
fmin_II	Tripping threshold for 2 nd level underfrequency protection	[p.u.] (base f_{nom})	0,95
Tf_min_II	Tripping delay for 2 nd level underfrequency protection	[s]	0,1
VRTProc_Select	0: high priority for grid protection function 1: high priority for fault ride-through tripping curve function ⁴⁾	[0/1]	0

Copyright © Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of BV CPS GmbH.

4. Annex 4 – Validated simulation model



Page 29 of 450

Report No.: 18TH0225_TR4_1

A4. Model parameters

Parameter name	Parameter description	Unit	Default
f _{nom}	Nominal grid frequency	[Hz]	50
U _{nom}	Nominal line voltage	[V]	SUN2000-50KTL-M0: 400 SUN2000-60KTL-M0 (400 V): 400 SUN2000-60KTL-M0 (480 V): 480
T _{mu}	Time constant for voltage measurement	[s]	0,01

Note:

¹⁾ The cosφ(P)- and Q(U)-curve can be defined under

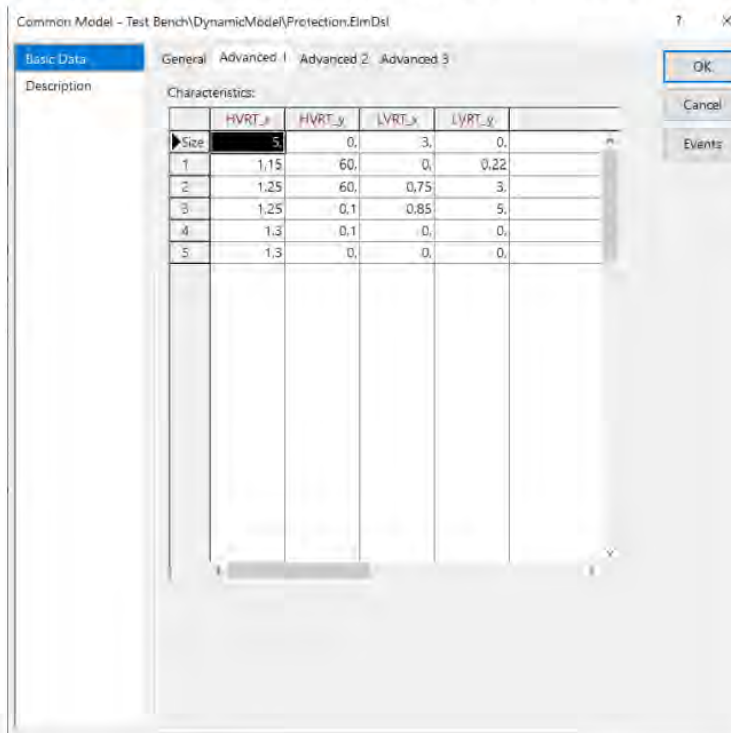
"Common Model – Grid/DynamicModel/Q_Control.ElmDsl - Basic Data/Advanced 1" (for details see model user guide (A2. General information, 2.5 Description of the provided model documentation))

²⁾ Parameter is set to the default value according to country code VDE-AR-N 4120:2018-11. The parameter can be set to 180 s for application using country code VDE-AR-N 4110:2018-11 if needed.

³⁾ Parameter is set to the default value according to country code VDE-AR-N 4120:2018-11. The parameter can be set to 66 s for application using country code VDE-AR-N 4110:2018-11 if needed.

⁴⁾ The fault ride-through tripping curve can be defined under

"Common Model – Grid/DynamicModel/Protection.ElmDsl - Basic Data/Advanced 1":



	HVRT_x	HVRT_y	LVRT_x	LVRT_y
Size	5	0	3	0
1	1,15	60	0	0,22
2	1,25	60	0,75	3
3	1,25	0,1	0,85	5
4	1,3	0,1	0	0
5	1,3	0	0	0

Copyright © Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of BV CPS GmbH.

Figure 22 – Accessible parameters of the model from [8]

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.4. Model application guide [8]

It is recommended by the manufacturers that use a fixed integration step size of 1 ms for the simulations.

Description of the steps for integration of the simulation model in a power generating system project (Manufacturer's information) [8]

1. Import the project "Huawei_VDE4120&4110_SUN2000-xxKTL-M0_xxxV_Enc_Vy.y" into PowerFactory 2017 SP1 (or later version), where xxx represents the PGUs of SUN2000-60KTL-M0 (400 V), SUN2000-60KTL-M0 (480 V) or SUN2000-50KTL-M0, y.y represents the latest model version.
2. Activate the power plant project. Copy the model template in the project "Huawei_VDE4120&4110_SUN2000-xxKTL-M0_xxx" under the folder *Library\Templates* into the folder *Library\Templates* of power plant project.
3. Select the imported model template from the Drawing Toolbox on the right-hand pane of the PowerFactory GUI and place the converter model into the single-line diagram.
4. Edit the parameters in the DLS models under guidance of manufacturer.
5. Edit the active and reactive power operating point on the *Load Flow* page of the static generator.
6. Calculate the load flow and ensure that there are no warnings or error messages.
7. Calculate the initial conditions (RMS simulation, symmetrical or unsymmetrical network representation, recommended integration step size: 1 ms constant step size).
8. Define network events and select the variables to be recorded.
9. Start the simulation, plot result variables and observe the converter behaviour.

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.5. Scope of the validation and plausibility tests [8]

The simulation model was checked for validity and plausibility according to TG 4 for following test scenarios:

- Validating all TG3 FRT tests (chapter 5 in [4])
- Plausibility tests on single model for different
 - o fault types;
 - o voltage depth;
 - o pre-fault voltages
 - o pref-fault active powers
 - o pref-fault reactive powers
 - o k-factors(chapter 5.5.2 in [4])
- Validating the P-Q diagram measured according to TG3 Chapters 4.2.2 and 4.2.3 (chapter 5.5.2.1 in [4])
- Plausibility checks of the steady-state operation (chapter 5.5.2.2 in [4])
- Plausibility tests for typical PGS configuration (SCR = 8) for different
 - o fault types;
 - o voltage depth;
 - o pre-fault voltages
 - o pref-fault active powers
 - o pref-fault reactive powers
 - o k-factors(chapter 5.5.3.1 in [4])
- Simulating of unsuccessful automatic reconnection on the PGS configuration with SCR = 5 (chapter 5.5.3.2 in [4])
- Active power reduction with over-frequency on single model (chapter 5.5.4.1 in [4])

For all the test scenarios the simulation ran stably without any error messages and showed satisfying behaviour.

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.6. Results of Validating simulation models (PGU) [8]

Summary of validation results - SUN2000-60KTL-M0 (400 V)

Test label according to TGS, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive sequence												Negative sequence											
		P			Q			L _w			L _b			P			Q			L _w			L _b		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
U _{rest} < 0.05		0.055	0.005	0.005	0.010	-0.009	0.009	0.010	0.006	0.006	0.006	-0.009	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.1	according to IEC	0.006	-0.004	0.005	0.002	0.001	0.001	0.288	0.152	0.183	0.038	-0.022	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.026	0.002	0.009	0.011	-0.009	0.010	0.025	0.000	0.000	0.010	-0.011	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U _{rest} < 0.05		0.018	0.000	0.000	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.2	according to IEC	0.006	0.005	0.006	0.001	0.001	0.001	0.286	0.171	0.185	0.039	-0.019	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Partial Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.004	-0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	-0.002	0.002	0.000	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U _{rest} < 0.05		0.047	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.007	0.001	0.001	0.065	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	
0.3	according to IEC	0.002	-0.005	0.001	0.002	0.002	0.001	0.005	-0.009	0.003	0.002	0.000	0.001	0.032	0.025	0.031	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.004	0.004
2ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.010	0.001	0.008	0.002	0.000	0.001	0.009	0.001	0.009	0.001	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U _{rest} < 0.05		0.012	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.011	0.002	0.000	0.002	0.002	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
26.1	according to IEC	0.005	-0.009	0.004	0.014	0.004	0.002	0.022	-0.026	0.016	0.012	0.016	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.024	0.001	0.007	0.002	-0.001	0.002	0.023	0.004	0.009	0.002	-0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30		0.013	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.027	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26.2	according to IEC	0.005	-0.005	0.004	0.015	0.004	0.002	0.019	-0.019	0.016	0.012	0.015	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Partial Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.004	-0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	-0.001	0.003	0.001	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30		0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.001	0.024	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
26.4	according to IEC	0.008	-0.009	0.003	0.007	0.007	0.005	0.013	-0.011	0.004	0.010	0.011	0.009	0.025	0.024	0.024	0.003	-0.002	0.002	0.006	0.003	0.004	0.002	0.000	0.000
2ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.008	0.008	0.010	0.002	-0.001	0.001	0.007	0.010	0.010	0.002	-0.001	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
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30		0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.012	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26.5	according to IEC	0.003	-0.002	0.002	0.009	0.008	0.006	0.005	-0.004	0.004	0.001	0.012	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2ph / Partial Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.014	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.014	0.000	0.001	0.001	-0.001	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
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		0.062	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.007	0.001	0.001	0.002	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
50.1	according to IEC	0.129	0.078	0.078	0.020	-0.014	0.015	0.244	0.156	0.157	0.058	-0.025	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.011	0.003	0.019	0.002	-0.002	0.002	0.010	0.006	0.020	0.000	-0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		0.010	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50.2	according to IEC	0.108	0.071	0.070	0.014	-0.010	0.011	0.286	0.141	0.140	0.063	-0.019	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Partial Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.006	0.000	0.001	0.001	-0.001	0.001	0.006	0.001	0.001	0.001	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		0.009	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50.5	according to IEC	0.006	-0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.012	-0.012	0.012	0.010	0.009	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2} Limited Mode		0.007	-0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.007	-0.001	0.002	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
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		0.064	0.001	0.001	0.029	0.000	0.000	0.011	0.002	0.002	0.031	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
50.3	according to IEC	0.124	0.086	0.088	0.024	-0.015	0.163	0.116	0.117	0.034	-0.019	0.019	0.016	0.015	0.011	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
2ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.006	0.012	0.015	0.002	-0.001	0.001	0.007	0.014	0.014	0.002	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		0.005	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50.4	according to IEC	0.100	0.084	0.084	0.017	-0.009	0.010	0.131	0.112	0.112	0.028	-0.013	0.013	0.016	0.014	0.015	0.009	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
2ph / Partial Load / K _g = 2, K _{cr2}		0.007	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.007	0.001	0.001	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
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		0.008	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50.6	according to IEC	0.007	-0.006	0.006	0.011	0.010	0.010	0.009	-0.008	0.008	0.014	0.014	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2ph / Full Load / K _g = 2, K _{cr2} Limited Mode		0.007	-0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.007	-0.001	0.001	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
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80		Pre	0.003	0.016	0.000	0.002	-0.000	0.002	0.006	0.001	0.001	0.002	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
75.1	according to IEC	Fault	0.034	0.016	0.016	0.030	-0.016	0.016	0.0																

4. Annex 4 – Validated simulation model

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P			Q			Lw			Lb			P			Q			Lw			Lb		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
75.2 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.007	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.008	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	0.002	0.000	0.000
	Fail	0.013	-0.006	0.019	-0.009	0.008	0.017	-0.008	0.008	0.030	-0.011	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001
	Post	0.003	-0.001	0.001	0.001	-0.001	0.001	0.004	0.000	0.001	0.001	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.005	0.000	0.000	0.037	0.001	0.001	0.008	0.000	0.000	0.036	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000
75.3 according to IEC	Fail	0.012	-0.011	0.011	0.025	0.015	0.015	0.016	-0.015	0.014	0.022	0.021	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.000
	Post	0.013	-0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.013	0.000	0.001	0.002	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001	
	Pre	0.007	0.000	0.000	0.033	-0.002	0.002	0.009	0.000	0.000	0.033	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	
	0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.005	0.004	0.004	0.017	-0.006	0.007	0.006	0.005	0.021	-0.008	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
75.4 according to IEC	Post	0.015	-0.001	0.001	0.004	-0.003	0.003	0.015	-0.001	0.001	0.004	-0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	-0.001	0.000	
	Pre	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	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	
	Fail	0.004	0.003	0.003	0.024	-0.008	0.009	0.007	0.006	0.034	-0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002	0.002	0.004	
	0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.014	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.014	-0.001	0.001	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	-0.001	0.001	
75.6 according to IEC	Fail	0.036	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000	0.037	0.000	0.001	0.021	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Post	0.012	0.002	0.002	0.017	-0.010	0.010	0.013	0.005	0.004	0.020	-0.010	0.010	0.004	0.004	0.004	0.002	-0.002	0.002	0.002	0.034	0.032	0.008	-0.006	
	Pre	0.009	-0.001	0.003	0.000	0.009	0.000	0.001	0.008	0.000	0.002	0.002	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.002	0.003	
	0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.004	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.006	0.000	0.010	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.007	-0.001	0.001	0.020	
75.7 according to IEC	Fail	0.011	-0.005	0.005	0.011	-0.003	0.003	0.014	-0.006	0.006	0.013	-0.003	0.002	0.003	0.000	0.001	0.002	-0.002	0.002	0.020	0.002	0.007	0.010	-0.007	
	Post	0.012	-0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.012	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	-0.001	0.001	
	Pre	0.006	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.008	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.017	0.000	0.004	0.001		
	0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Fail	0.098	0.047	0.046	0.033	-0.016	0.015	0.109	0.054	0.052	0.041	-0.018	0.017	0.010	0.008	0.009	0.003	-0.001	0.002	0.075	0.066	0.088	0.010	-0.004
75.8 according to IEC	Post	0.008	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.008	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	-0.001	0.002	
	Pre	0.011	-0.001	0.001	0.029	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.010	
	Fail	0.026	0.012	0.012	0.029	-0.013	0.013	0.027	0.018	0.018	0.038	-0.015	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.002	
	0.75 ≤ U _{rest} ≤ 0.85	Post	0.015	-0.014	0.014	0.002	-0.001	0.001	0.014	-0.012	0.012	0.002	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001
80.1 according to IEC	Pre	0.025	0.000	0.001	0.032	0.000	0.001	0.025	0.001	0.001	0.036	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.074	
	Fail	0.022	0.015	0.015	0.014	-0.007	0.007	0.026	0.021	0.020	0.015	-0.007	0.007	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.026	0.024	0.024	0.018	0.013	0.013	
	Post	0.009	-0.002	0.003	0.002	-0.001	0.001	0.008	0.000	0.002	0.002	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	
	0.85 ≤ U _{rest} ≤ 0.90	Pre	0.007	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.026	0.000	
85.1 according to IEC	Fail	0.020	-0.002	0.002	0.041	-0.002	0.002	0.023	-0.002	0.002	0.047	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.034	0.000	
	Post	0.003	-0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000		
	Pre	0.034	0.000	0.001	0.052	0.000	0.001	0.052	0.002	0.002	0.048	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.026	-0.002	0.002	0.071		
	110.1 according to IEC	Fail	0.008	-0.007	0.007	0.018	-0.016	0.016	0.009	-0.007	0.007	0.017	-0.015	0.015	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.014	0.012	0.005	0.001	
110.3 according to IEC	Post	0.025	-0.003	0.005	0.003	-0.001	0.001	0.023	-0.003	0.004	0.003	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	-0.002	0.002	0.010	-0.002	
	Pre	0.005	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.044	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.015	0.000	0.068	0.000		
	Fail	0.008	0.001	0.001	0.007	-0.001	0.002	0.008	0.001	0.001	0.006	-0.001	0.002	0.004	-0.004	0.004	0.002	0.001	0.001	0.047	-0.044	0.044	0.022		
	0.70 ≤ U _{rest} ≤ 1.10	Post	0.007	-0.001	0.001	0.001	0.000	0.007	-0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	-0.001	0.001		
110.3 according to IEC	Pre	0.006	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.026		
	Fail	0.015	-0.003	0.003	0.042	-0.002	0.003	0.013	-0.003	0.003	0.038	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.035	0.001		
	Post	0.008	-0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.008	-0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	-0.001	0.001			
	U _{rest} ≥ 1.15	Pre	0.121	-0.001	0.002	0.019	0.000	0.001	0.051	0.001	0.002	0.074	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002		
115.1 according to IEC	Fail	0.010	-0.008	0.007	0.012	-0.001	0.003	0.009	-0.006	0.006	0.014	-0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.004		
	Post	0.010	-0.007	0.007	0.003	-0.001	0.001	0.009	-0.007	0.007	0.003	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002			
	Pre	0.045	-0.001	0.001	0.083	0.001	0.001	0.030	0.000	0.001	0.073	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.038	0.000	0.001			
	U _{rest} ≥ 1.15	Fail	0.008	-0.005	0.005	0.023	0.000	0.003	0.007	-0.005	0.005	0.017	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000		
115.2 according to IEC	Post	0.012	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.012	-0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.005	0.000		
	Pre	0.012	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.007	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001		

4. Annex 4 – Validated simulation model

Summary of validation results - SUN2000-60KTL-M0 (480 V)

Test label according to TGS, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P			Q			L _w			L _b			P			Q			L _w			L _b		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
U _{rest} < 0.05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.1	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} < 0.05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} < 0.05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.3	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} < 0.05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.4	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30	Pre	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.003	-0.002	0.002	-
25.1	Fault	0.128	-0.006	0.001	0.081	0.004	0.004	0.139	-0.011	0.004	0.139	0.013	0.011	0.013	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.138	0.003	0.004	0.100	0.000	0.002
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0.003	-0.005	0.005	0.002	-0.001	0.001	0.010	-0.002	0.003	0.002	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	-0.002	0.002	0.003	-0.002	0.002
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.2	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.4	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.20 ≤ U _{rest} ≤ 0.30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.5	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.1	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.2	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.5	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.3	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.4	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.45 ≤ U _{rest} ≤ 0.60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.6	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.1	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. Annex 4 – Validated simulation model

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P			Q			L _w			L _b			P			Q			L _w			L _b		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.003	-0.002	0.002
75.3 according to IEC	Fault	0.020	-0.011	0.011	0.029	0.006	0.006	0.031	-0.013	0.013	0.042	0.023	0.023	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002	0.046	-0.001	0.001
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0.002	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.003	-0.002	0.002
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.6 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.7 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.70 ≤ U _{rest} ≤ 0.80	Pre	0.007	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.001	-0.001	0.001
75.8 according to IEC	Fault	0.024	-0.009	0.009	0.038	0.010	0.010	0.030	-0.010	0.010	0.062	0.011	0.011	0.017	0.008	0.008	0.029	-0.001	0.001	0.168	0.059	0.060	0.070	-0.005	0.006
2ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	0.003	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	-0.001	0.001
0.75 ≤ U _{rest} ≤ 0.85	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80.1	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.75 ≤ U _{rest} ≤ 0.85	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80.2	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.85 ≤ U _{rest} ≤ 0.90	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} ≥ 1.10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} ≥ 1.10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} ≥ 1.10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U _{rest} ≥ 1.15	Pre	0.022	0.001	0.001	0.003	0.000	0.000	0.027	0.001	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	-0.002	0.002	0.015	-0.003	0.003
115.1 according to IEC	Fault	0.013	-0.007	0.006	0.080	0.008	0.007	0.035	-0.005	0.004	0.063	0.006	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	-0.002	0.002	0.011	-0.001	0.001
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0.006	-0.003	0.003	0.002	0.000	0.001	0.004	-0.003	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	-0.001	0.002	0.004	-0.003	0.003
U _{rest} ≥ 1.15	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 24 – Summary of validation results - SUN2000-60KTL-M0 (480 V) from [8]

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

Parameter list from [14]:

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

Parameter list of SUN2000-60KTL-M0&50KTL-M0

1. General information regarding the Parameter list

Manufacturer:	Huawei Technologies Co., Ltd.
Created by:	Chen Qingbin
Created on:	2021-03-06
Revised on:	V1.1

2. Information regarding the power generating unit

Type designation	Rated power [kW]	Rated active current [A] (at $\cos\phi = 1$)
SUN2000-50KTL-M0	50	72.2
SUN2000-60KTL-M0	60	86.7(400V) / 72.2(480V)

3. Parameter set during the measurement

If no noted otherwise the following standard parameters were used during the measurement.

All adaptations to the standard parameters used during the measurement were documented in the TG3 test report.

4. Main Components of the regulating system

Main components of the control system with firmware and software	
Main component(s) of the control system	Control system integrated in the PGU
Firmware version	V300R001D01
Software version	V300R001

5. Relevant parameters for the electrical behaviour

General parameter settings (rated values or reference values)

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
1	Pn	Rated active power	kW	Parameter not adjustable		SUN2000-60KTL-M0: 60 SUN2000-50KTL-M0: 50
2	Smax	Max apparent power	kVA	Parameter not adjustable		SUN2000-60KTL-M0: 66 SUN2000-50KTL-M0: 55
3	Un	Rated voltage	V	Parameter not adjustable		SUN2000-60KTL-M0: 400 / 480 SUN2000-50KTL-M0: 400
4	In	Rated current	A	Parameter not adjustable		SUN2000-60KTL-M0: 86.7(400V) / 72.2(480V)

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
						SUN2000-50KTL-M0: 72.2
5	Fn	Rated frequency	Hz	Parameter not adjustable		50
Active power peaks						
6	Pmax	Maximum active power limit	kW	Parameter not adjustable		SUN2000-60KTL-M0: 66 SUN2000-50KTL-M0: 55
7	Maximum active power	Plimilt	kW	0.100	Pmax	Pmax
8	Active power baseline	Pmaxref	kW	0.100	Pmax	Pmax
Operating power limited by grid operator						
9	Shutdown at 0% power limit	Shutdown at 0% power limit function enable	—	Disable / Enable		Disable
10	Active power change gradient	Active power change gradient	%Pmaxref/s	0.100	1000.000	125.000
11	Fixed active power derated	Fixed active power derated	kW	0.0	Plimilt	Plimilt
12	Active power percentage derating	Active power percentage derating	%Pmaxref	0.0	100.0	100.0
13	Reactive power change gradient	Reactive power change gradient	%(0.6Smax)/s	0.100	1000.000	125.00
14	Reactive power adjustment time	Reactive power adjustment time ¹⁾	s	1	1000	10
Note:						
¹⁾ For country code setting VDE-AR-N 4110:2018-11 and VDE-AR-N 4120:2018-11: for all abrupt set-point changes, the reactive power control methods Q(U), Q(P), PF provide PT1 (1 st order low pass) filtering effect, in this case the time constant parameter <i>Reactive power adjustment time</i> will be effective and corresponding to 3τ.						
Active power feed-in as a function of grid frequency						
15	Overfrequency derating	Overfrequency derating function enable	---	Disable / Enable		Enable
16	Trigger frequency of over frequency derating	Start frequency P(f) (Start of frequency regulation - power reduction)	Hz	40.00	60.00	50.20
17	Quit frequency of over frequency derating	Quit frequency P(f) (End of frequency regulation - power reduction)	Hz	40.00	60.00	50.15
18	Cutoff frequency of over frequency derating	End frequency P(f) (End of frequency regulation - power reduction)	Hz	40.00	60.00	51.50
19	Cutoff power of over frequency derating	End power P(f) (End of power of frequency	%P _M	0	100	48

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
		regulation - power reduction)				
20	Power recovery gradient of overfrequency derating	Power recovery gradient when quit overfrequency derating	%Prated/min	1	6000	10
21	Underfrequency rise power	Underfrequency derating function enable	—	Disable / Enable		Disable
22	Trigger frequency of underfrequency rise power	Start frequency P(f) (Start of frequency regulation - power rise)	Hz	40.00	60.00	49.80
23	Quit frequency of underfrequency rise power	Quit frequency P(f) (End of frequency regulation - power rise)	Hz	40.00	60.00	49.90
24	Cutoff frequency of underfrequency rise power	End frequency P(f) (End of frequency regulation - power rise)	Hz	40.00	60.00	47.5
25	Cutoff power of underfrequency rise power	End power P(f) (End of power of frequency regulation - power rise)	%Pmax	0	100	92
26	Power recovery gradient of underfrequency rise power	Power recovery gradient when quit underfrequency rise power	%Prated/min	1	6000	10

Note:

The required gradient (or droop) of the frequency dependent active power derating can be defined using the Parameters *Trigger frequency of over frequency derating*, *Cutoff frequency of over frequency derating* and *Cutoff power of over frequency derating*.

The required gradient (or droop) of the frequency dependent active power increasing can be defined using the Parameters *Trigger frequency of underfrequency rise power*, *Cutoff frequency of underfrequency rise power* and *Cutoff power of underfrequency rise power*.

Active power gradient following disconnection from the grid

27	Soft start time after grid failure	The soft start time the active power from 0 to power rated after fault	s	1	1800	600
----	------------------------------------	--	---	---	------	-----

Reconnection time following disconnection from the grid

28	Grid connection duration after power grid recovery	Time until reconnection	s	0	7200	600
----	--	-------------------------	---	---	------	-----

Reactive power provision

a) Power factor fix control						
29	Power factor	Cos phi specifications	~	[-1.000,-0.800] & [0.800,1.000]		1.000

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
b) Reactive power fix control						
30	Reactive power	Q specifications	kVar	-0.6 Smax	0.6 Smax	0.0
c) Q-U characteristic curve ²⁾						
Note:						
²⁾ The Q-U characteristic curve is free programmable with up to 10 supporting points.						
31	Trigger power ratio	Q(U) function trigger power ratio of Pmax	%Pmax	10	100	20
32	Characteristic curve points	Number of Q-U characteristic curve	-	2	10	• VDE 4110: 3 • VDE 4120: 4
33	U/Un(A)	Q(U) characteristic node 1 U	%Un	80.0	136.0	• VDE 4110: 96.0 • VDE 4120: 94.0
34	Q/S(A)	Q(U) characteristic node 1 Q	/Smax	-0.600	0.600	• VDE 4110: 0.330 • VDE 4120: 0.330
35	U/Un(B)	Q(U) characteristic node 2 U	%Un	80.0	136.0	• VDE 4110: 100.0 • VDE 4120: 96.0
36	Q/S(B)	Q(U) characteristic node 2 U	/Smax	-0.600	0.600	• VDE 4110: 0.000 • VDE 4120: 0.000
37	U/Un(C)	Q(U) characteristic node 3 U	%Un	80.0	136.0	• VDE 4110: 104.0 • VDE 4120: 104.0
38	Q/S(C)	Q(U) characteristic node 3 Q	/Smax	-0.600	0.600	• VDE 4110: -0.330 • VDE 4120: 0.000
39	U/Un(D)	Q(U) characteristic node 4 U	%Un	80.0	136.0	• VDE 4120: 106.0
40	Q/S(D)	Q(U) characteristic node 4 Q	/Smax	-0.600	0.600	• VDE 4120: -0.330
d) Q-P characteristic curve ³⁾						
Note:						
³⁾ The Q-P characteristic curve is free programmable with up to 10 supporting points.						
41	Characteristic curve points	Number of Q-P characteristic curve	-	2	10	5
42	P/Pmax(A)	Q(P) characteristic node 1 P	%Pmax	0.0	100.0	10.0
43	Q/Qmax(A)	Q(P) characteristic node 1 Q	/Smax	-0.600	0.600	0.000
44	P/Pmax(B)	Q(P) characteristic node 2 P	%Pmax	0.0	100.0	50.0
45	Q/Qmax(B)	Q(P) characteristic node 2 Q	/Smax	-0.600	0.600	0.000
46	P/Pmax(C)	Q(P) characteristic node 3 P	%Pmax	0.0	100.0	60.0
47	Q/Qmax(C)	Q(P) characteristic node 13 Q	/Smax	-0.600	0.600	-0.050
48	P/Pmax(D)	Q(P) characteristic node 4 P	%Pmax	0.0	100.0	90.0

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
49	Q/Qmax(D)	Q(P) characteristic node 4 Q	/Smax	-0.600	0.600	-0.330
50	P/Pmax(E)	Q(P) characteristic node 5 P	%Pmax	0.0	100.0	100.0
51	Q/Qmax(E)	Q(P) characteristic node 5 Q	/Smax	-0.600	0.600	-0.330
PGU disconnection from the grid						
52	10 minute OV protection	10 minute voltage average value protection point	p.u	1.00Un	1.36Un	1.27Un
53	10 minute OV protection time	10 minute voltage average value protection time	ms	50	7200000	200
54	Level-1 OV protection	Level 1 over voltage protection point	p.u	1.00Un	1.36Un	1.12Un
55	Level-1 OV protection time	Level 1 over voltage protection time	ms	50	7200000	- VDE 4110: 180000 - VDE 4120: 1800000
56	Level-2 OV protection	Level 2 over voltage protection point	p.u	1.00Un	1.36Un	1.25Un
57	Level-2 OV protection time	Level 2 over voltage protection time	ms	50	7200000	66000
58	Level-3 OV protection	Level 3 over voltage protection point	p.u	1.00Un	1.36Un	1.30Un
59	Level-3 OV protection time	Level 3 over voltage protection time	ms	50	7200000	200
60	Level-1 UV protection	Level 1 under voltage protection point	p.u	0.15Un	1.00Un	0.87Un
61	Level-1 UV protection time	Level 1 under voltage protection time	ms	50	7200000	- VDE 4110: 66000 - VDE 4120: 3600000
62	Level-2 UV protection	Level 2 under voltage protection point	p.u	0.15Un	1.00Un	0.80Un
63	Level-2 UV protection time	Level 2 under voltage protection time	ms	50	7200000	6000
64	Level-1 OF protection	Level 1 over frequency protection point	Hz	50.00	60.00	51.00
65	Level-1 OF protection time	Level 1 over frequency protection time	ms	50	7200000	1800000
66	Level-2 OF protection	Level 2 over frequency protection point	Hz	50.00	60.00	51.50
67	Level-2 OF protection time	Level 2 over frequency protection time	ms	50	7200000	100
68	Level-1 UF protection	Level 1 under frequency protection point	Hz	40.00	50.00	49.00
69	Level-1 UF protection time	Level 1 under frequency protection time	ms	50	7200000	1800000

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
70	Level-2 UF protection	Level 2 under frequency protection point	Hz	40.00	50.00	47.50
71	Level-2 UF protection time	Level 2 under frequency protection time	ms	50	7200000	100
Connection conditions						
72	Grid connection voltage upper limit	Limit value connection U>	p.u	Un	1.36Un	1.10Un
73	Grid connection voltage lower limit	Limit value connection U<	p.u	0.45Un	Un	0.9Un
74	Grid connection frequency upper limit	Limit value connection f>	Hz	50.00	60.00	- VDE 4110: 50.20 - VDE 4120: 51.00
75	Grid connection frequency lower limit	Limit value connection f<	Hz	40.00	50.00	47.50
76	Auto start upon grid recovery	Enable Auto start upon grid after grid fault	/	Disable/Enable		Enable
77	Grid reconnection voltage upper limit	Limit value connection U>	p.u	Un	1.36Un	1.10Un
78	Grid reconnection voltage lower limit	Limit value connection U<	p.u	0.45Un	Un	0.95Un
79	Grid reconnection frequency upper limit	Limit value connection f>	Hz	50.00	60.00	50.10
80	Grid reconnection frequency lower limit	Limit value connection f<	Hz	40.00	50.00	49.90
Response during grid faults						
81	LVRT	LVRT enable	-	Enable/Disable		Enable
82	LVRT triggering threshold	LVRT triggering threshold	p.u	0.50Un	1.00Un	0.90Un
83	LVRT reactive power compensation factor	k factor	-	0.0	10.0	2.0
84	HVRT	HVRT enable	-	Enable/Disable		Enable
85	HVRT triggering threshold	LVRT triggering threshold	p.u	1.05Un	1.36Un	1.10Un
86	HVRT reactive power	k factor	-	0.0	6.0	2.0

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

	Firma / Company:	Huawei Technologies Co., Ltd.	Projekt-Nr. / Project-no.:	18TH0225		
	Ansprechpartner / Customer Contact:	Chen Qingbin Website: http://www.huawei.com Email: support@huawei.com	BV-Kontakt / BV Contact:	Weizhao Zheng Tel: +49 40 74041 - 2267 weizhao.zheng@de.bureauveritas.com		
No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
	compensation factor					
87	VRT exit hysteresis threshold	VRT exit hysteresis threshold	p.u	0.02Un	0.1Un	0.02Un
88	Grid voltage protection shield during HVRT/LVRT	Grid voltage protection shield during HVRT/LVRT	-	Enable/Disable		Disable
89	Zero current due to power grid fault	Zero current due to power grid fault	-	Enable/Disable		Disable
90	Grid voltage jump triggering threshold	Grid voltage jump triggering threshold	%Un	3.0	30.0	5.0
LVRT Characteristic Curve						
91	Characteristic Curve points	Number of LVRT characteristic curve points	-	2	10	5
92	t(A)	LVRT characteristic node 1 t	ms	0	60000	0
93	U(A)	LVRT characteristic node 1 U	%Un	0	100	100
94	t(B)	LVRT characteristic node 2 t	ms	0	60000	0
95	U(B)	LVRT characteristic node 2 U	%Un	0	100	0
96	t(C)	LVRT characteristic node 3 t	ms	0	60000	220
97	U(C)	LVRT characteristic node 3 U	%Un	0	100	0
98	t(D)	LVRT characteristic node 4 t	ms	0	60000	3000
99	U(D)	LVRT characteristic node 4 U	%Un	0	100	75
100	t(E)	LVRT characteristic node 5 t	ms	0	60000	5000
101	U(E)	LVRT characteristic node 5 U	%Un	0	100	85
Self-protection						
102	Line voltage peak value protection point	Line voltage peak value protection point, exceeds which a non-delayed self-protection tripping occurs	V	parameter not adjustable		1.5Un

Figure 25 – Parameter list from [14]



**BUREAU
VERITAS**

TEST REPORT / PRÜFBERICHT

Technical Guidelines for Power Generating Units and Systems, Part 3 / *Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen, Teil 3*

Determination of electrical properties – power quality (EMC) /
Bestimmung der elektrischen Eigenschaften – Netzverträglichkeit (EMV)

Extract from the test report / *Auszug aus dem Prüfbericht*

Part 1: Power Quality / *Teil 1: Netzverträglichkeit*

Extract No. / *Auszug Nr.* : 18TH0225_TR3_1_excerpt-part_1_0

Report reference number / *Referenzbericht* : 18TH0225_TR3_1

Date of issue / *Ausstellungsdatum* : 2021-03-11

Total number of pages / *Gesamtseitenzahl* : 24

Testing laboratory / *Testlabor* : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Address / *Adresse* : Businesspark A96, 86842 Türkheim, Germany

Accreditation / *Akkreditierung* :



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-12024-03-03

Applicant's name / *Antragsteller* : Huawei Technologies Co., Ltd.

Address / *Adresse* : Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129 P.R. China

Test specification / *Prüfgrundlage*

Standard / *Norm* : FGW Technical Guidelines TG3, Rev. 25: 2018-09-01
FGW Technical committee for Electrical Characteristics (FAEE)
– resolution of 22.01.2019

Test report form number : TG3

Master TRF : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Test item description / *Prüflingstyp* : Netzgekoppelter Photovoltaikwechselrichter / Grid connected photovoltaic inverter

Trademark / *Markenzeichen* :



Unit / Einheit..... :	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Hardware version..... :	V300R001		
Firmware version :	V300R001D01		
MPP DC voltage range / MPP-Spannung [V]..... :	200 - 1000		
Input DC voltage range / PV-Eingangsspannungsbereich [V]... :	200 - 1100		
Input DC current / PV-Eingangsstrom [A] :	max. 6 x 22 A		
Nominal output AC voltage / Nennausgangsspannung [V] :	400 / 230 (3~ + (N) + PE, 50/60Hz)		480 (3~ + PE, 50/60Hz)
Output AC current / Ausgangsstrom [A] :	max. 79,4	max. 95,3	max. 79,4
Nominal apparent and output power / Nennschein- und wirkleistung [kVA / kW] :	50	60	
Max. apparent and active output power / Max. Schein- und Wirkleistung / [kVA / kW] :	55	66	
Period of measurement / Messzeitraum : 2018-03-20 - 2018-02-21; 2020-04-22			
Edited by / Erstellt von (name and signature / Name und Unterschrift)..... : Weizhao Zheng			
Approved by / Freigegeben von (name and signature / Name und Unterschrift)..... : Georg Loritz			

Contents / Inhaltsverzeichnis

No.	Contents / Inhalt	Page / Seite
1	Document History / <i>Dokumentenhistorie</i>	4
2	General remarks / <i>Allgemeine Anmerkungen</i>	5
3	Annex 1 – Test Results / <i>Prüfergebnisse</i>	7
3.1.	4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / <i>WIRKLEISTUNGSABGABE</i>	8
3.1.1.	4.1.1 Active power peaks / <i>Wirkleistungsspitzen</i>	8
3.2.	4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / <i>NETZRÜCKWIRKUNGEN</i>	9
3.2.1.	4.3.2 Switching operations / <i>Schalthandlungen</i>	9
3.2.2.	4.3.3 Flicker	11
3.2.3.	4.3.4 Harmonics / <i>Oberschwingungen</i>	14
3.2.4.	4.3.5 Unbalances of the current / <i>Umsymmetrien des Stroms</i>	23

Document History / Dokumentenhistorie

Date / Datum	Internal reference / Interne Referenz	Modification status / Änderungsstatus	Revision
2020-04-23	Weizhao Zheng	Initial report was written / Erstellung der Erstversion	0
2021-03-11	Weizhao Zheng	General changes: Extract no. and Report reference number corrected and updated. Supplementary information: Reference report number ([Ref 2]) corrected. Changes in report: Typing error for the frequency unit in harmonics results corrected.	1

Supplementary information / Zusatzinformationen:

This report is a supplement to the following test reports / Dieser Bericht ist eine Ergänzung zu den folgenden Testberichten (Firmware V300R001):

- [Ref 1]: PVDEM180321C32_0 (Bureau Veritas CPS (H.K.) Ltd., Taoyuan Branch, Datum: 2018-05-25)
- [Ref 2]: 18TH0225_4120_TR3_0 (Bureau Veritas CPS Germany GmbH, Datum: 2018-07-20).

The following test was conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400 V), SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 using the Firmware V300R001D01 /

Der folgende Test wurde an SUN2000-60KTL-M0 (400 V), SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 unter Verwendung der Firmware V300R001D01 durchgeführt:

- 4.3.4

The tests / Die Teste:

- 4.1.1
- 4.3.2
- 4.3.3
- 4.3.5

were conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) and SUN2000-60KTL-M0 (480 V) using the Firmware V300R001. /

wurden an SUN2000-60KTL-M0 (400 V) und SUN2000-60KTL-M0 (480 V) unter Verwendung der Firmware V300R001 durchgeführt

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Preface / Allgemeines:

The test results presented in this report relate only to the object(s) tested.

This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of the issuing testing laboratory.
Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors weder in Gänze noch teilweise vervielfältigt werden.

Throughout this report a comma is used as the decimal separator. / *Im gesamten Dokument wird das Komma als Dezimaltrenner genutzt.*

The following suffixes/indices are used for variables in tables and figures /

Die folgenden Suffixe / Indizes werden für Variablen in Tabellen und Abbildungen verwendet:

- “_0,2” for average values over 200 milliseconds. / für 0,2-Sekunden-Mittelwert.
- “_60” for average values over 60 seconds. / für 60-Sekunden-Mittelwert.
- “_600” for average values over 10 minutes. / für 600-Sekunden-Mittelwert.
- “+” for positive / für Mitsystem, “-” for negative / für Gegensystem, “0” for zero sequence system values / für Nullsystem

Acronyms / Abkürzungen:

PGU : power generating unit / Erzeugungseinheit

PGS : power generating system / Erzeugungsanlage

Description of the vector system to depict test results / Beschreibung des Vektorsystems zur Darstellung der Messergebnisse:

The regarded system of the voltage and current vectors is the generator view (Figure 1) / *Das zugrundeliegende Zählpfeilsystem für Strom- und Spannungsvektoren bildet das Erzeugerzählpfeilsystem (Figure 1):*

- If the inverter feeds to the grid the active power is measured with positive sign.
Wenn der Prüfling in das Netz Wirkleistung einspeist, so ist der Messwert mit einem positiven Vorzeichen behaftet.
- If the inverter injects inductive reactive power the reactive power is marked “ind” (under-excited) or has a negative sign.
Wenn der Prüfling induktive Blindleistung einspeist, so wird die Blindleistung als “ind” (untererregt) oder mit einem negativen Vorzeichen gekennzeichnet.
- If the inverter consumes capacitive reactive power the reactive power is marked “cap” (over-excited) or has a negative sign.
Wenn der Prüfling kapazitive Blindleistung einspeist, so wird die Blindleistung als “kap” (übererregt) oder mit einem positiven Vorzeichen gekennzeichnet.

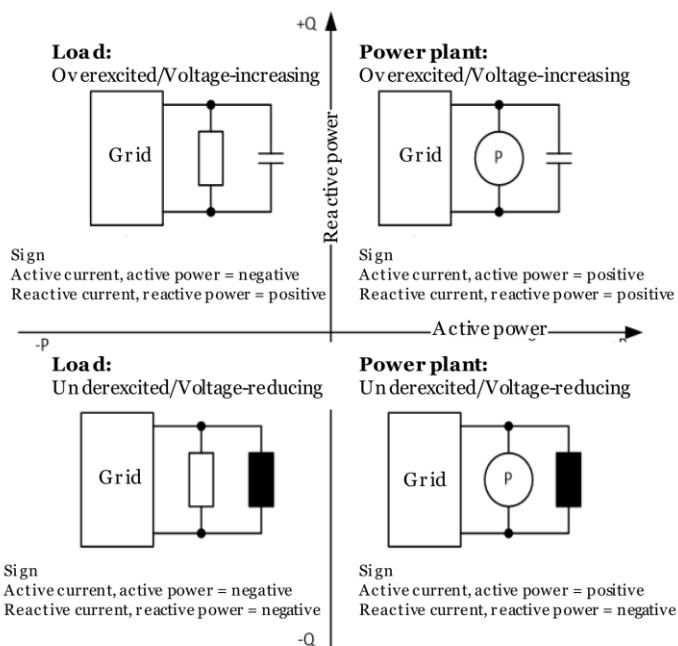


Figure 1 – Generator reference arrow system / Erzeugerzählpfeilsystem

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Reference values / Bezugswert:

	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Rated active power / Nennwirkleistung, P_n [kW]	50	60	
Rated apparent power / Nennscheinleistung, S_n [kVA]	50	60	
Max. apparent power / Max. Scheinleistung, S_{max} [kVA]	55	66	
Rated voltage / Nennspannung, U_n [V]	400 / 230 (3~ + (N) + PE, 50/60Hz)		480 (3~ + PE, 50/60Hz)
Rated current / Nennstrom, I_n [A]	72,2	86,7	72,2
Maximum current / Max. Strom, I_{max} [A]	79,4	95,3	79,4

Annex 1 – Test Results / *Prüfergebnisse*

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.1 Active power peaks / Wirkleistungsspitzen

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power peaks / Wirkleistungsspitzen [kW]		Normalised active power peaks / Normierte Wirkleistungsspitzen [p.u. base / Basis P _n]		Number of 10-minute records used / Anzahl der verwendeten 10- Minuten-Datensätze
P _{0,2}	66,60	p _{0,2} = P _{0,2} /P _n	1,11	2
P ₆₀	66,59	p ₆₀ = P ₆₀ /P _n	1,11	
P ₆₀₀	66,58	p ₆₀₀ = P ₆₀₀ /P _n	1,11	

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power peaks / Wirkleistungsspitzen [kW]		Normalised active power peaks / Normierte Wirkleistungsspitzen [p.u. base / Basis P _n]		Number of 10-minute records used / Anzahl der verwendeten 10- Minuten-Datensätze
P _{0,2}	66,89	p _{0,2} = P _{0,2} /P _n	1,11	2
P ₆₀	66,88	p ₆₀ = P ₆₀ /P _n	1,11	
P ₆₀₀	66,88	p ₆₀₀ = P ₆₀₀ /P _n	1,11	

Note / Anmerkung:

The units in the series provide overload capacity (see technical data of the units on p.2). The tests show the maximum active power (P_{max}) of the units. /

Die Einheiten in der Produktfamilie verfügen Überlastfähigkeit (siehe technische Daten der Einheiten auf S.2). Die Prüfungen zeigen die max. Wirkleistung (P_{max}) der EZE.

The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}). /

Die Wirkleistungsergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400V) können auf den SUN2000-50KTL-M0 relativ (über den Faktor P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}) übertragen werden.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.2 Switching operations / Schalthandlungen

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Case of switching operation / Art der Schalthandlung	Start-up at $P_{\text{available}} < 10\%P_n$ / Einschalten bei $P_{\text{verfügbar}} < 10\%P_n$			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{10} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	20			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{120} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	240			
Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / Flickerformfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,35	0,19	0,17	0,14
Voltage change factor / Spannungsänderungsfaktor, $k_u(\psi_k)$	0,02	0,03	0,03	0,03
Case of switching operation / Art der Schalthandlung	Switch-on at $P_{\text{available}} = 100\%P_n$ / Einschalten bei $P_{\text{verfügbar}} = 100\%P_n$			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{10} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	20			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{120} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	240			
Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / Flickerformfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,35	0,23	0,19	0,18
Voltage change factor / Spannungsänderungsfaktor, $k_u(\psi_k)$	1,03	0,97	0,96	0,94
Case of switching operation / Art der Schalthandlung	Service shutdown at $P_{\text{available}} = 100\%P_n$ / Serviceabschaltung bei Nennleistung			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{10} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	1			
Max. number of switching operations / Max. Anzahl Schalthandlungen, N_{120} (Manufacturer's data / Herstellerangabe)	12			
Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / Flickerformfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,06	0,04	0,03	0,03
Voltage change factor / Spannungsänderungsfaktor, $k_u(\psi_k)$	0,95	0,94	0,94	0,89

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Description of the service disconnection procedure / <i>Beschreibung der Durchführung einer Serviceabschaltung</i>	1. Shutdown the unit using „Start/Stop control“ / <i>Abschaltung der Einheit mittels „Start/Stop control“</i> 2. Turn off the AC switch between the unit and the power grid / <i>Trennen den AC-Schalter vom Netz</i> 3. Turn off both DC switches / <i>Trennen den DC-Schalter von den Energiequellen</i>
--	--

Note / Anmerkung:

$S_{k, \text{fic}}/S_n$ in the fictitious grid was set to / *Das Kurzschlussverhältnis im fiktiven Netz wurde gesetzt zu: 20.*

For the same SCR $S_{k, \text{fic}}/S_n$ in the fictitious grid, the flicker step and voltage change factors of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Für das gleiche Verhältnis $S_{k, \text{fic}}/S_n$, die Flickerstufen- und Spannungsänderungsfaktoren des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.3 Flicker

SUN2000-50KTL-M0 (V300R001), [Ref 1]

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / Betriebspunkt, [%P _N]	Flicker coefficient / Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$			
0 - 5	10,36	7,69	4,09	1,04
10	11,10	8,24	4,38	1,12
20	10,11	7,50	3,99	1,02
30	11,84	8,79	4,68	1,19
40	8,63	6,41	3,41	0,87
50	7,65	5,67	3,02	0,77
60	8,39	6,22	3,31	0,84
70	6,91	5,12	2,73	0,69
80	7,40	5,49	2,92	0,74
90	8,39	6,22	3,31	0,84
100	7,65	5,67	3,02	0,77
Max. Flicker coefficient / Max. Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$	11,84	8,79	4,68	1,19
Max. Short-term flicker / Max. Kurzzeitflickerstörfaktor, P _{st}	0,49	0,36	0,19	0,05
Reactive power setpoint during testing / Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen [kvar]:	0			
Ratio S _{k, fic} /S _N in the fictitious grid used for analysis / Das für die Auswertung genutzte Verhältnis S _{k, fic} /S _N :	20			

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / Betriebspunkt, [%P _N]	Flicker coefficient / Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$			
0 - 5	6,99	5,19	2,76	0,70
10	7,81	5,80	3,08	0,79
20	8,43	6,25	3,33	0,85
30	8,84	6,56	3,49	0,89
40	9,04	6,71	3,57	0,91
50	9,66	7,17	3,81	0,97
60	9,66	7,17	3,81	0,97
70	9,45	7,02	3,73	0,95
80	9,25	6,86	3,65	0,93
90	9,66	7,17	3,81	0,97
100	9,04	6,71	3,57	0,91
Max. Flicker coefficient / Max. Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$	9,66	7,17	3,81	0,97
Max. Short-term flicker / Max. Kurzzeitflickerstörfaktor, P_{st}	0,48	0,36	0,19	0,05
Reactive power setpoint during testing / Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen [kvar]:	0			
Ratio $S_{k, fic}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / Das für die Auswertung genutzte Verhältnis $S_{k, fic}/S_n$:	20			

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / Betriebspunkt, [%P _N]	Flicker coefficient / Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$			
0 - 5	7,24	5,37	2,86	0,73
10	7,24	5,37	2,86	0,73
20	7,02	5,21	2,77	0,71
30	7,02	5,21	2,77	0,71
40	7,92	5,88	3,13	0,80
50	7,92	5,88	3,13	0,80
60	8,15	6,05	3,22	0,82
70	7,47	5,54	2,95	0,75
80	7,47	5,54	2,95	0,75
90	7,02	5,21	2,77	0,71
100	7,92	5,88	3,13	0,80
Max. Flicker coefficient / Max. Flickerkoeffizient, $c(\psi_k)$	8,15	6,05	3,22	0,82
Max. Short-term flicker / Max. Kurzzeitflickerstörfaktor, P_{st}	0,37	0,27	0,15	0,04
Reactive power setpoint during testing / Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen [kvar]:	0			
Ratio $S_{k, fic}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / Das für die Auswertung genutzte Verhältnis $S_{k, fic}/S_n$:	20			

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.4 Harmonics / Oberschwingungen

SUN2000-50KTL-M0 (V300R001D01)

Harmonics / Harmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
Order / Ordnung	I _h [%I _n]												
1	4,80	9,92	19,91	29,90	39,71	49,89	59,69	70,07	80,15	90,06	100,58	109,61	109,61
2	0,13	0,04	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,09	0,10	0,07	0,08	0,09	0,13
3	0,10	0,08	0,12	0,14	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18
4	0,16	0,05	0,08	0,10	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,16
5	0,45	0,32	0,17	0,21	0,10	0,18	0,21	0,27	0,35	0,38	0,42	0,44	0,45
6	0,11	0,05	0,08	0,09	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,11
7	0,12	0,38	0,36	0,43	0,26	0,26	0,35	0,35	0,40	0,46	0,49	0,52	0,52
8	0,08	0,01	0,05	0,06	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08
9	0,06	0,10	0,11	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10	0,11	0,13
10	0,07	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
11	0,17	0,14	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,17
12	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
13	0,09	0,09	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09
14	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03
15	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04
16	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
17	0,03	0,02	0,04	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
18	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19	0,03	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
20	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
THC [%I _n]	0,57	0,54	0,46	0,55	0,34	0,38	0,46	0,46	0,55	0,61	0,66	0,69	0,69

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / Maximalwerte über Oberschwingungsordnung: 0,52

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Interharmonics / Zwischenharmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [Hz]	I _h [%I _n]												
75	0,18	0,04	0,07	0,08	0,04	0,06	0,05	0,04	0,06	0,07	0,06	0,07	0,18
125	0,19	0,05	0,13	0,15	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,19
175	0,19	0,05	0,11	0,13	0,04	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,19
225	0,25	0,06	0,10	0,12	0,05	0,09	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,25
275	0,15	0,06	0,11	0,13	0,06	0,12	0,09	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,15
325	0,14	0,04	0,07	0,09	0,05	0,07	0,06	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,14
375	0,13	0,03	0,08	0,09	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,13
425	0,10	0,02	0,07	0,09	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,10
475	0,09	0,01	0,05	0,06	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,09
525	0,09	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
575	0,04	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
625	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
675	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
725	0,02	0,01	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,05
775	0,01	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04
825	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
1025	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
1075	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1125	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1175	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1225	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1275	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1325	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1525	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1675	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1725	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1775	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1825	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1875	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Higher Frequencies components / Höhere Frequenzen

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [kHz]	I _n [%I _n]												
2,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,3	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2,7	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06
2,9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04
3,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04
3,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03
3,7	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03
3,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
4,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4,7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Note / Anmerkung:

The stated harmonics are maximum values of all 3 phases. / Die angegebenen Harmonischenwerte sind Maximalwerte über alle 3 Phasen.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

Harmonics / Harmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 86,7

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
Order / Ordnung	I _h [%I _n]												
1	4,80	9,92	19,91	29,71	39,89	49,69	60,07	70,15	80,06	90,58	99,65	109,63	109,63
2	0,12	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,07	0,08	0,07	0,07	0,12
3	0,09	0,07	0,11	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17
4	0,15	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,15
5	0,41	0,29	0,16	0,09	0,16	0,19	0,25	0,32	0,35	0,38	0,53	0,56	0,56
6	0,10	0,04	0,07	0,04	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,10
7	0,11	0,35	0,33	0,24	0,24	0,32	0,32	0,36	0,42	0,45	0,46	0,48	0,48
8	0,07	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07
9	0,06	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,04	0,04	0,11
10	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
11	0,15	0,13	0,05	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,04	0,04	0,15
12	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
13	0,08	0,08	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,08
14	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
15	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03
16	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
17	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
18	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
20	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
THC [%I _n]	0,52	0,49	0,42	0,31	0,35	0,42	0,42	0,50	0,56	0,60	0,71	0,75	0,75

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / Maximalwerte über Oberschwingungsordnung: 0,56

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Interharmonics / Zwischenharmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 86,7

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [Hz]	I _h [%I _n]												
75	0,16	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,16
125	0,18	0,05	0,11	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,18
175	0,17	0,04	0,10	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,17
225	0,23	0,05	0,09	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,23
275	0,19	0,06	0,10	0,05	0,11	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,19
325	0,12	0,03	0,07	0,04	0,07	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12
375	0,14	0,03	0,07	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,14
425	0,09	0,02	0,07	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
475	0,08	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
525	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
575	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
625	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
675	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
725	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04
775	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03
825	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1025	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1075	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1125	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1175	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1225	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1275	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1325	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1525	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1675	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1725	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1775	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1825	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1875	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Higher Frequencies components / Höhere Frequenzen

Rated current / Nennstrom [A]: 86,7

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [kHz]	I _n [%I _n]												
2,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
2,3	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
2,9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
3,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03
3,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03
3,7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
3,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
4,1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4,7	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,9	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Note / Anmerkung:

The stated harmonics are maximum values of all 3 phases. / Die angegebenen Harmonischenwerte sind Maximalwerte über alle 3 Phasen.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001D01)

Harmonics / Harmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
Order / Ordnung	I _h [%I _n]												
1	4,92	10,04	20,03	29,83	40,01	49,81	60,19	70,27	80,18	90,70	99,77	109,75	109,75
2	0,11	0,03	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,06	0,06	0,11
3	0,08	0,07	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15
4	0,13	0,04	0,07	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,13
5	0,37	0,26	0,14	0,09	0,15	0,18	0,22	0,29	0,32	0,35	0,48	0,51	0,51
6	0,09	0,04	0,07	0,04	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	0,04	0,09
7	0,10	0,32	0,30	0,22	0,22	0,29	0,29	0,33	0,38	0,41	0,41	0,43	0,43
8	0,07	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
9	0,05	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	0,03	0,04	0,10
10	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
11	0,14	0,12	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,14
12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
13	0,08	0,07	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,08
14	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
15	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03
16	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
17	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04
18	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
THC [%I _n]	0,47	0,45	0,38	0,28	0,32	0,38	0,38	0,46	0,51	0,54	0,65	0,68	0,68

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / Maximalwerte über Oberschwingungsordnung: 0,51

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Interharmonics / Zwischenharmonische

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [Hz]	I _h [%I _n]												
75	0,15	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,15
125	0,16	0,04	0,10	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,16
175	0,16	0,04	0,09	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,16
225	0,21	0,05	0,08	0,04	0,08	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,21
275	0,17	0,05	0,09	0,05	0,10	0,08	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,17
325	0,11	0,03	0,06	0,04	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,11
375	0,13	0,03	0,06	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,13
425	0,08	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
475	0,07	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
525	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
575	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
625	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
675	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
725	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
775	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
925	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
975	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1025	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1075	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1175	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1225	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1275	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1325	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1525	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1675	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1725	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1775	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1825	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1875	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Higher Frequencies components / Höhere Frequenzen

Rated current / Nennstrom [A]: 72,2

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}	Max.
f [kHz]	I _n [%I _n]												
2,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
2,3	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
2,9	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03
3,3	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03
3,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
3,7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
3,9	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
4,1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
4,3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,7	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6,9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Note / Anmerkung:

The stated harmonics are maximum values of all 3 phases. / Die angegebenen Harmonischenwerte sind Maximalwerte über alle 3 Phasen.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.5 Unbalances of the current / Umsymmetrien des Stroms

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

P [%P _n]	P ₊ [*] [kW]	U ₁₊ [*] [V]	U ₁₋ [*] [V]	I ₁₊ [*] [A]	I ₁₋ [*] [A]	u _i [*] [%I ₁₊]
0 - 5	1,69	230,6	1,18	2,45	0,03	1,09
10	5,93	230,6	1,18	8,56	0,05	0,56
20	11,99	230,7	1,19	17,32	0,09	0,52
30	18,02	230,8	1,19	26,03	0,13	0,51
40	24,04	230,9	1,19	34,72	0,18	0,52
50	30,08	231,0	1,19	43,42	0,22	0,51
60	36,13	231,0	1,19	52,13	0,27	0,51
70	42,18	231,1	1,19	60,85	0,31	0,51
80	48,26	231,2	1,19	69,58	0,36	0,51
90	54,33	231,3	1,19	78,31	0,40	0,51
100	60,40	231,3	1,19	87,04	0,45	0,51
Maximum unsymmetry / maximale Unsymmetrie U _{imax} (≥10%P _n)					0,56	

Note / Anmerkung:

The current unbalance of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Unsymmetrie des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

End of Report



**BUREAU
VERITAS**

TEST REPORT / PRÜFBERICHT
**Technical Guidelines for Power Generating
Units and Systems, Part 3 /**
Technische Richtlinien für
Erzeugungseinheiten und –anlagen, Teil 3

Determination of electrical properties /
Bestimmung der elektrischen Eigenschaften

Extract from the test report / *Auszug aus dem Prüfbericht*
Part 2: grid control capability / *Teil 2: Regelfähigkeit am Netz*

Extract No. / *Auszug Nr.* : 18TH0225_TR3_1_excerpt-part_2_0

Report reference number / *Referenzbericht* : 18TH0225_TR3_1

Date of issue / *Ausstellungsdatum* : 2021-03-11

Total number of pages / *Gesamtseitenzahl* : 17

Testing laboratory / *Testlabor* : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Address / *Adresse* : Businesspark A96, 86842 Türkheim, Germany

Accreditation / *Akkreditierung* :



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-12024-03-03

Applicant's name / *Antragsteller* : Huawei Technologies Co., Ltd.

Address / *Adresse* : Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129 P.R. China

Test specification / Prüfgrundlage

Standard / *Norm* : FGW Technical Guidelines TG3, Rev. 25: 2018-09-01
FGW Technical committee for Electrical Characteristics (FAEE)
– resolution of 22.01.2019

Test report form number : TG3

Master TRF : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Test item description / *Prüflingstyp* : Netzgekoppelter Photovoltaikwechselrichter / Grid connected photovoltaic inverter

Trademark / *Markenzeichen* :



Unit / Einheit..... :	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Hardware version..... :	V300R001		
Firmware version :	V300R001D01		
MPP DC voltage range / MPP-Spannung [V]..... :	200 - 1000		
Input DC voltage range / PV-Eingangsspannungsbereich [V]... :	200 - 1100		
Input DC current / PV-Eingangsstrom [A] :	max. 6 x 22 A		
Nominal output AC voltage / Nennausgangsspannung [V] :	400 / 230 (3~ + (N) + PE, 50/60Hz)		480 (3~ + PE, 50/60Hz)
Output AC current / Ausgangsstrom [A] :	max. 79,4	max. 95,3	max. 79,4
Nominal apparent and output power / Nennschein- und wirkleistung [kVA / kW] :	50	60	
Max. apparent and active output power / Max. Schein- und Wirkleistung / [kVA / kW] :	55	66	
Period of measurement / Messzeitraum : 2018-03-20 - 2018-05-04; 2020-02-19 - 2020-04-22			
Edited by / Erstellt von (name and signature / Name und Unterschrift)..... : Weizhao Zheng			
Approved by / Freigegeben von (name and signature / Name und Unterschrift)..... : Georg Loritz			

Contents / Inhaltsverzeichnis		
No.	Contents / Inhalt	Page / Seite
1	Document History / Dokumentenhistorie	4
2	General remarks / Allgemeine Anmerkungen	5
3	Annex 1 – Test Results / Prüfergebnisse	7
3.1.	4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE	8
3.1.1.	4.1.1 Active power peaks / Wirkleistungsspitzen	8
3.1.2.	4.1.2 Operating power limited by grid operator / Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber	9
3.1.3.	4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency / Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz	10
3.2.	4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung	11
3.2.1.	4.2.1 Reactive power response in the normal operation ($Q = 0$ kvar) / Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb ($Q = 0$ kvar)	11
3.2.2.	4.2.2 Measuring the maximum reactive power range (PQ diagram) / Vermessung des maximalen Blindleistungsstellbereich (PQ-Diagramm)	11
3.2.3.	4.2.3 Measuring separate operating points in the voltage-dependent PQ diagram / Vermessung einzelner Arbeitspunkte des spannungsabhängigen PQ-Diagramms	12
3.2.4.	4.2.4 Reactive power following setpoint / Blindleistung nach Sollwertvorgabe	14
3.2.5.	4.2.5 Q(U) control / Q(U) Regelung	16
3.2.6.	4.2.6 Q(P) control / Q(P) Regelung	16
3.2.7.	4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function / Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion	16

Document History / Dokumentenhistorie

Date / Datum	Internal reference / Interne Referenz	Modification status / Änderungsstatus	Revision
2020-04-23	Weizhao Zheng	Initial report was written / Erstellung der Erstversion	0
2021-03-11	Weizhao Zheng	Supplementary information: Reference report number ([Ref 2]) corrected.	1

Supplementary information / Zusatzinformationen:

This report is a supplement to the following test reports / *Dieser Bericht ist eine Ergänzung zu den folgenden Testberichten* (Firmware V300R001):

- [Ref 1]: PVDEM180321C32_0 (Bureau Veritas CPS (H.K.) Ltd., Taoyuan Branch, Datum: 2018-05-25)
- [Ref 2]: 18TH0225_4120_TR3_0 (Bureau Veritas CPS Germany GmbH, Datum: 2018-07-20)

The following tests were conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) and SUN2000-60KTL-M0 (480 V) using the Firmware V300R001D01 /

Die folgenden Tests wurden an SUN2000-60KTL-M0 (400 V) und SUN2000-60KTL-M0 (480 V) unter Verwendung der Firmware V300R001D01 durchgeführt:

- | | | |
|---------------------------|---------|---------|
| • 4.1.2 (dynamic testing) | • 4.2.2 | • 4.2.3 |
| • 4.2.4 | • 4.2.5 | • 4.2.6 |
| • 4.2.7 | • | |

The tests / *Die Tests:*

- | | | |
|---------|----------------------------|---------|
| • 4.1.1 | • 4.1.2 (accuracy testing) | • 4.1.3 |
| • 4.2.1 | | |

were conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) and SUN2000-60KTL-M0 (480 V) using the Firmware V300R001. /

wurden an SUN2000-60KTL-M0 (400 V) und SUN2000-60KTL-M0 (480 V) unter Verwendung der Firmware V300R001 durchgeführt

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Preface / Allgemeines:

The test results presented in this report relate only to the object(s) tested.

This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of the issuing testing laboratory.
Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors weder in Gänze noch teilweise vervielfältigt werden.

Throughout this report a comma is used as the decimal separator. / *Im gesamten Dokument wird das Komma als Dezimaltrenner genutzt.*

The following suffixes/indices are used for variables in tables and figures /

Die folgenden Suffixe / Indizes werden für Variablen in Tabellen und Abbildungen verwendet:

- “_0,2” for average values over 200 milliseconds. / für 0,2-Sekunden-Mittelwert.
- “_60” for average values over 60 seconds. / für 60-Sekunden-Mittelwert.
- “_600” for average values over 10 minutes. / für 600-Sekunden-Mittelwert.
- “+” for positive / für Mitsystem, “-” for negative / für Gegensystem, “0” for zero sequence system values / für Nullsystem

Acronyms / Abkürzungen:

PGU : power generating unit / Erzeugungseinheit

PGS : power generating system / Erzeugungsanlage

Description of the vector system to depict test results / Beschreibung des Vektorsystems zur Darstellung der Messergebnisse:

The regarded system of the voltage and current vectors is the generator view (Figure 1) / *Das zugrundeliegende Zählpfeilsystem für Strom- und Spannungsvektoren bildet das Erzeugerzählpfeilsystem (Figure 1):*

- If the inverter feeds to the grid the active power is measured with positive sign.
Wenn der Prüfling in das Netz Wirkleistung einspeist, so ist der Messwert mit einem positiven Vorzeichen behaftet.
- If the inverter injects inductive reactive power the reactive power is marked “ind” (under-excited) or has a negative sign.
Wenn der Prüfling induktive Blindleistung einspeist, so wird die Blindleistung als “ind” (untererregt) oder mit einem negativen Vorzeichen gekennzeichnet.
- If the inverter consumes capacitive reactive power the reactive power is marked “cap” (over-excited) or has a negative sign.
Wenn der Prüfling kapazitive Blindleistung einspeist, so wird die Blindleistung als “kap” (übererregt) oder mit einem positiven Vorzeichen gekennzeichnet.

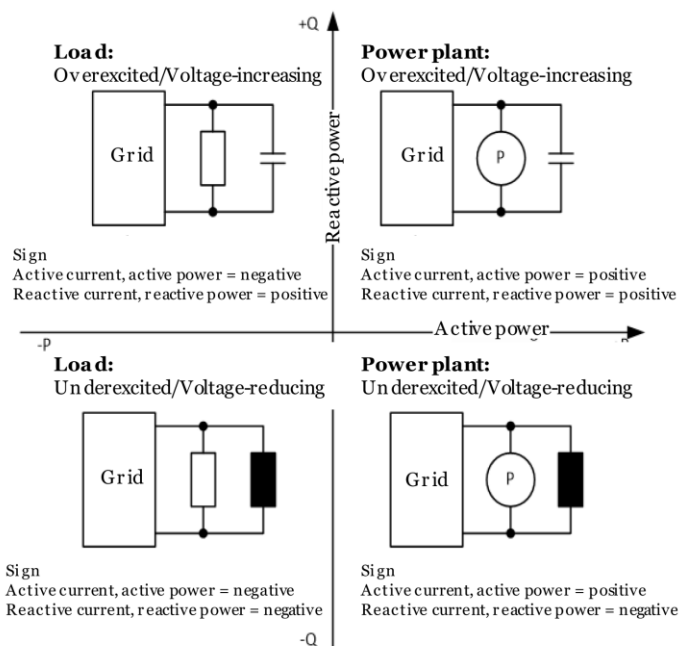


Figure 1 – Generator reference arrow system / Erzeugerzählpfeilsystem

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Reference values / Bezugswert:

	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Rated active power / Nennwirkleistung, P_n [kW]	50	60	
Rated apparent power / Nennscheinleistung, S_n [kVA]	50	60	
Max. apparent power / Max. Scheinleistung, S_{max} [kVA]	55	66	
Rated voltage / Nennspannung, U_n [V]	400 / 230 (3~ + (N) + PE, 50/60Hz)		480 (3~ + PE, 50/60Hz)
Rated current / Nennstrom, I_n [A]	72,2	86,7	72,2
Maximum current / Max. Strom, I_{max} [A]	79,4	95,3	79,4

Annex 1 – Test Results / *Prüfergebnisse*

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.1 Active power peaks / Wirkleistungsspitzen

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power peaks / Wirkleistungsspitzen [kW]		Normalised active power peaks / Normierte Wirkleistungsspitzen [p.u. base / Basis P _n]		Number of 10-minute records used / Anzahl der verwendeten 10- Minuten-Datensätze
P _{0,2}	66,60	p _{0,2} = P _{0,2} /P _n	1,11	2
P ₆₀	66,59	p ₆₀ = P ₆₀ /P _n	1,11	
P ₆₀₀	66,58	p ₆₀₀ = P ₆₀₀ /P _n	1,11	

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]

Active power peaks / Wirkleistungsspitzen [kW]		Normalised active power peaks / Normierte Wirkleistungsspitzen [p.u. base / Basis P _n]		Number of 10-minute records used / Anzahl der verwendeten 10- Minuten-Datensätze
P _{0,2}	66,89	p _{0,2} = P _{0,2} /P _n	1,11	2
P ₆₀	66,88	p ₆₀ = P ₆₀ /P _n	1,11	
P ₆₀₀	66,88	p ₆₀₀ = P ₆₀₀ /P _n	1,11	

Note / Anmerkung:

The units in the series provide overload capacity (see technical data of the units on p.2). The tests show the maximum active power (P_{max}) of the units. /

Die Einheiten in der Produktfamilie verfügen Überlastfähigkeit (siehe technische Daten der Einheiten auf S.2). Die Prüfungen zeigen die max. Wirkleistung (P_{max}) der EZE.

The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}). /

Die Wirkleistungsergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400V) können auf den SUN2000-50KTL-M0 relativ (über den Faktor P_{n, SUN2000-50KTL-M0} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}) übertragen werden.

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.2 Operating power limited by grid operator / Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber

The unit is able to run at reduced power. / Die EZE's können mit reduzierter Leistung betrieben werden.	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Disconnection from the grid at external active power set-points at / Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von:	At 0% setpoint the PGU stays connected without power feeding. The PGU can be disconnected from grid using the "Start/Stop control" or set the parameter "Shutdown at 0% power limit" to "Enable". / Bei 0% sollwertvorgabe bleibt die EZE am Netz ohne Einspeisung. Die EZE kann mittels Parameter "Start/Stop control" oder "Shutdown at 0% power limit" vom Netz getrennt werden.	
SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1] / (V300R001D01)		
Max. deviation of power setting / Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung	Exceeding / Überschreitung: 0,2 kW	Undercut / Unterschreitung: -0,1 kW
Settling time of the power output after a change in set-point with minimal gradient: / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten: ±0,350 P _{max} /s	P _{70%} → P _{50%}	Time / Zeit: 39,4 s Gradient: -0,352%P _{max} /s
	P _{50%} → P _{70%}	Time / Zeit: 39,4 s Gradient: 0,351%P _{max} /s
Settling time of the power output after a change in set-point with maximum gradient / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten: ±0,640 P _{max} /s	P _{90%} → P _{10%}	Time / Zeit: 105,6 s Gradient: -0,643%P _{max} /s
	P _{10%} → P _{90%}	Time / Zeit: 105,6 s Gradient: 0,644%P _{max} /s
SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001), [Ref 1]		
Max. deviation of power setting / Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung	Exceeding / Überschreitung: 0,9 kW	Undercut / Unterschreitung: ---
Settling time of the power output after a change in set-point with minimal gradient: / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten: ±0,350 P _{max} /s	P _{70%} → P _{50%}	---
	P _{50%} → P _{70%}	---
Settling time of the power output after a change in set-point with maximum gradient / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten: ±0,640 P _{max} /s	P _{90%} → P _{10%}	---
	P _{10%} → P _{90%}	---
Note / Anmerkung: The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor P _{n, SUN2000-50KTL-M0} / P _{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}). / Die Wirkleistungsergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400V) können auf den SUN2000-50KTL-M0 relativ (über den Faktor P _{n, SUN2000-50KTL-M0} / P _{n, SUN2000-60KTL-M0 (400 V)}) übertragen werden. The settling time results and active power gradient of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. / Die Einschwingzeiten und Gradienten der Wirkleistung des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.		

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency / Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 2] / (V300R001D01)

Overfrequency / Überfrequenz	Mean power gradient at overfrequency / Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung	Mean gradient / Mittlerer Gradient -39,97%P _{nom} /Hz
	Max. Settling time / Max. Einschwingzeit	0,8 s
	Power gradient after recovery of overfrequency / Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz	Mean gradient / Mittlerer Gradient: 9,2%P _n /min Max. gradient / Max. Gradient: 10,0%P _n /min
Underfrequency / Unterfrequenz	Mean power gradient at underfrequency / Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung	Mean gradient / Mittlerer Gradient 39,96%P _{nom} /Hz
	Max. Settling time / Max. Einschwingzeit	1,0 s
	Power gradient after recovery of underfrequency / Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Unterfrequenz	Mean gradient / Mittlerer Gradient: -9,2%P _n /min Max. gradient / Max. Gradient: -10,0%P _n /min

Note / Anmerkung:

The settling time results and active power gradient of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Einschwingzeiten und Gradienten der Wirkleistung des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

4.2.1 Reactive power response in the normal operation ($Q = 0$ kvar) / Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb ($Q = 0$ kvar)

4.2.2 Measuring the maximum reactive power range (PQ diagram) / Vermessung des maximalen Blindleistungsstellbereich (PQ-Diagramm)

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 1] / (V300R001D01)

Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range / Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich	P/P _n [%]	Q _{ind}	Q ₀	Q _{cap}	P/P _n [%]	Q _{ind}	Q ₀	Q _{cap}
			[kvar]				[kvar]	
	0	-39,5	0,0	39,5	60	-39,8	0,0	39,2
	10	-39,5	0,0	39,5	70	-39,8	0,0	39,2
	20	-39,6	0,0	39,4	80	-39,9	0,0	39,1
	30	-39,6	0,0	39,4	90	-38,0	0,0	38,0
	40	-39,7	0,0	39,3	100	-27,5	0,0	27,5
	50	-39,7	0,0	39,3	P _{max}	-0,5	0,1	-0,5

Note / Anmerkung:

The reactive power results in the normal operation of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Blindleistungsergebnisse im Normalbetrieb des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

4.2.3 Measuring separate operating points in the voltage-dependent PQ diagram / Vermessung einzelner Arbeitspunkte des spannungsabhängigen PQ-Diagramms

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

	WP / AP	U/U _n [%]	P/P _n [%]	Q [kvar]
Working points of the voltage dependent P-Q-diagram / Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms	1 ind.	89,9	0,5	-39,5
	2 ind.	90,0	9,5	-39,6
	3 ind.	90,0	19,5	-39,6
	4 ind.	90,1	29,5	-39,7
	5 ind.	90,1	39,5	-39,7
	6 ind.	90,1	49,4	-39,8
	7 ind.	90,2	59,4	-39,8
	8 ind.	90,2	69,4	-39,9
	9 ind.	90,3	80,2	-35,1
	10 ind.	90,3	90,1	-24,9
	11 ind.	90,4	99,7	0,2
	1 cap. / kap.	90,1	1,5	39,5
	2 cap. / kap.	90,1	10,5	39,5
	3 cap. / kap.	90,2	20,4	39,4
	4 cap. / kap.	90,2	30,4	39,4
	5 cap. / kap.	90,2	40,4	39,3
	6 cap. / kap.	90,3	50,4	39,3
	7 cap. / kap.	90,3	60,4	39,2
	8 cap. / kap.	90,4	70,4	39,2
	9 cap. / kap.	90,2	80,3	35,0
	10 cap. / kap.	90,4	90,1	24,9
	11 cap. / kap.	90,4	99,7	0,2
	WP / AP	U/U _n [%]	P/P _n [%]	Q [kvar]
	1 ind.	110,0	0,5	-39,5
	2 ind.	110,0	9,5	-39,5
	3 ind.	110,0	19,5	-39,6
	4 ind.	110,1	29,5	-39,6
	5 ind.	110,1	39,5	-39,7
	6 ind.	110,1	49,5	-39,7
	7 ind.	110,2	59,4	-39,7
	8 ind.	110,2	69,4	-39,8
	9 ind.	110,2	79,4	-39,9
	10 ind.	110,3	89,4	-38,0
	11 ind.	110,3	99,9	-27,5
	12 ind.	110,2	111,1	-0,5
	1 cap. / kap.	110,1	1,5	39,5
	2 cap. / kap.	110,1	10,5	39,5
	3 cap. / kap.	110,2	20,5	39,4
	4 cap. / kap.	110,2	30,4	39,4
	5 cap. / kap.	110,2	40,4	39,4
	6 cap. / kap.	110,3	50,4	39,3
	7 cap. / kap.	110,3	60,4	39,3
	8 cap. / kap.	110,3	70,4	39,2
	9 cap. / kap.	110,4	80,4	39,2
	10 cap. / kap.	110,4	90,0	37,8
	11 cap. / kap.	110,4	99,8	27,6
	12 cap. / kap.	110,2	111,1	-0,5

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

Note / Anmerkung:

The reactive power results in the normal operation of the *SUN2000-60KTL-M0* (400 V) can be applied to the *SUN2000-60KTL-M0* (480 V) and *SUN2000-50KTL-M0* directly. /

Die Blindleistungsergebnisse im Normalbetrieb des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

4.2.4 Reactive power following setpoint / Blindleistung nach Sollwertvorgabe

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	$50\%P_n$
Different settling time / <i>Unterschiedlich Einschwingzeit</i>	Parameter	Settling time / <i>Einschwingzeit</i>
	Fast time / <i>Schnelle Zeit</i> (1000% Q_{max} /s)	0,35 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	Standard time / <i>Standardzeit</i> (125% Q_{max} /s)	1,65 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	$t < 60$ s (1,660% Q_{max} /s)	115,8 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☒ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i> ¹⁾	☐ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	$50\%P_n$
Different settling time / <i>Unterschiedlich Einschwingzeit</i>	Parameter	Settling time / <i>Einschwingzeit</i>
	Fast settling time / <i>Schnelle Einschwingzeit</i> ($3\tau = 1$ s)	1,0 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	($3\tau = 5$ s)	4,6 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
	$t < 60$ s ($3\tau = 60$ s)	53,6 s (+ Q_{max} → - Q_{max})
Note / Anmerkung: For country code setting VDE-AR-N 4110:2018-11 and VDE-AR-N 4120:2018-11, the $\cos\varphi$ control function shows PT1 behaviour. The settling time was determined using a tolerance band of $\pm 5\%P_n$. / Für Ländereinstellung VDE-AR-N 4110:2018-11 und VDE-AR-N 4120:2018-11 die $\cos\varphi$ Regelungsfunktion zeigt PT1 Verhalten. Die Einschwingzeit wurde mit einem Toleranzband von $\pm 5\%P_n$ bestimmt		
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	$50\%P_n$
Set-point accuracy of reactive power / <i>Einstellgenauigkeit der Blindleistung</i>	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
	-19,80 kvar	-20,16 kvar
	0,00 kvar	-0,22 kvar
	19,80 kvar	20,12 kvar

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung		
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	100% P_n
Set-point accuracy of reactive power / <i>Einstellgenauigkeit der Blindleistung</i>	Set-point / Sollwert	Measured value / Istwert
	-19,80 kvar	-20,03 kvar
	0,00 kvar	-0,46 kvar
	19,80 kvar	19,82 kvar
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☒ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☐ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
Set-point accuracy of power factor / <i>Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors</i>	Set-point / Sollwert	Measured value / Istwert
	0,835 (ind.)	0,836 (ind.)
	1,000	1,000
	0,835 (cap.)	0,834 (cap.)
Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☒ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☐ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	100% P_n
Set-point accuracy of power factor / <i>Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors</i>	Set-point / Sollwert	Measured value / Istwert
	0,800 (ind.)	0,799 (ind.)
	1,000	1,000
	0,800 (cap.)	0,801 (cap.)
Note / Anmerkung: The reactive power, power factor and settling time results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. / <i>Die Ergebnisse von Blindleistung, Verschiebungsfaktor und Einschwingzeit des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.</i>		

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

4.2.5 Q(U) control / *Q(U) Regelung*

4.2.6 Q(P) control / *Q(P) Regelung*

4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function / *Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion*

Remark / *Anmerkung:*

The Q(U), Q(P) and reactive power Q with voltage limitation function were tested, please see test report. /
Die Q(U)-, Q(P)-Regelung und Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion wurden geprüft, diese sind im Prüfbericht hinterlegt.

End of Report



**BUREAU
VERITAS**

TEST REPORT / PRÜFBERICHT

Technical Guidelines for Power Generating Units and Systems, Part 3 / *Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen, Teil 3*

Determination of electrical properties – power quality (EMC) /
Bestimmung der elektrischen Eigenschaften – Netzverträglichkeit (EMV)

Extract from the test report / *Auszug aus dem Prüfbericht*

Part 3: Protection system / *Teil 3: Schutzsystem*

Extract No. / *Auszug Nr.* : 18TH0225_TR3_1_excerpt-part_3_0

Report reference number / *Referenzbericht* : 18TH0225_TR3_1

Date of issue / *Ausstellungsdatum* : 2021-03-11

Total number of pages / *Gesamtseitenzahl* : 12

Testing laboratory / *Testlabor* : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Address / *Adresse* : Businesspark A96, 86842 Türkheim, Germany

Accreditation / *Akkreditierung* :



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-12024-03-03

Applicant's name / *Antragsteller* : Huawei Technologies Co., Ltd.

Address / *Adresse* : Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129 P.R. China

Test specification / *Prüfgrundlage*

Standard / *Norm* : FGW Technical Guidelines TG3, Rev. 25: 2018-09-01
FGW Technical committee for Electrical Characteristics (FAEE)
– resolution of 22.01.2019

Test report form number : TG3

Master TRF : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Test item description / *Prüflingstyp* : Netzgekoppelter Photovoltaikwechselrichter / Grid connected photovoltaic inverter

Trademark / *Markenzeichen* :



Unit / Einheit..... :	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Hardware version..... :	V300R001		
Firmware version :	V300R001D01		
MPP DC voltage range / MPP-Spannung [V]..... :	200 - 1000		
Input DC voltage range / PV-Eingangsspannungsbereich [V]... :	200 - 1100		
Input DC current / PV-Eingangsstrom [A] :	max. 6 x 22 A		
Nominal output AC voltage / Nennausgangsspannung [V] :	400 / 230 (3~ + (N) + PE, 50/60Hz)		480 (3~ + PE, 50/60Hz)
Output AC current / Ausgangsstrom [A] :	max. 79,4	max. 95,3	max. 79,4
Nominal apparent and output power / Nennschein- und wirkleistung [kVA / kW] :	50	60	
Max. apparent and active output power / Max. Schein- und Wirkleistung / [kVA / kW] :	55	66	
Period of measurement / Messzeitraum : 2018-04-20; 2020-04-07 - 2020-04-22			
Edited by / Erstellt von (name and signature / Name und Unterschrift)..... : Weizhao Zheng			
Approved by / Freigegeben von (name and signature / Name und Unterschrift)..... : Georg Loritz			

Zheng. Weizhao.

Georg Loritz

Contents / Inhaltsverzeichnis		
No.	Contents / Inhalt	Page / Seite
1	Document History / <i>Dokumentenhistorie</i>	4
2	General remarks / <i>Allgemeine Anmerkungen</i>	5
3	Annex 1 – Test Results / <i>Prüfergebnisse</i>	7
3.1.	4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / <i>PGU DISCONNECTION FROM THE GRID</i>	8
3.2.	4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS / <i>NACHWEIS DER ZUSCHALTBEDINGUNGEN</i>	11

Document History / Dokumentenhistorie

Date / Datum	Internal reference / Interne Referenz	Modification status / Änderungsstatus	Revision
2020-04-23	Weizhao Zheng	Initial report was written / Erstellung der Erstversion	0
2021-03-11	Weizhao Zheng	Supplementary information: Reference report number ([Ref 2]) corrected.	1

Supplementary information:

This report is a supplement to the following test reports / *Dieser Bericht ist eine Ergänzung zu den folgenden Testberichten* (Firmware V300R001):

- [Ref 1]: PVDEM180321C32_0 (Bureau Veritas CPS (H.K.) Ltd., Taoyuan Branch, Datum: 2018-05-25)
- [Ref 2]: 18TH0225_4120_TR3_0 (Bureau Veritas CPS Germany GmbH, Datum: 2018-07-20).

The following tests were conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) and SUN2000-60KTL-M0 (480 V) using the Firmware V300R001D01 /

Die folgenden Tests wurden an SUN2000-60KTL-M0 (400 V) und SUN2000-60KTL-M0 (480 V) unter Verwendung der Firmware V300R001D01 durchgeführt:

- 4.4
- 4.5.1

The test / *Der Test:*

- 4.5.2

was conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) using the Firmware V300R001. /
wurde an SUN2000-60KTL-M0 (400 V) unter Verwendung der Firmware V300R001 durchgeführt

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Preface / Allgemeines:

The test results presented in this report relate only to the object(s) tested.

This report must not be reproduced in part or in full without the written approval of the issuing testing laboratory.
Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors weder in Gänze noch teilweise vervielfältigt werden.

Throughout this report a comma is used as the decimal separator. / *Im gesamten Dokument wird das Komma als Dezimaltrenner genutzt.*

The following suffixes/indices are used for variables in tables and figures /

Die folgenden Suffixe / Indizes werden für Variablen in Tabellen und Abbildungen verwendet:

- “_0,2” for average values over 200 milliseconds. / für 0,2-Sekunden-Mittelwert.
- “_60” for average values over 60 seconds. / für 60-Sekunden-Mittelwert.
- “_600” for average values over 10 minutes. / für 600-Sekunden-Mittelwert.
- “+” for positive / für Mitsystem, “-” for negative / für Gegensystem, “0” for zero sequence system values / für Nullsystem

Acronyms / Abkürzungen:

PGU : power generating unit / Erzeugungseinheit

PGS : power generating system / Erzeugungsanlage

Description of the vector system to depict test results / Beschreibung des Vektorsystems zur Darstellung der Messergebnisse:

The regarded system of the voltage and current vectors is the generator view (Figure 1) / *Das zugrundeliegende Zählpfeilsystem für Strom- und Spannungsvektoren bildet das Erzeugerzählpfeilsystem (Figure 1):*

- If the inverter feeds to the grid the active power is measured with positive sign.
Wenn der Prüfling in das Netz Wirkleistung einspeist, so ist der Messwert mit einem positiven Vorzeichen behaftet.
- If the inverter injects inductive reactive power the reactive power is marked “ind” (under-excited) or has a negative sign.
Wenn der Prüfling induktive Blindleistung einspeist, so wird die Blindleistung als “ind” (untererregt) oder mit einem negativen Vorzeichen gekennzeichnet.
- If the inverter consumes capacitive reactive power the reactive power is marked “cap” (over-excited) or has a negative sign.
Wenn der Prüfling kapazitive Blindleistung einspeist, so wird die Blindleistung als “kap” (übererregt) oder mit einem positiven Vorzeichen gekennzeichnet.

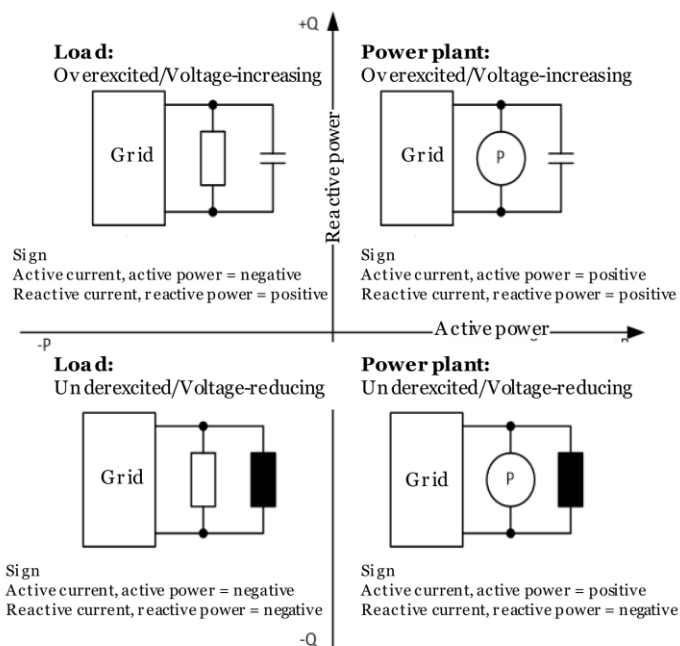


Figure 1 – Generator reference arrow system / Erzeugerzählpfeilsystem

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Reference values / Bezugswert:

	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-60KTL-M0	
Rated active power / Nennwirkleistung, P_n [kW]	50	60	
Rated apparent power / Nennscheinleistung, S_n [kVA]	50	60	
Max. apparent power / Max. Scheinleistung, S_{max} [kVA]	55	66	
Rated voltage / Nennspannung, U_n [V]	400 / 230 (3~ + (N) + PE, 50/60Hz)		480 (3~ + PE, 50/60Hz)
Rated current / Nennstrom, I_n [A]	72,2	86,7	72,2
Maximum current / Max. Strom, I_{max} [A]	79,4	95,3	79,4

Annex 1 – Test Results / *Prüfergebnisse*

4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / PGU DISCONNECTION FROM THE GRID

SUN2000-60KTL-M0 (480 V) (V300R001D01)

- ☒ The test of the whole trip circuit led to a successful shut down. /
Die Prüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung.

	Setting / <i>Einstellwert</i>		Release value / <i>Auslösewert</i>		Disconnection time / <i>Abschaltzeit</i>		Resetting ratio / <i>Rückfallverhältnis</i>	
	[p.u. U_n] / [Hz]	[ms]	[p.u. U_n] / [Hz]		[ms]			
	Value / <i>Schwelle</i>	Time / <i>Zeit</i>	min.	max.	min.	max.		
Overvoltage protection / <i>Spannungssteigerungsschutz</i> : $U>$	1,000	180000	1,004	1,004	180024	180044	☒ $\geq 0,98$	
	1,300	50	1,295	1,302	67	69	☐ $< 0,98$	
Overvoltage protection / <i>Spannungssteigerungsschutz</i> : $U>>$	1,000	100	0,999	1,001	112	114	----	
	1,300	50	1,295	1,301	66	67	----	
Undervoltage protection / <i>Spannungsrückgangsschutz</i> : $U<^{2)}$	0,150	50	0,152	0,152	71	73	☒ $\leq 1,02$	
	1,000	2400	1,001	1,002	2428	2432	☐ $> 1,02$	
Undervoltage protection / <i>Spannungsrückgangsschutz</i> : $U<<^{2)}$	0,150	50	0,151	0,152	71	72	----	
	1,000	800	1,002	1,003	812	818	----	
Overfrequency protection / <i>Frequenzsteigerungsschutz</i> : $f>$	50,00	5000	50,00		5040		----	
	55,00	50	54,98		74		----	
Overfrequency protection / <i>Frequenzsteigerungsschutz</i> : $f>>$	50,00	100	50,01		127		----	
	55,00	50	54,99		66		----	
Underfrequency protection / <i>Frequenzrückgangsschutz</i> : $f<$	45,00	50	45,01		83		----	
	50,00	100	49,99		128		----	
Operating time of circuit breaker / <i>Eigenzeit der Abschalteneinheit</i> [ms] (Manufacturer's data / <i>Herstellerdaten</i>)	≤ 40	☒ by measurement / <i>aus Messung</i> ☐ by test certificate / <i>aus Prüfzertifikat</i> ☒ from manufacturer specification / <i>aus Herstellerangabe</i>						

4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / PGU DISCONNECTION FROM THE GRID

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

- ☒ The test of the whole trip circuit led to a successful shut down. /
Die Prüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung.

	Setting / <i>Einstellwert</i>		Release value / <i>Auslösewert</i>		Disconnection time / <i>Abschaltzeit</i>		Resetting ratio / <i>Rückfallverhältnis</i>
	[p.u. U_n] / [Hz] Value / <i>Schwelle</i>	[ms] Time / <i>Zeit</i>	[p.u. U_n] / [Hz]		[ms]		
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Overvoltage protection / <i>Spannungssteigerungsschutz</i> : $U>$	---	---	---	---	---	---	☐ $\geq 0,98$
	1,300	50	1,294	1,302	78	84	☐ $< 0,98$
Overvoltage protection / <i>Spannungssteigerungsschutz</i> : $U\gg$	---	---	---	---	---	---	----
	---	---	---	---	---	---	----
Undervoltage protection / <i>Spannungsrückgangsschutz</i> : $U<^{2)}$	0,150	50	0,148	0,150	65	68	☐ $\leq 1,02$
	---	---	---	---	---	---	☐ $> 1,02$
Undervoltage protection / <i>Spannungsrückgangsschutz</i> : $U\ll^{2)}$	---	---	---	---	---	---	----
	---	---	---	---	---	---	----
Overfrequency protection / <i>Frequenzsteigerungsschutz</i> : $f>$	---	---	---		---		----
	---	---	---		---		----
Overfrequency protection / <i>Frequenzsteigerungsschutz</i> : $f\gg$	---	---	---		---		----
	---	---	---		---		----
Underfrequency protection / <i>Frequenzrückgangsschutz</i> : $f<$	---	---	---		---		----
	---	---	---		---		----
Operating time of circuit breaker / <i>Eigenzeit der Abschalteneinheit</i> [ms] (Manufacturer's data / <i>Herstellerdaten</i>)	≤ 40	☒ by measurement / <i>aus Messung</i> ☐ by test certificate / <i>aus Prüfzertifikat</i> ☒ from manufacturer specification / <i>aus Herstellerangabe</i>					

4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / PGU DISCONNECTION FROM THE GRID

Note / Anmerkung:

The minimum / maximum threshold / trigger time according to table 4-49 in TG3 Rev.25 were used for the testing / Für die Prüfungen wurde die minimale / maximale Schwelle / Auslösezeit gemäß Tabelle 4-49, TR3 Rev.25 verwendet:

	Trigger values / times			
	min. threshold	max. threshold	min. delay ¹⁾	max. delay
Overvoltage [U>]	$1,00 \cdot U_n$	$1,30 \cdot U_n$	50 ms	180 s
Overvoltage [U>>]	$1,00 \cdot U_n$	$1,30 \cdot U_n$	50 ms	100 ms
Undervoltage [U<]	$0,15 \cdot U_n$ ²⁾	$1,00 \cdot U_n$	50 ms	2,4 s
undervoltage [U<<]	$0,15 \cdot U_n$ ²⁾	$1,00 \cdot U_n$	50 ms	800 ms
Overfrequency [f>]	50,0 Hz	55,0 Hz	50 ms	5 s
Overfrequency [f>>]	50,0 Hz	55,0 Hz	50 ms	100 ms
Underfrequency [f<]	45,0 Hz	50,0 Hz	50 ms	100 ms

¹⁾ The min. settable trigger time of the voltage / frequency protection is 50 ms / Die min. einstellbare Auslösezeit des Spannungs- / Frequenzschutzes ist 50 ms.

²⁾ The min. settable threshold of the undervoltage protection is $0,15 \cdot U_n$. / Die min. einstellbare Schwelle des Unterspannungsschutzes ist $0,15 \cdot U_n$.

The results of the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Ergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (480 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (400 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS / NACHWEIS DER ZUSCHALTBEDINGUNGEN

1) Connection without previous protection trigger / Zuschalten ohne vorherige Schutzauslösung

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

Country code / Ländereinstellung: VDE-AR-N 4110:2018-11

	Range / Bereich [p.u. U_n] / [Hz]	Cut in occurred within the given range / Zuschaltung erfolgte im angegebenen Berich	
Voltage / Spannung:	0,90 – 1,10	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Frequency / Frequenz:	47,5 – 50,2	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001D01)

Country code / Ländereinstellung: VDE-AR-N 4120:2018-11

	Range / Bereich [p.u. U_n] / [Hz]	Cut in occurred within the given range / Zuschaltung erfolgte im angegebenen Berich	
Voltage / Spannung:	0,90 – 1,10	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Frequency / Frequenz:	47,5 – 51,0	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein

2) Connection after triggering of the decoupling protection / Zuschalten nach Auslösung der Entkopplungsschutzes

SUN2000-60KTL-M0 (400 V) (V300R001), [Ref 2]

	Range / Bereich [p.u. U_n] / [Hz]	Cut in occurred within the given range / Zuschaltung erfolgte im angegebenen Berich	
Undervoltage / Unterspannung:	< 0,95	☐ Yes / Ja	☒ No / Nein
Underfrequency / Unterfrequenz:	$\leq 49,9$	☐ Yes / Ja	☒ No / Nein
Overfrequency / Überfrequenz:	$\geq 50,1$	☐ Yes / Ja	☒ No / Nein

Note / Anmerkung:

The results of the SUN2000-60KTL-M0 (400 V) can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480 V) and SUN2000-50KTL-M0 directly. /

Die Ergebnisse des SUN2000-60KTL-M0 (400 V) können auf den SUN2000-60KTL-M0 (480 V) und SUN2000-50KTL-M0 direkt übertragen werden.

End of Report