



Type Certificate

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

Type of power generating unit:	Grid-tied photovoltaic inverter	SUN2000-xxKTL-M0 *
Technical data:	Nominal apparent power:	50 / 60 / 65 kW *
	Nominal active power	see nominal apparent power *
	Active power: ($\cos\phi = 0,95$; $U = 0,95 U_n$)	50 / 60 / 65 kW *
	Nominal voltage:	400 / 230 V (3P+ (N) + PE) or 480 V (3P+ PE) *
	Nominal frequency:	50 Hz

Firmware version: **V300R001**

Grid connection regulation: **BDEW guideline „Generating Plants connected to the Medium-Voltage Network“**
Guideline for generating plants' connection to and parallel operation with the medium-voltage network, 2008 and amendment up to 1/2013

Pertinent standards / Guidelines: DIN EN 61400-21:2008
Technical guidelines: FGW TG 3 Rev. 24, FGW TG 4 Rev. 8, FGW TG 8 Rev. 7

The power generating units, stated in the certificate, were tested and certified according to the technical guidelines referenced to in the grid connection regulation. The electrical characteristics fulfill the requirements of the grid connection regulation:

- Generation and control of active and reactive power
- Generating unit's reaction to system incidents (Reactive current characteristic according to TransmissionCode 2007)
- Protection on generating unit level (Note in appendix p.69) **
- Report of power quality
- Validated type model: Huawei_18-0245_0_TR4_SUN2000-xxKTL-M0_V1

The manufacturer has proven the certification of his quality management system according to ISO 9001.

* : For details see supplement of certificate.

** : A connecting terminal plate has to be installed separately if necessary.

The certificate includes the following information:

- Technical data of the power generating units, additional components and implemented software versions
- The schematic layout of the power generating units
- Summarized information on the characteristic of the power generating units

BV project number: 18TH0225
Certificate no.: 18-0245_0
Issued: 2018-05-28 **Valid until:** 2023-05-27

Certification body

Holger Schaffer

(Any partial reproduction or representation of the certificate requires written approval from Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH.)

Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
accredited according to EN 17065



(p. 1 of 103)

Supplement of Certificate (18-0245_0)

Unit / Type..... :	SUN2000-60KTL-M0	
	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)	SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)
Maximum apparent output power [kVA] . :	66	
Nominal apparent output power [kVA]..... :	60	
Maximum active output power [kW] :	66	
Nominal active output power [kW]..... :	60	
Active power ($\cos\phi = 0,95$; $U = 0,95 U_n$) [kW]..... :	60	
Nominal output AC voltage [V] :	400 / 230 V (3 phases + (N) + PE)	480 V (3 phases + PE)
Nominal frequency [Hz]..... :	50	

Unit / Type..... :	SUN2000-50KTL-M0	SUN2000-65KTL-M0
Maximum apparent output power [kVA] . :	55	72
Nominal apparent output power [kVA]..... :	50	65
Maximum active output power [kW] :	55	72
Nominal active output power [kW]..... :	50	65
Active power ($\cos\phi = 0,95$; $U = 0,95 U_n$) [kW]..... :	50	65
Nominal output AC voltage [V] :	400 / 230 V (3 phases + (N) + PE)	480 V (3 phases + PE)
Nominal frequency [Hz]..... :	50	

BV project number:

18TH0225

Certificate no.:

18-0245_0

Issued:

2018-05-28

Valid until:

2023-05-27

Certification body



Holger Schaffer

(Any partial reproduction or representation of the certificate requires written approval from Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH.)



DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZE-12024-01-00

Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
accredited according to EN 17065

(p. 2 of 103)

Description of the revisioning of certificate 18-0245

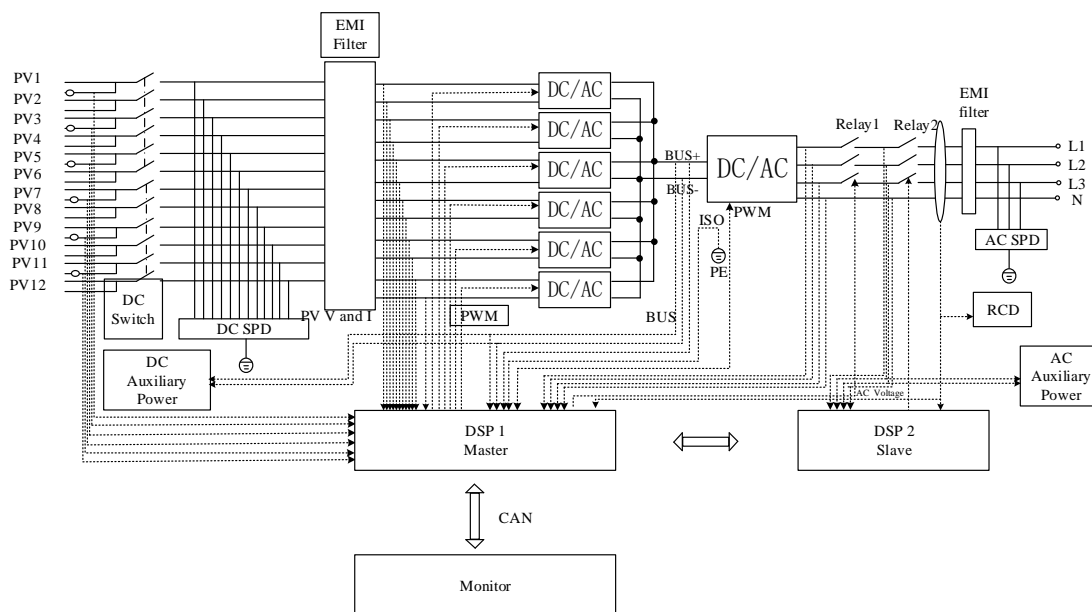
Rev. 0	First issue
--------	-------------

Description of the power generating unit

Description of the power circuit (Figure 1):

The input and output are protected by SPDs to Earth. The unit is providing EMC filtering at the PV input and output toward mains. The unit does not provide galvanic separation from input to output (transformerless). The output is switched off redundantly by the high power switching bridge and two relays. This assures that the opening of the output circuit will also operate in case of a single error.

Simplified main circuit diagram of *SUN2000-50KTL-M0* and *SUN2000-60KTL-M0* (400 / 480 Vac)



Simplified main circuit diagram of *SUN2000-65KTL-M0*

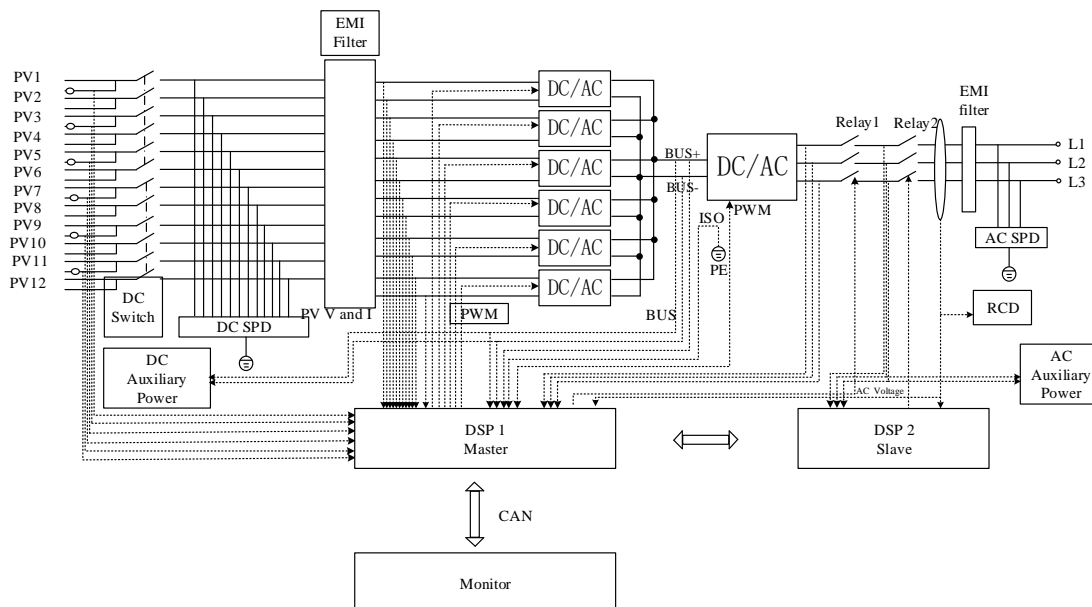


Figure 1 – Block diagram

Description of the power generating unit**Description of the differences of the models within a series:**

The units are identical hardware platforms with identical firmware. The only difference is the respective nominal AC voltage and the nominal AC power output.

There are two variants with different AC output voltages (400Vac or 480 Vac) under the model SUN2000-60KTL-M0. The SUN2000-50KTL-M0 is the power derating variant of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac); the SUN2000-65KTL-M0 is the power uprating variant of the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac). There is no difference regarding AC behaviour between the units apart from the necessary power rating deviation of each unit.

Motivation for the conducted amount of testing and validation:

The unit SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) was characterized completely according to TG 3, the simulation model validated according to TG 4 and TG 8 as well as evaluated according to TG 8.

The tests 4.1.2 (only dynamic test), 4.2.4 (only dynamic test), 4.3.3 and 4.3.4 were conducted on the SUN2000-50KTL-M0.

The tests 4.1.1, 4.1.2, 4.2.4, 4.3.3, 4.3.4, 4.4 (spot checks) and 4.6 (spot checks) were conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and validated accordingly (test 4.6).

The tests 4.1.1, 4.1.2 (only dynamic test), 4.2.2, 4.2.4 (only dynamic test), 4.3.3, 4.3.4 and 4.6 (spot checks) were conducted on the SUN2000-65KTL-M0 and validated accordingly (test 4.6).

The remaining characteristics are covered by the measurements conducted on the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac).

The corresponding simulation models use the identical control structure. The difference consists of power related adaption of the parameterisation which is related to the validated generating unit in a plausible way. All simulation models were evaluated by additional plausibility checks.

All measurements according to TG 3 were taken from the output terminals of the generating unit (on low voltage grid).

Description of the power generating unit

Description of the remote control in a typical installation (Figure 2) (Manufacturer's data):

A SUN2000 system including maximum 10 units connected in series via RS485 communication cable can be connected to a monitoring terminal via RS232-interface (RS485 communication mode (1)).

In the RS485 communication mode (2) a SUN2000 system including up to 30 units can be connected to the Smart Logger (data collector) via RS485 bus.

A Smart Logger (data collector) can be connected to a SUN2000 system including up to 30 units 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 or a PLC 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.

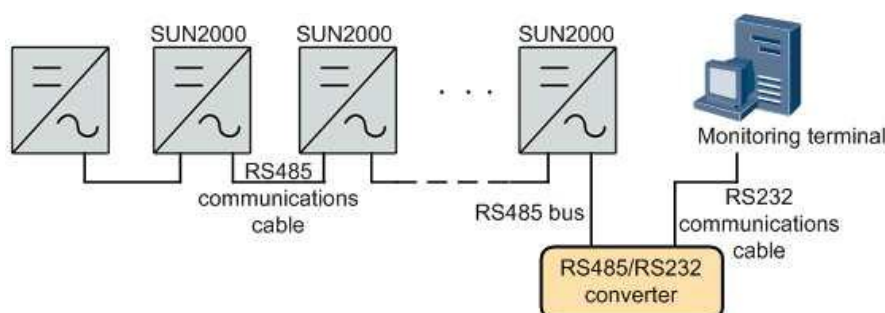
Hereby, the pick up of a new setpoint of P, Q and $\cos\phi$ is guaranteed within 1 s.

Following functionalities are integrated within the units:

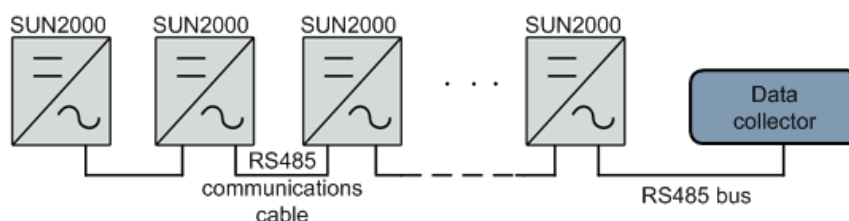
- P- and Q-setpoint setting (manual fixed value and settable via ripple control receiver)
- Additional Q-functions: see 'Description of the reactive power characteristic' and corresponding chapters 4.3.x of the excerpt from the TG 3 report
- Parameterisation of the grid protection: see corresponding chapters 4.5 and 4.6 of the excerpt from the TG 3 report

The tests were conducted using "Data Collector Web" via the RS485-interface.

RS485 communication mode (1)



RS485 communication mode (2)



Description of the power generating unit

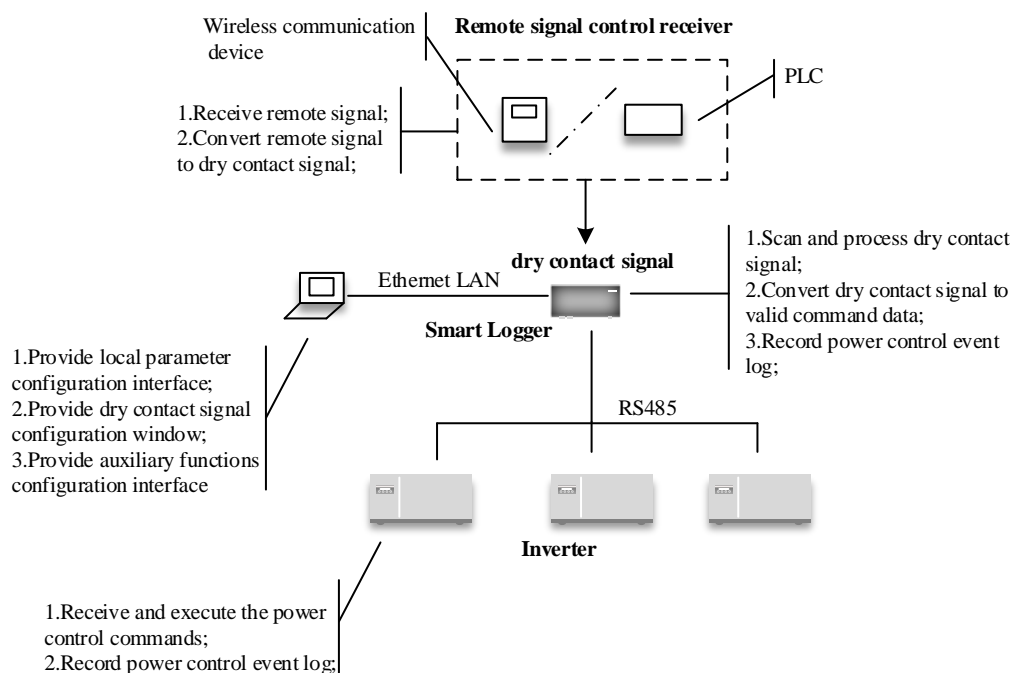


Figure 2 – Scheme of an installation

Description of the connection of the ripple control receiver (Figure 3) (*Manufacturer's data*):

The ripple control receiver is connected to the Smart Logger (data acquisition device) via four digital inputs. The corresponding conversion of the power set-point can be specified via the logical connection of the four registers.

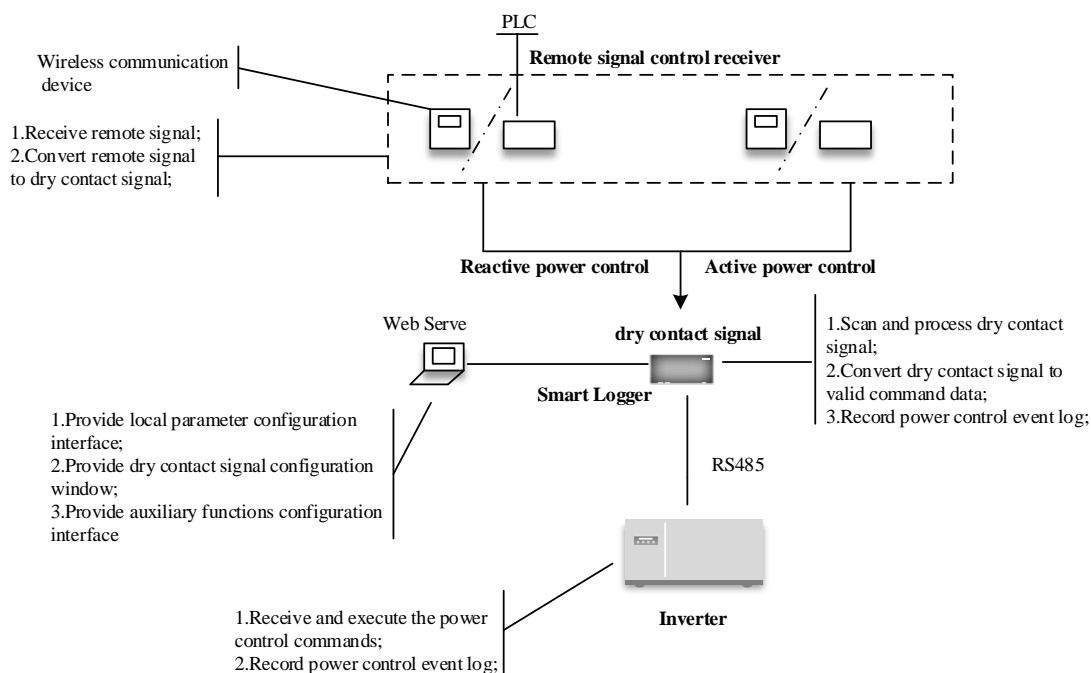


Figure 3 – Connection of the ripple control receiver in an installation

Description of the power generating unit**Description of the reactive power characteristic** (*Manufacturer's data*):

The type of the reactive power control on the lowest system level is based on Q.

The units UN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (400 Vac or 480 Vac) and SUN2000-65KTL-M0 provide the following reactive power settings:

- Settable $\cos\phi$ value (Range: +/- 0,8)
- Settable Q value (Range: +/- 60% P_{\max})
- Configurable $\cos\phi(P)$ -curve (No. of supporting points: max. 10)
- Configurable Q(U)-curve (No. of supporting points: max. 10)

Technical data of the power generating unit (Manufacturer's data)			
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 / 230	V rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	79,4	A 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. DC-Leistung	56,2	kW max. DC power
3	Wechselrichter-Leistungsteil	Converter-Power section	
1	Nennscheinleistung	50	kVA rated apparent power
2	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	without transformer	generic type (HF/LF-transformer, without)
3	Taktfrequenz	18	kHz pulse rate of inverter
4	Art der Leistungsregelung (MPPT)	advanced hill climbing	generic type of power control (MPPT)
4	Sonstige elektrische Komponenten	Other electric components	
1	Art der Netzkopplung	direct interconnection	generic type of interconnection
2	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	yes	integrated grid protection (Yes/No)
3	- Typenbezeichnung	Xiamen Hongfa HF167F-G/12-HF	- type
4	Typenbezeichnung der Trenneinheit	Santon XBHP3610/4	circuit breaker type
5	Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	yes	harmonic filter (Yes/No)

Technical data of the power generating unit (Manufacturer's data)			
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 / 230	V rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	95,3	A 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. DC-Leistung	67,4	kW max. DC power
3	Wechselrichter-Leistungsteil	Converter-Power section	
1	Nennscheinleistung	60	kVA rated apparent power
2	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	without transformer	generic type (HF/LF-transformer, without)
3	Taktfrequenz	18	kHz pulse rate of inverter
4	Art der Leistungsregelung (MPPT)	advanced hill climbing	generic type of power control (MPPT)
4	Sonstige elektrische Komponenten	Other electric components	
1	Art der Netzkopplung	direct interconnection	generic type of interconnection
2	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	yes	integrated grid protection (Yes/No)
3	- Typenbezeichnung	Xiamen Hongfa HF167F-G/12-HF	- type
4	Typenbezeichnung der Trenneinheit	Santon XBHP3610/4	circuit breaker type
5	Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	yes	harmonic filter (Yes/No)

Technical data of the power generating unit (Manufacturer's data)			
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)	79,4	A 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. DC-Leistung	67,4	kW max. DC power
3	Wechselrichter-Leistungsteil	Converter-Power section	
1	Nennscheinleistung	60	kVA rated apparent power
2	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	without transformer	generic type (HF/LF-transformer, without)
3	Taktfrequenz	18	kHz pulse rate of inverter
4	Art der Leistungsregelung (MPPT)	advanced hill climbing	generic type of power control (MPPT)
4	Sonstige elektrische Komponenten	Other electric components	
1	Art der Netzkopplung	direct interconnection	generic type of interconnection
2	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	yes	integrated grid protection (Yes/No)
3	- Typenbezeichnung	Xiamen Hongfa HF167F-G/12-HF	- type
4	Typenbezeichnung der Trenneinheit	Santon XBHP3610/4	circuit breaker type
5	Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	yes	harmonic filter (Yes/No)

Technical data of the power generating unit (Manufacturer's data)			
1	Allgemeines und Ausgangsgrößen	General and Output values	
1	Hersteller	HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD	manufacturer
2	Typenbezeichnung	SUN2000-65KTL-M0	type name
3	Einspeisung (einphasig/dreiphasig)	three-phase	no. of phases (single-phase/three-phase)
4	Nennscheinleistung	65	kVA rated apparent power
5	Nennwirkleistung	65	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)	86,7	A 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. DC-Leistung	73,5	kW max. DC power
3	Wechselrichter-Leistungsteil	Converter-Power section	
1	Nennscheinleistung	65	kVA rated apparent power
2	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	without transformer	generic type (HF/LF-transformer, without)
3	Taktfrequenz	18	kHz pulse rate of inverter
4	Art der Leistungsregelung (MPPT)	advanced hill climbing	generic type of power control (MPPT)
4	Sonstige elektrische Komponenten	Other electric components	
1	Art der Netzkopplung	direct interconnection	generic type of interconnection
2	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	yes	integrated grid protection (Yes/No)
3	- Typenbezeichnung	Xiamen Hongfa HF167F-G/12-HF	- type
4	Typenbezeichnung der Trenneinheit	Santon XBHP3610/4	circuit breaker type
5	Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	yes	harmonic filter (Yes/No)

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Presentation of power values:

- The active power is measured in the load reference system, but the values of injected active power are noted with a positive sign.
- The reactive power is shown in the load reference system
(inductive = underexcited = positive sign, capacitive = overexcited = negative sign).

TG 3 – 4.1.1 Performance

Not rated

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)

$P_{0,2} = P_m$ [kW]	66,60	$P_{60} = P_{1min}$ [kW]	66,59	$P_{600} = P_{10min}$ [kW]	66,58
$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,11	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,11	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,11

SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)

$P_{0,2} = P_m$ [kW]	66,89	$P_{60} = P_{1min}$ [kW]	66,88	$P_{600} = P_{10min}$ [kW]	66,88
$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,11	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,11	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,11

SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)

$P_{0,2} = P_m$ [kW]	73,00	$P_{60} = P_{1min}$ [kW]	73,00	$P_{600} = P_{10min}$ [kW]	73,00
$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,12	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,12	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,12

Note:

The active power may be reduced to enable a defined reactive power injection (see TG 3 – 4.2.2).

The units provide 10% P_n overload capacity (see *Supplement of Certificate* p.2). The tests show the maximum active power (P_{max}) of the units.

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

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.1.2. Power setpoint control			Pass
SUN2000-50KTL-M0 (FW: V300R001)			
Rise time of power output after setpoint change	100 %P _n to 30%P _n [s]	5,9	
Settling time of power output after setpoint change		5,9	
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)			
Setpoint [%P _n]	P _{set} [kW]	P ₆₀ [kW]	Deviation [%P _n]
max. (110)	66,00	66,04	0,07
100	60,00	60,24	0,40
90	54,00	54,18	0,31
80	48,00	48,14	0,23
70	42,00	42,11	0,19
60	36,00	36,07	0,11
50	30,00	30,02	0,04
40	24,00	24,00	0,00
30	18,00	17,99	-0,02
20	12,00	11,95	-0,09
10	6,00	5,89	-0,18
0	PGU stays connected without power feeding. The PGU can be disconnected from grid using the <i>Start/Stop control</i> (gOD51_CrICmd_0).		
		Setpoint [%P _n]	Deviation [%P _n]
Max. deviation	positive	100	0,40
	negative	10	-0,18
Rise time of power output after setpoint change	100 %P _n to 30%P _n [s]	6,0	
Settling time of power output after setpoint change		6,0	

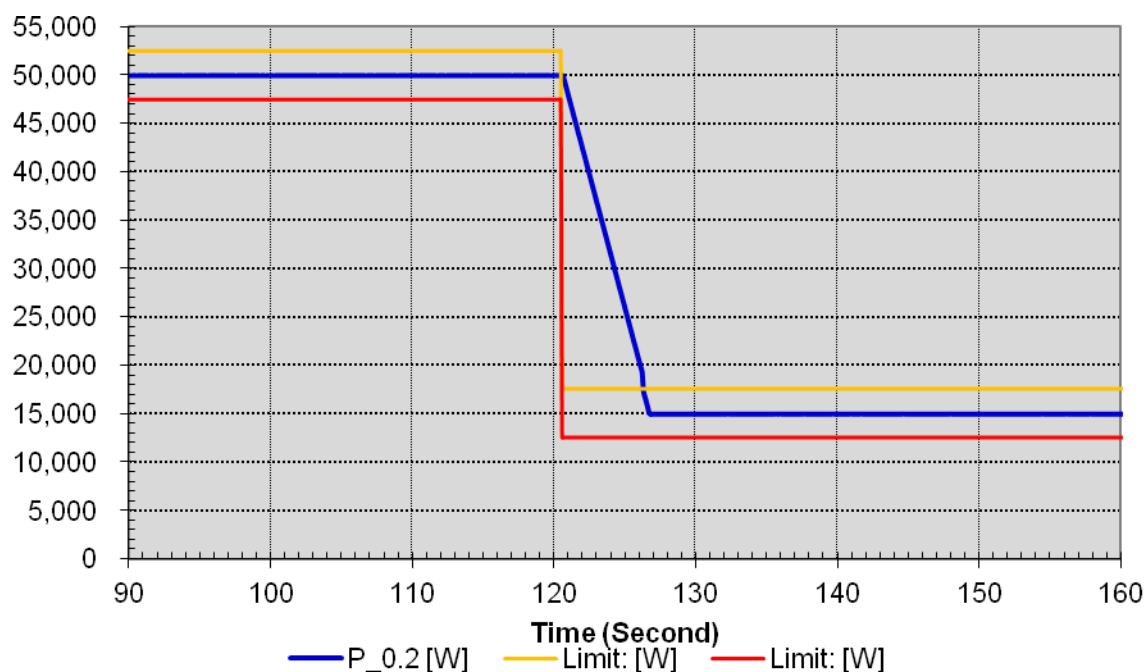
Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)			
Setpoint [%P _n]	P _{set} [kW]	P ₆₀ [kW]	Deviation [%P _n]
max. (110)	66,00	66,86	1,44
100	60,00	60,54	0,91
90	54,00	54,53	0,88
80	48,00	48,51	0,85
70	42,00	42,45	0,76
60	36,00	36,40	0,66
50	30,00	30,33	0,56
40	24,00	24,30	0,50
30	18,00	18,22	0,37
20	12,00	12,13	0,21
10	6,00	6,03	0,05
0	PGU stays connected without power feeding. The PGU can be disconnected from grid using the <i>Start/Stop control</i> (<i>gOD51_CrICmd_0</i>).		
		Setpoint [%P _n]	Deviation [%P _n]
Max. deviation	positive	max. (110)	1,44
	negative	-	-
Rise time of power output after setpoint change		100 %P _n to 30%P _n [s]	6,1
Settling time of power output after setpoint change			6,1
SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)			
Rise time of power output after setpoint change		100 %P _n to 30%P _n [s]	5,9
Settling time of power output after setpoint change			5,9

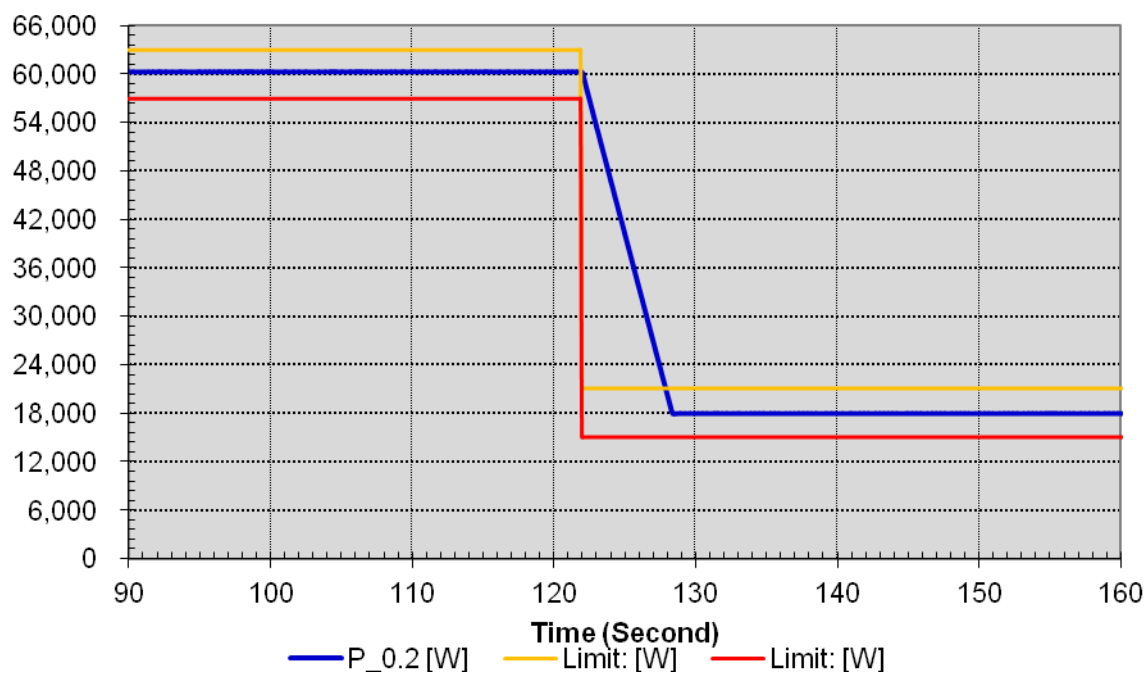
Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Transient curve (measured, Figure 4)

SUN2000-50KTL-M0



SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)



Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

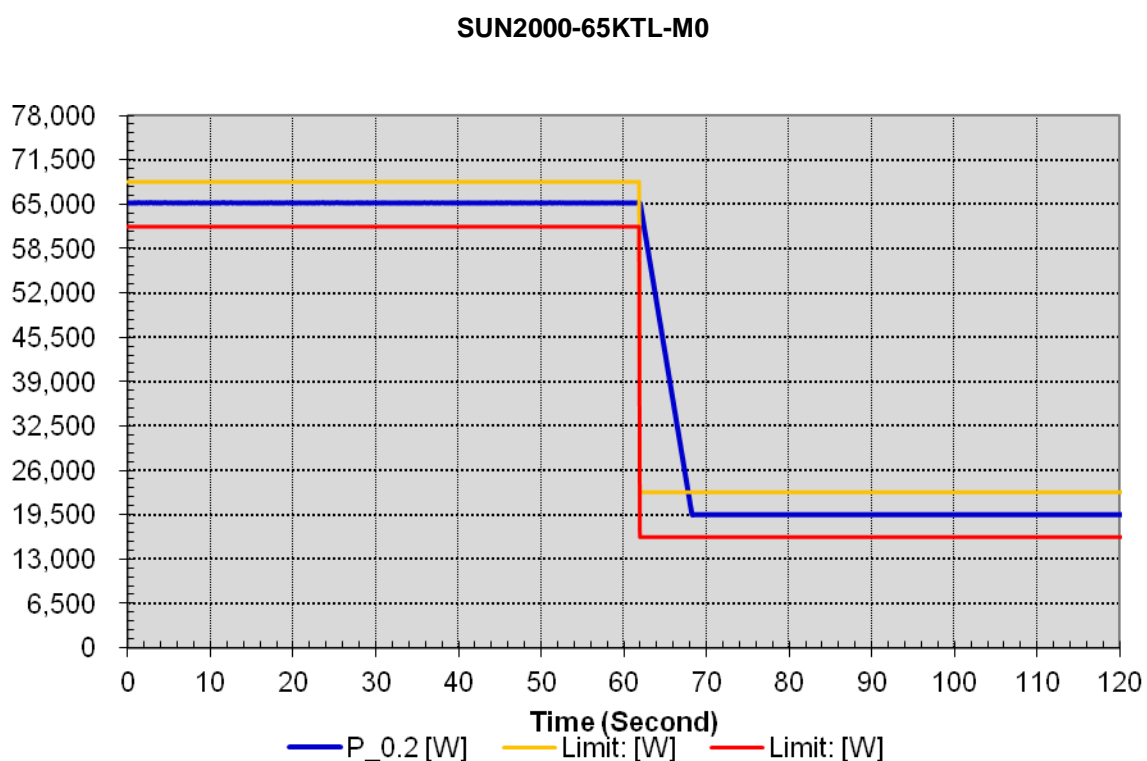
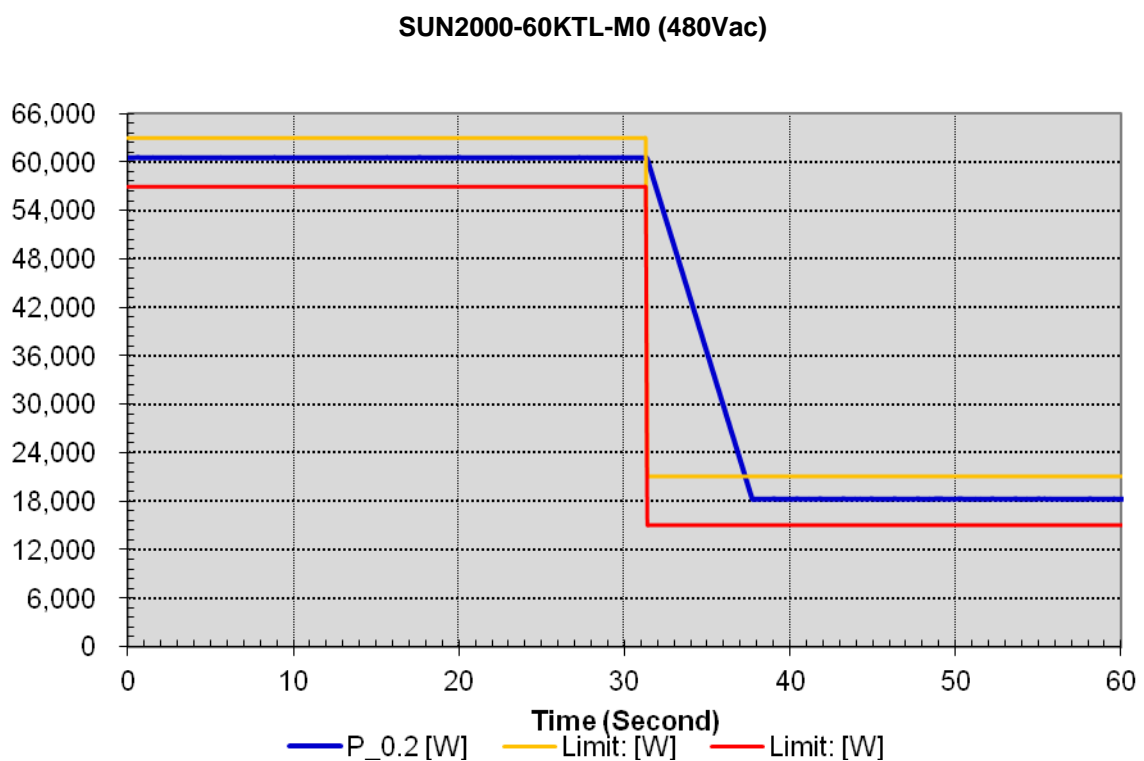


Figure 4 – Transient curve for active power setpoint

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Settable parameters (*Manufacturer's data*)

P-setpoint parameter name	Active power percentage derating / Fixed active power derated
P-setpoint parameter dimension	kW / % (base P _{maxref} *)
P-setpoint parameter range	0,1 – Plimilt * / 0,1 – 100,0
P-setpoint parameter step size	0,1 / 0,1
Settling time parameter name	Active power change gradient
Settling time parameter dimension	%/s (base P _{max})
Settling time parameter range	0,100 – 1000,000
Settling time parameter step size	0,001
Settling time parameter default value (test value)	10,000

Note:

* The following applies: $P_{limilt} \leq P_{maxref} \leq P_{max}$. Default: $P_{limilt} = P_{maxref} = P_{max}$.

The setpoint was set by the "Data Collector Web" using the RS485-interface.

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

The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) can be applied to the SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $P_{max,notmeasured} / P_{max, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)}$).

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)				
TG 3 – 4.1.3 Power derating at frequency rise				Pass
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)				
Medium power gradient after frequency bank at active power of 40..60 %P _n (test at P = 50%P _n)				
Set frequency f _{set} [Hz]	Frequency f ₁₀ [Hz]	P _{set} [kW]	P ₁₀ [kW]	Average gradient [%P _{ref} /Hz]
50,00	50,00		66,60	
50,20 (reference moment)	50,20	P _M = 66,60		
50 + 0,25	50,25	65,27	65,30	
50 + 0,70	50,70	53,28	53,40	-39,7
50 + 1,15	51,15	41,29	41,40	-40,0
50 + 0,06	50,06	41,29	41,40	
50,00	50,00		66,60	
Medium power gradient after frequency bank at active power >80 %P _n (test at P = P _{max} =110%P _n)				
Set frequency f _{set} [Hz]	Frequency f ₁₀ [Hz]	P _{set} [kW]	P ₁₀ [kW]	Average gradient [%P _{ref} /Hz]
50,00	50,00		29,53	
50,20 (reference moment)	50,20	P _M = 29,53		
50 + 0,25	50,25	28,94	28,94	
50 + 0,70	50,70	23,63	23,66	-39,7
50 + 1,15	51,15	18,31	18,36	-39,9
50 + 0,06	50,06	18,31	18,36	
50,00	50,00		29,54	
Defined gradient dP/df [%P _{ref} /Hz]		-40,0 *		
Max. active power gradient [%P _{ref} /Hz]		-40,0		
Mean active power gradient [%P _{ref} /Hz]		-39,8		
Settable parameters (Manufacturer's data)				
Settling time parameter		not adjustable		
P(f)-curve parameter name		Overfrequency deraing		
		Trigger frequency of over frequency deraing		
		Quit frequency of over frequency deraing		
		Power recovery gradient of overfrequency derating		

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

P(f)-curve parameter dimension	- Hz Hz %/min (base P _M)
P(f)-curve parameter range	Enable / Disable 45,00 – 55,00 45,00 – 55,00 5 - 20
P(f)-curve parameter step size	- 0,01 0,01 1
P(f)-curve parameter set value (test value)	Enable 50,20 50,05 10
P(f)-curve parameter default value	Enable 50,20 50,05 10

Note:

* P(f) gradient is set to -40%P_{ref}/Hz as default, parameter not adjustable.

The active power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor

P_{n,notmeasured} / P_{n, SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}).

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)	
TG 3 – 4.1.4 Restart after loss of voltage	Pass
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)	
Max. active power gradient after a voltage loss [%P _n /min]	10,0
Mean active power gradient after a voltage loss [%P _n /min]	8,6
Note: The active power gradient of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly.	
Settable parameters (<i>Manufacturer's data</i>)	
Gradient parameter name	Soft start time after grid failure
Gradient parameter dimension	s (from 0 to P _n)
Gradient parameter range	20 - 800
Gradient parameter step size	1
Gradient parameter set value (test value)	600

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.2.1 Reactive power behavior during normal operation (Q = 0 kvar)					Not rated
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)					
PGU active power [%P _n]	P _{1,60} [kW]	Q _{1,60} [kvar]	cosφ ₆₀	U _{+,60} [V]	Number of data sets
110	66,35	0,12	1,000	230,7	3
100	60,24	0,00	1,000	230,6	3
90	54,18	0,01	1,000	230,5	3
80	48,13	0,01	1,000	230,5	3
70	42,11	0,01	1,000	230,4	3
60	36,07	0,01	1,000	230,4	3
50	30,02	0,02	1,000	230,3	3
40	24,00	0,02	1,000	230,2	3
30	17,99	0,03	1,000	230,2	3
20	11,95	0,03	1,000	230,1	3
10	5,89	0,03	1,000	230,1	3
0	1,68	0,03	0,999	230,0	3

Note:

The reactive power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $P_{\max, \text{notmeasured}} / P_{\max, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}}$).

P(Q)-characteristic (Q = 0) (measured, Figure 5)

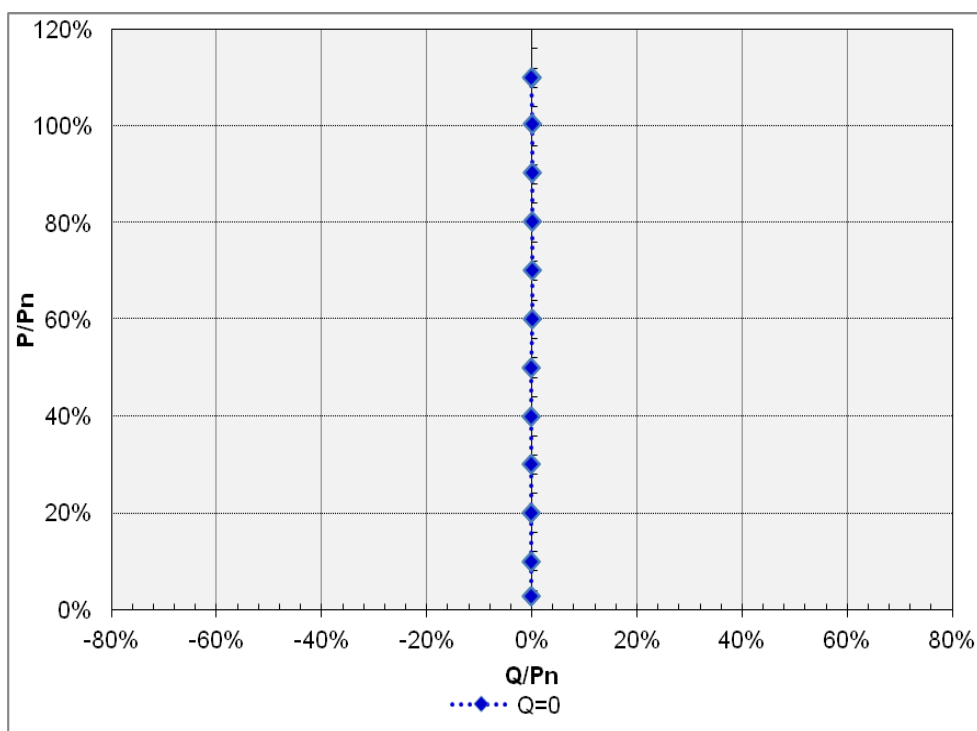


Figure 5 – P(Q)-characteristic (Q = 0)

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.2.2 P(Q) characteristic (maximum Q by setpoint of Q)					Not rated
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)					
PGU active power [%P _n]	Under-excited				
	P _{1,60,ind} [kW]	Q _{1,60,ind} [kvar]	cosφ _{60,ind}	U _{+,60,ind} [V]	Number of data sets
1...5	1,71	40,21	0,043	230,0	3
10	5,96	40,22	0,147	230,0	3
20	12,03	40,22	0,287	230,1	3
30	18,09	40,225	0,410	230,1	3
40	24,15	40,23	0,515	230,2	3
50	30,21	40,24	0,600	230,3	3
60	36,29	40,27	0,669	230,3	3
70	42,36	40,29	0,725	230,4	3
80	48,42	40,32	0,769	230,4	3
90	53,27	40,33	0,797	230,5	3
100	59,48	29,46	0,896	230,6	3
110	66,35	0,12	1,000	230,7	3
PGU active power [%P _n]	Over-excited				
	P _{1,60,cap} [kW]	Q _{1,60,cap} [kvar]	cosφ _{60,cap}	U _{+,60,cap} [V]	Number of data sets
1...5	1,81	-40,12	0,045	230,2	3
10	6,06	-40,11	0,149	230,2	3
20	12,13	-40,10	0,290	230,3	3
30	18,20	-40,08	0,413	230,3	3
40	24,26	-40,06	0,518	230,4	3
50	30,32	-40,05	0,604	230,4	3
60	36,39	-40,05	0,672	230,5	3
70	42,46	-40,06	0,727	230,5	3
80	48,54	-40,07	0,771	230,6	3
90	53,39	-40,07	0,800	230,6	3
100	59,52	-30,26	0,891	230,7	3
110	66,35	0,12	1,000	230,7	3
Note:					
The measurements were conducted around the nominal voltage.					

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)					
PGU active power [%P _n]	Under-excited				
	P _{1,60,ind} [kW]	Q _{1,60,ind} [kvar]	cosφ _{60,ind}	U _{+,60,ind} [V]	Number of data sets
1...5	1,86	43,89	0,042	277,1	3
10	6,42	43,89	0,144	277,1	3
20	13,00	43,91	0,284	277,2	3
30	19,57	43,92	0,407	277,2	3
40	26,14	43,93	0,511	277,3	3
50	32,71	43,93	0,597	277,3	3
60	39,28	43,94	0,666	277,4	3
70	45,85	43,96	0,722	277,4	3
80	52,44	43,98	0,766	277,5	3
90	58,11	44,00	0,797	277,5	3
100	64,49	32,54	0,893	277,5	3
110	72,49	0,11	1,000	277,6	3
PGU active power [%P _n]	Over-excited				
	P _{1,60,cap} [kW]	Q _{1,60,cap} [kvar]	cosφ _{60,cap}	U _{+,60,cap} [V]	Number of data sets
1...5	1,97	-43,80	0,045	277,2	3
10	6,53	-43,79	0,147	277,3	3
20	13,10	-43,78	0,287	277,3	3
30	19,67	-43,77	0,410	277,4	3
40	26,25	-43,76	0,514	277,4	3
50	32,82	-43,75	0,600	277,5	3
60	39,38	-43,73	0,669	277,5	3
70	45,96	-43,73	0,724	277,6	3
80	52,54	-43,74	0,768	277,6	3
90	58,21	-43,76	0,799	277,6	3
100	65,05	-32,52	0,894	277,7	3
110	72,49	0,11	1,000	277,6	3
Note: The measurements were conducted around the nominal voltage.					

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Note:

The setpoint was set by the “*Data Collector Web*” using the RS485-interface.

The reactive power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor $P_{\text{max,notmeasured}} / P_{\text{max, SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}}$).

The reactive power results of the SUN2000-65KTL-M0 can be applied to the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) scaled (by the factor $P_{\text{max,notmeasured}} / P_{\text{max, SUN2000-65KTL-M0}}$).

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

P(Q) curve (measured, Figure 6)

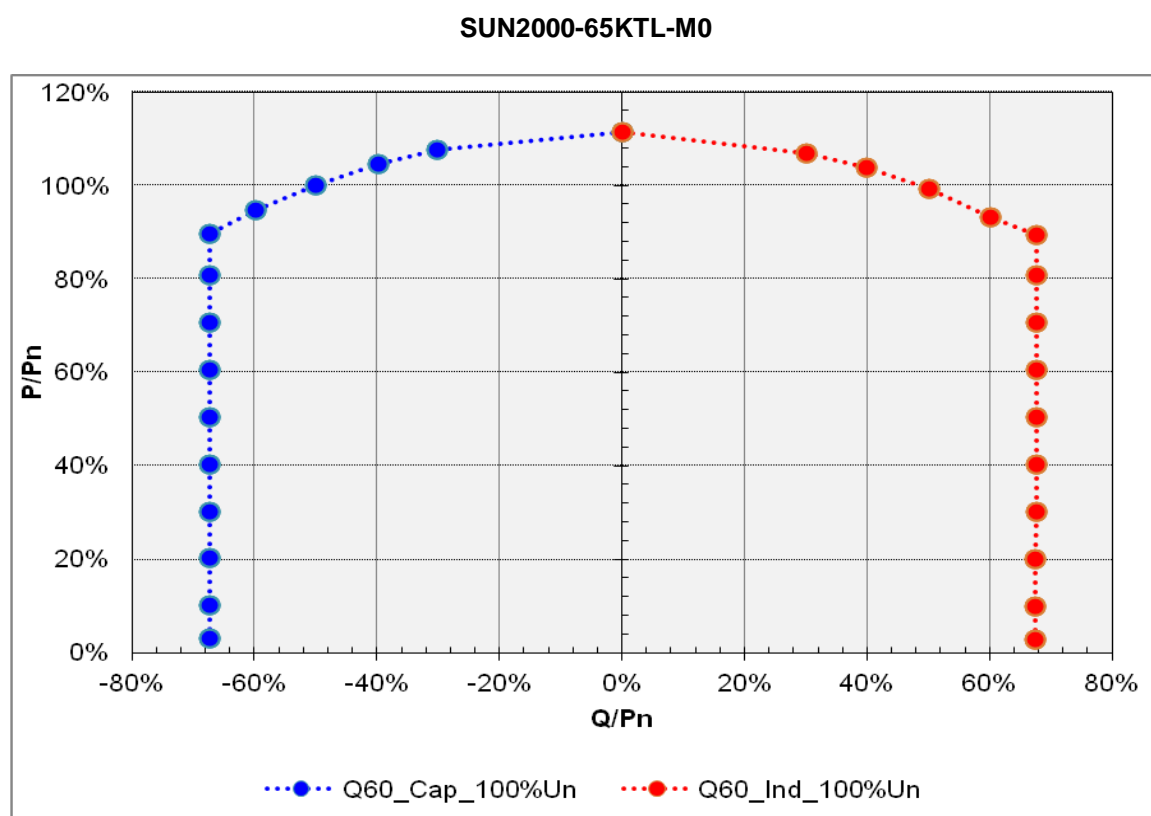
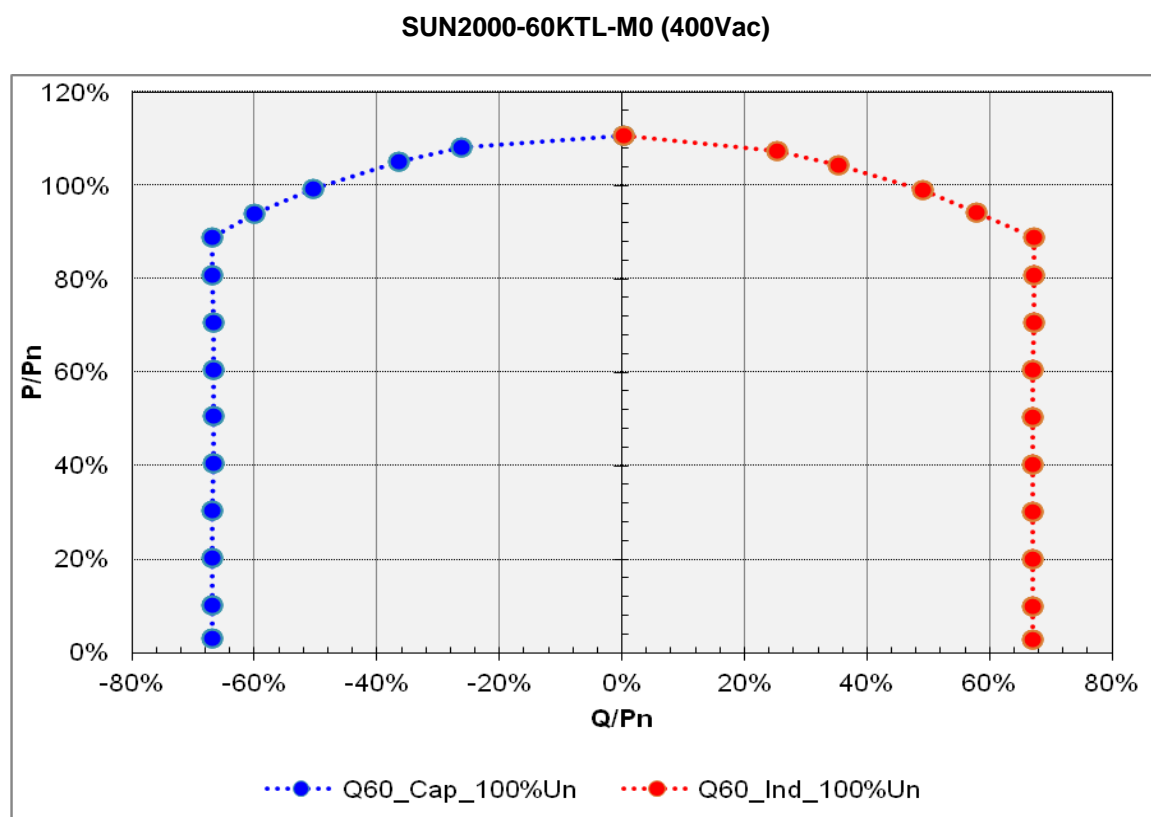


Figure 6 – P(Q)-characteristic

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Settable parameters (*Manufacturer's data*)

Q set-point parameter name	Reactive power
Q set-point parameter dimension	kvar
Q set-point parameter range	$-0,6 \cdot P_{\max} - +0,6 \cdot P_{\max}^*$
Q set-point parameter step size	0,001
Q set-point parameter default value	0

cosφ set-point parameter name	Power factor
cosφ set-point parameter dimension	0,001
cosφ set-point parameter range	$(-1,000) - (-0,800) , (0,800) - (1,000)^*$
cosφ set-point parameter step size	0,001
cosφ set-point parameter default value	1,000

Note:

* for Q and cosφ set-point parameters the following apply:

- negative sign = inductive = underexcited
- positive sign = capacitive = overexcited

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

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 and active power (the units provide 10% P_n overload capacity, i.e. $P_{max} = 110\%P_n$).

The reactive power is prioritised versus the active power.

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

At overvoltage the apparent current and 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 15% U_n through 140% U_n .

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

The value of P_{limilt} will then be the new active power limitation which will not be exceeded during operation of the PGU, while P_{maxref} will be the new reference for the P set-point control. Any signal for a setpoint of 100% P_{maxref} , by the ripple control receiver or other P-parameter setpoint, used in TG 3 – 4.1.2 e.g., 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 P_{maxref} -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 (400Vac)	95,3	66 / 66
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)	79,4	66 / 66
SUN2000-65KTL-M0	86,7	72 / 72

This leads to the following operating points (regarding the maximum available active power):

SUN2000-50KTL-M0

	$U / U_n = 0,90$	$U / U_n = 0,95$	$U / U_n = 1,00$	$U / U_n = 1,05$	$U / U_n = 1,10$
$\cos\phi = 0,95$	P = 47,0 kW Q = 15,5 kvar	P = 49,6 kW Q = 16,3 kvar	P = 52,3 kW Q = 17,2 kvar	P = 52,3 kW Q = 17,2 kvar	P = 52,3 kW Q = 17,2 kvar

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)

	$U / U_n = 0,90$	$U / U_n = 0,95$	$U / U_n = 1,00$	$U / U_n = 1,05$	$U / U_n = 1,10$
$\cos\phi = 0,95$	P = 56,5 kW Q = 18,6 kvar	P = 59,6 kW Q = 19,6 kvar	P = 62,7 kW Q = 20,6 kvar	P = 62,7 kW Q = 20,6 kvar	P = 62,7 kW Q = 20,6 kvar

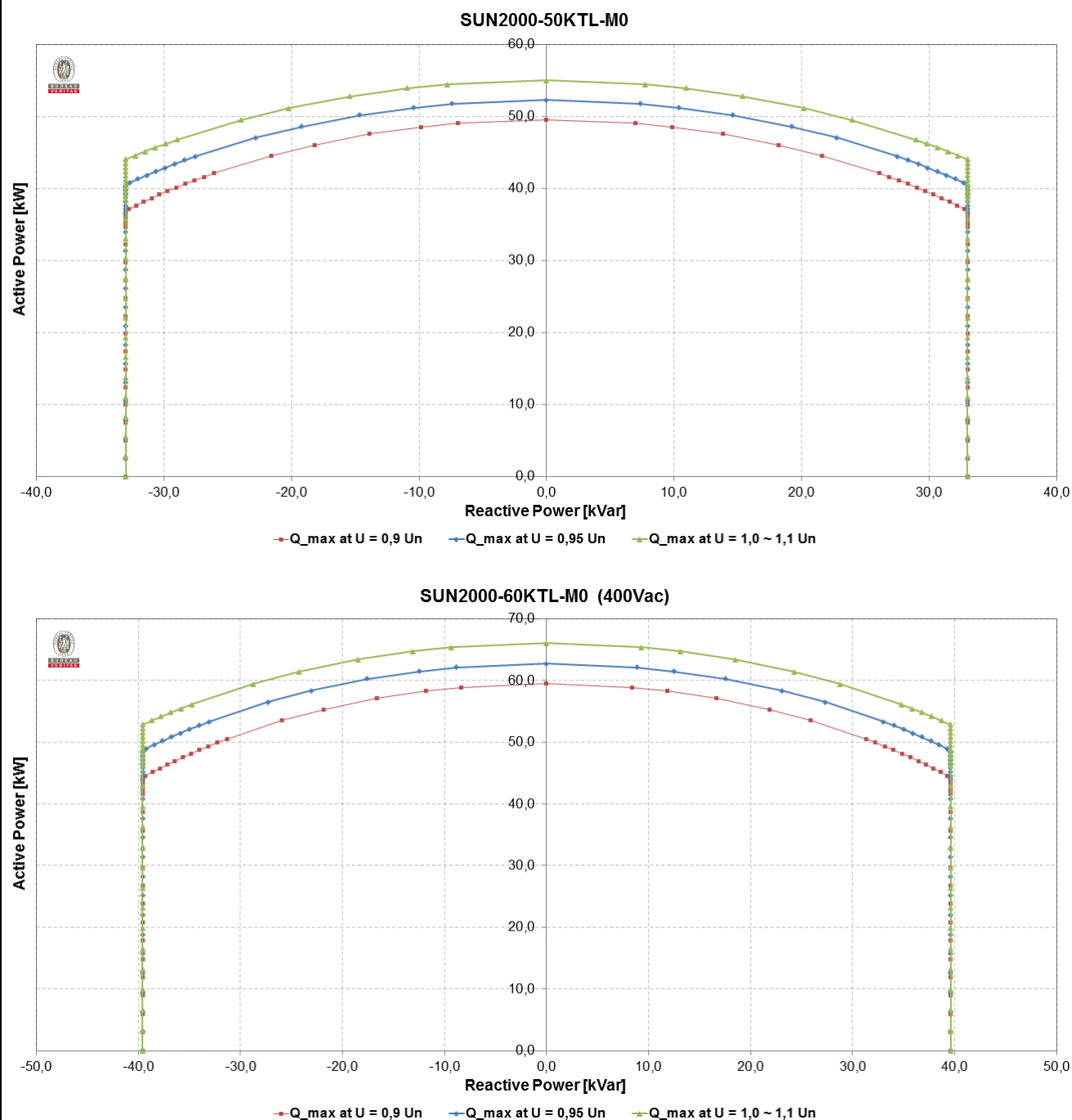
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)

	$U / U_n = 0,90$	$U / U_n = 0,95$	$U / U_n = 1,00$	$U / U_n = 1,05$	$U / U_n = 1,10$
$\cos\phi = 0,95$	P = 56,4 kW Q = 18,6 kvar	P = 59,6 kW Q = 19,6 kvar	P = 62,7 kW Q = 20,6 kvar	P = 62,7 kW Q = 20,6 kvar	P = 62,7 kW Q = 20,6 kvar

SUN2000-65KTL-M0

	$U / U_n = 0,90$	$U / U_n = 0,95$	$U / U_n = 1,00$	$U / U_n = 1,05$	$U / U_n = 1,10$
$\cos\phi = 0,95$	P = 61,6 kW Q = 20,3 kvar	P = 65,1 kW Q = 21,4 kvar	P = 68,4 kW Q = 22,5 kvar	P = 68,4 kW Q = 22,5 kvar	P = 68,4 kW Q = 22,5 kvar

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)



Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

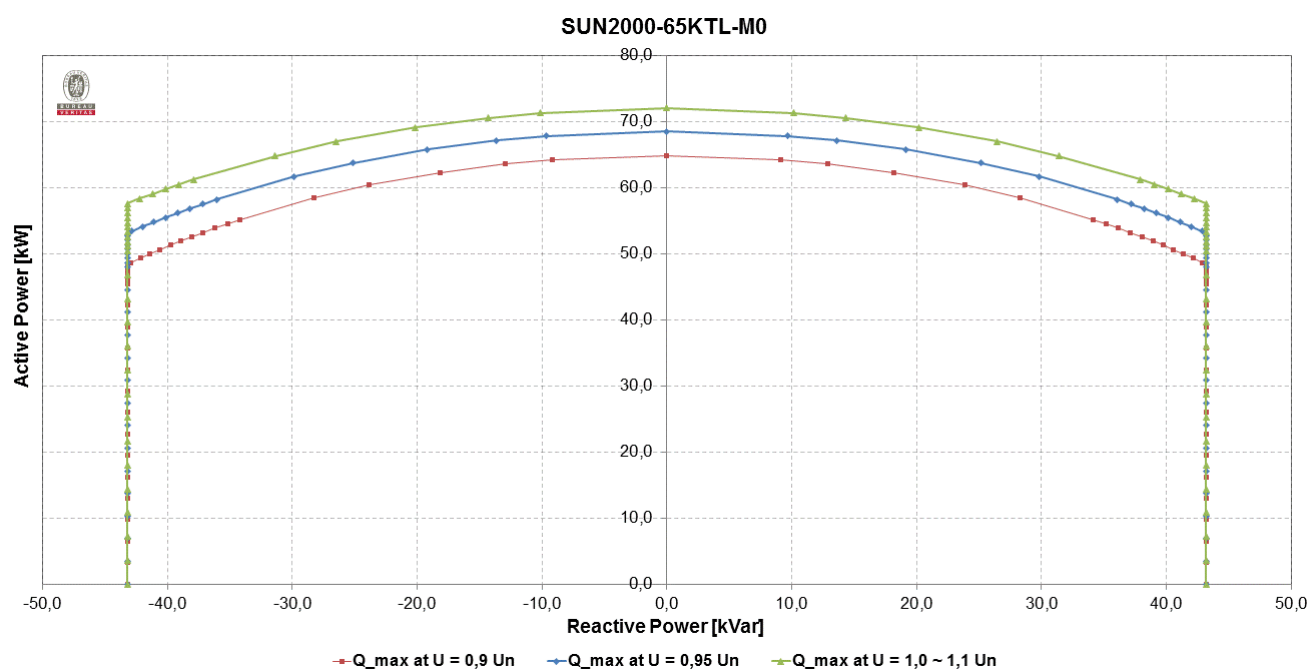
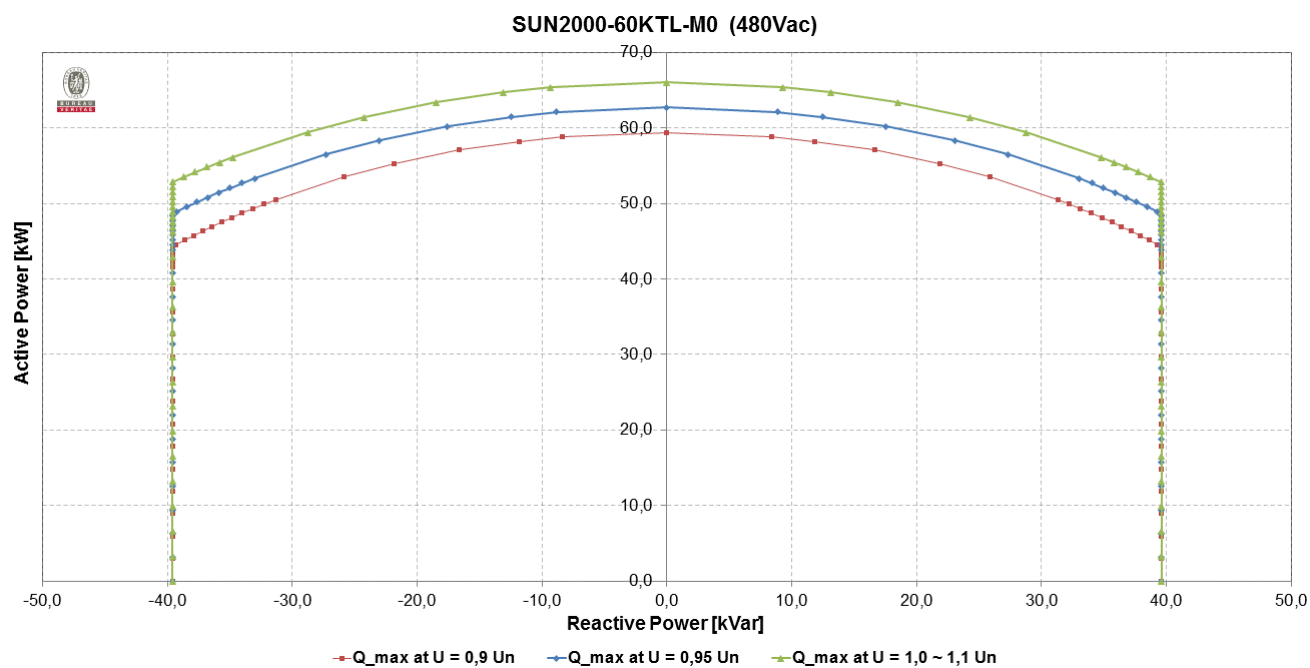


Figure 7 – Scheme of the reactive power provision dependencies

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)**TG 3 – 4.2.3 Measurement of single operating points of the voltage
dependend PQ-Characteristic****Not rated****Note:**

This test is currently not required by FGW TG8 and therefore optional, test is skipped. Any information about the voltage dependend PQ-Characteristic can be found in “Description of the reactive power provision within the voltage corridor” (see p. 28)

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
TG 3 – 4.2.4 Reactive power setpoint control
Pass

Note:

The reactive power control is based on Q. (*Manufacturer's data*)

a) Determine the setpoint accuracy
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)
Q-setpoint

Q step levels	Q _{set} [kvar]	Q _{1,60} [kvar]	Q _{1,60} – Q _{set} [kvar]	cosφ ₆₀ [-]	U _{+,60} [V]	P _{1,60} [kW]
Q ₀	0,00	0,10	0,10	1,000	230,3	30,54
+Q _{max} (at P=50%P _n)	39,60	39,97	0,37	0,601	230,2	30,07
-Q _{max} (at P=50%P _n)	-39,60	-39,75	-0,12	0,604	230,4	30,14

		Setpoint Q [kvar]	Deviation Q [%P _n]
Max. deviation	positive	39,60 (+Q _{max})	0,62
	negative	-39,60 (-Q _{max})	-0,20

cosφ-setpoint

cosφ step levels	cosφ _{set} [-]	corresponding Q _{set} [kvar]	cosφ ₆₀ [-]	Q _{1,60} [kvar]	cosφ ₆₀ – cosφ _{set} [-]	Q _{1,60} – Q _{set} [kvar]	U _{+,60} [V]	P _{1,60} [kW]
cosφ ₁	1,000	0,00	1,000	0,08	0,000	0,08	230,2	30,65
COSφ _{max(ind)} (at P=50%P _n)	0,800	22,83	0,798	22,97	0,002	0,14	230,2	30,44
COSφ _{max(cap)} (at P=50%P _n)	0,800	-22,83	0,800	-22,83	0,000	0,01	230,3	30,45

		Setpoint cosφ [-]	Deviation cosφ [%P _n]	Deviation Q [%P _n]
Max. deviation	positive	COSφ _{max(ind)}	0,002	0,23
	negative	-	-	-

Note:

The measurements were conducted around 50%P_n.

The setpoint was set by the "Data Collector Web" using the RS485-interface.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)

Q-setpoint

Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	0,00	0,10	0,10	1,000	277,2	30,65
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	39,60	39,83	0,23	0,605	277,3	30,24
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-39,60	-39,62	-0,02	0,607	277,2	30,25

		Setpoint Q [kvar]	Deviation Q [% P_n]
Max. deviation	positive	39,60 ($+Q_{max}$)	0,38
	negative	-39,60 ($-Q_{max}$)	-0,03

$\cos\phi$ -setpoint

$\cos\phi$ step levels	$\cos\phi_{set}$ [-]	corresponding Q_{set} [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$\cos\phi_{60} - \cos\phi_{set}$ [-]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
$\cos\phi_1$	1,000	0,00	1,000	0,10	0,000	0,10	277,2	30,65
$\cos\phi_{max(ind)}$ (at $P=50\%P_n$)	0,800	22,83	0,797	23,10	0,003	0,27	277,2	30,44
$\cos\phi_{max(cap)}$ (at $P=50\%P_n$)	0,800	-22,83	0,799	-22,92	0,001	-0,08	277,3	30,45

		Setpoint $\cos\phi$ [-]	Deviation $\cos\phi$ [% P_n]	Deviation Q [% P_n]
Max. deviation	positive	$\cos\phi_{max(ind)}$	0,003	0,45
	negative	$\cos\phi_{max(cap)}$	0,001	-0,13

Note:

The measurements were conducted around 50% P_n .

The setpoint was set by the "Data Collector Web" using the RS485-interface.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
b) Determine the response time
SUN2000-50KTL-M0 (FW: V300R001)
Test at P = 50 %P_n
i. Settling time set to 0 s (as fast as possible) *

Q step levels	Q _{set} [kvar]	Q _{1,60} [kvar]	Q _{1,60} – Q _{set} [kvar]	cosφ ₆₀ [-]	U _{+,60} [V]	P _{1,60} [kW]
Q ₀	0,00	0,10	0,10	1,000	230,2	25,28
+Q _{max} (at P=50%P _n)	33,00	33,29	0,29	0,599	230,2	24,92
-Q _{max} (at P=50%P _n)	-33,00	-33,29	-0,10	0,602	230,3	24,98

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
Q ₀ → -Q _{max} (at P=50%P _n)	122,5	123,2	0,7
-Q _{max} (at P=50%P _n) → +Q _{max} (at P=50%P _n)	242,2	243,6	1,4
+Q _{max} (at P=50%P _n) → Q ₀	362,4	363,1	0,7

Maximum settling time [s]: 1,4

ii. Settling time set to 30 s **

Q step levels	Q _{set} [kvar]	Q _{1,60} [kvar]	Q _{1,60} – Q _{set} [kvar]	cosφ ₆₀ [-]	U _{+,60} [V]	P _{1,60} [kW]
Q ₀	0,00	0,10	0,10	1,000	230,3	25,95
+Q _{max} (at P=50%P _n)	33,00	33,29	0,29	0,609	230,2	25,59
-Q _{max} (at P=50%P _n)	-33,00	-33,10	-0,10	0,612	230,3	25,65

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
Q ₀ → -Q _{max} (bei P=50%P _n)	121,6	149,1	27,5
-Q _{max} (bei P=50%P _n) → +Q _{max} (bei P=50%P _n)	271,7	328,8	57,1
+Q _{max} (bei P=50%P _n) → Q ₀	451,7	479,4	27,7

Maximum settling time [s]: 57,1

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)
Test at $P = 50 \% P_n$
i. Settling time set to 0 s (as fast as possible) *

Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	39,60	39,97	0,37	0,601	230,2	30,07
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-39,60	-39,75	-0,12	0,604	230,4	30,14
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-39,60	-39,62	-0,02	0,607	230,2	30,25

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
$Q_0 \rightarrow -Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	121,5	122,4	0,9
$-Q_{max} \rightarrow +Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	241,4	243,1	1,7
$+Q_{max} \rightarrow Q_0$ (at $P=50\%P_n$)	361,2	362,0	0,8

Maximum settling time [s]: 1,7

ii. Settling time set to 30 s **

Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	0,00	0,10	0,10	0,999	230,3	30,64
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	39,60	39,97	0,37	0,601	230,2	30,23
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-39,60	-39,75	-0,15	0,604	230,4	30,25

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
$Q_0 \rightarrow -Q_{max}$ (bei $P=50\%P_n$)	125,6	154,4	28,8
$-Q_{max} \rightarrow +Q_{max}$ (bei $P=50\%P_n$)	275,6	334,6	59,0
$+Q_{max} \rightarrow Q_0$ (bei $P=50\%P_n$)	455,8	484,8	29,0

Maximum settling time [s]: 59,0

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)
Test at $P = 50 \% P_n$
i. Settling time set to 0 s (as fast as possible) *

Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	0,00	0,10	0,10	1,000	277,2	30,65
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	39,60	39,83	0,23	0,605	277,3	30,24
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-39,60	-39,62	-0,02	0,607	277,2	30,25

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
$Q_0 \rightarrow -Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	123,8	124,4	0,6
$-Q_{max} \rightarrow +Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	243,6	244,8	1,2
$+Q_{max} \rightarrow Q_0$ (at $P=50\%P_n$)	361,2	362,0	0,8

Maximum settling time [s]: 1,2

ii. Settling time set to 30 s **

Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	0,00	0,10	0,10	0,999	277,2	30,64
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	39,60	39,83	0,23	0,605	277,2	30,23
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-39,60	-39,62	-0,02	0,607	277,3	30,25

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
$Q_0 \rightarrow -Q_{max}$ (bei $P=50\%P_n$)	122,2	150,5	28,3
$-Q_{max} \rightarrow +Q_{max}$ (bei $P=50\%P_n$)	272,0	330,9	58,9
$+Q_{max} \rightarrow Q_0$ (bei $P=50\%P_n$)	452,2	480,7	28,5

Maximum settling time [s]: 58,9

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)
Test at $P = 50 \% P_n$
i. Settling time set to 0 s (as fast as possible) *

Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	0,00	0,10	0,10	1,000	277,3	32,66
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	42,90	43,47	0,57	0,595	277,2	32,15
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-42,90	-43,24	-0,34	0,597	277,3	32,19

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
$Q_0 \rightarrow -Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	121,3	122,2	0,9
$-Q_{max} \rightarrow +Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	241,1	242,7	1,6
$+Q_{max} \rightarrow Q_0$ (at $P=50\%P_n$)	361,2	361,9	0,7

Maximum settling time [s]: 1,6

ii. Settling time set to 30 s **

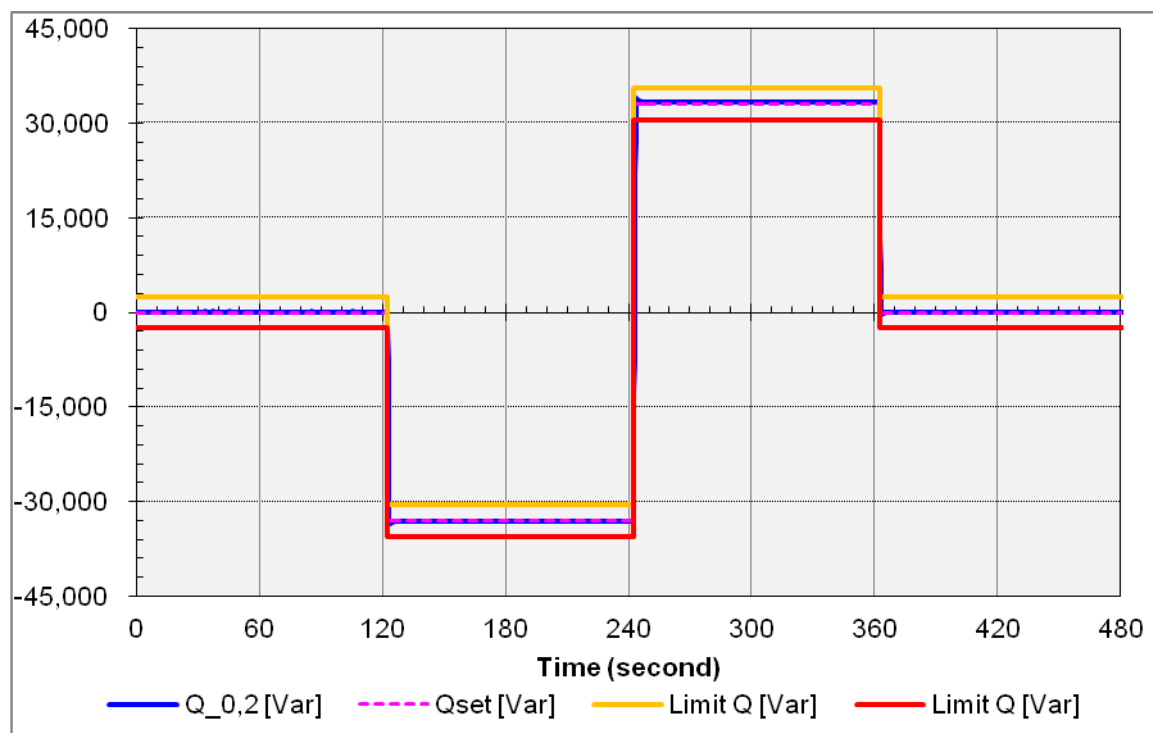
Q step levels	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$Q_{1,60} - Q_{set}$ [kvar]	$\cos\phi_{60}$ [-]	$U_{+,60}$ [V]	$P_{1,60}$ [kW]
Q_0	0,00	0,10	0,10	0,999	277,3	32,66
$+Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	42,90	43,47	0,57	0,595	277,2	32,16
$-Q_{max}$ (at $P=50\%P_n$)	-42,90	-43,24	-0,34	0,597	277,3	32,20

Q step levels	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]
$Q_0 \rightarrow -Q_{max}$ (bei $P=50\%P_n$)	121,9	149,7	27,8
$-Q_{max} \rightarrow +Q_{max}$ (bei $P=50\%P_n$)	272,0	330,0	58,0
$+Q_{max} \rightarrow Q_0$ (bei $P=50\%P_n$)	452,4	480,7	28,3

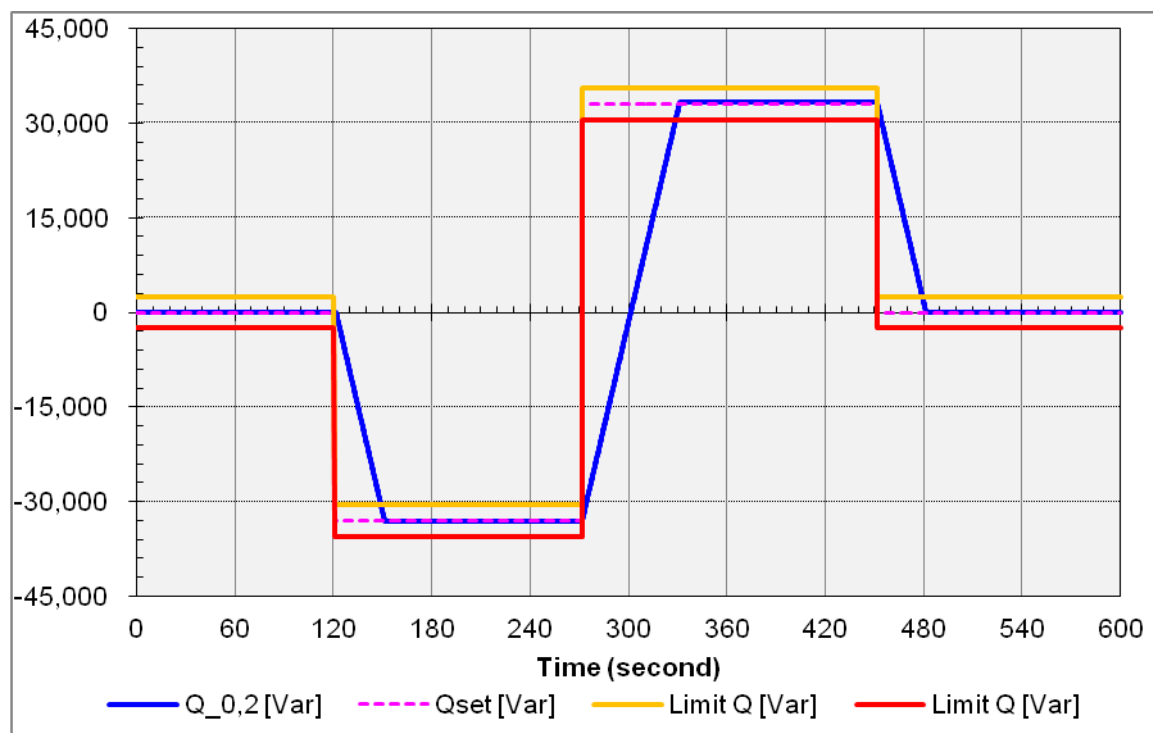
Maximum settling time [s]: 58,0

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Transient curve (maximum reactive power difference, measured, Figure 8, Figure 9, Figure 10, Figure 11, Figure 12, Figure 13, Figure 14 and Figure 15)



**Figure 8 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (fast, 0 s)
- SUN2000-50KTL-M0**



**Figure 9 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (30 s)
- SUN2000-50KTL-M0**

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

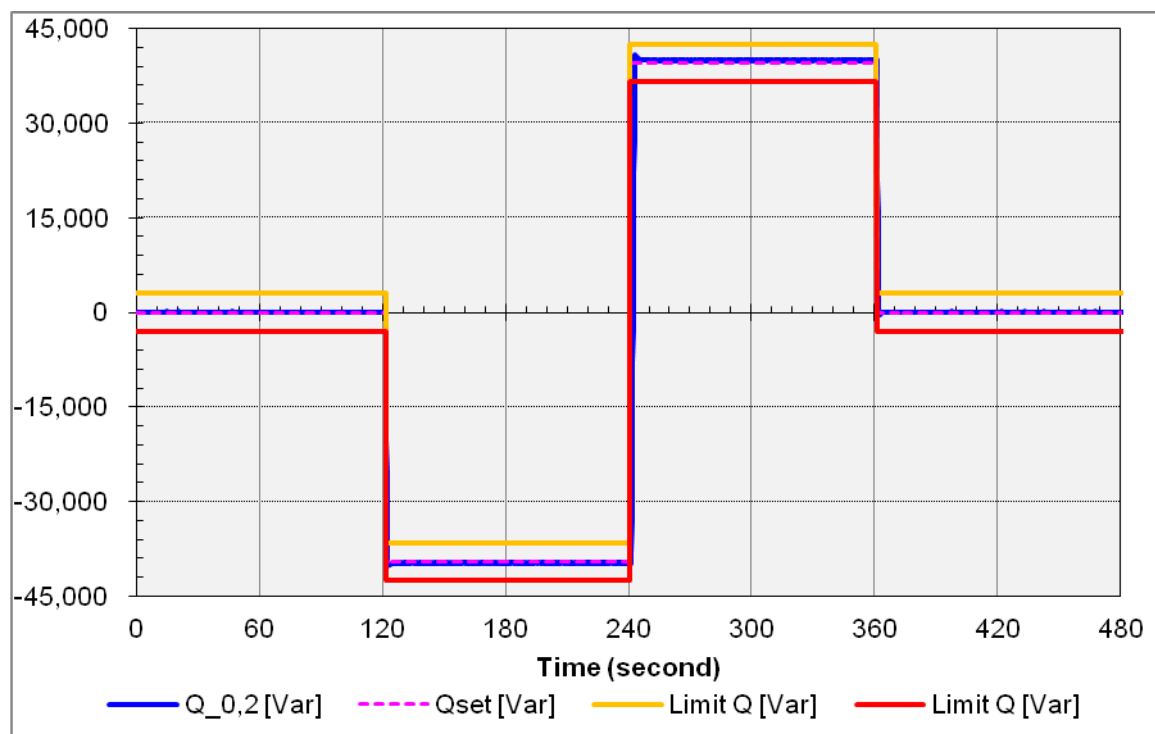


Figure 10 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (fast, 0 s)
- SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)

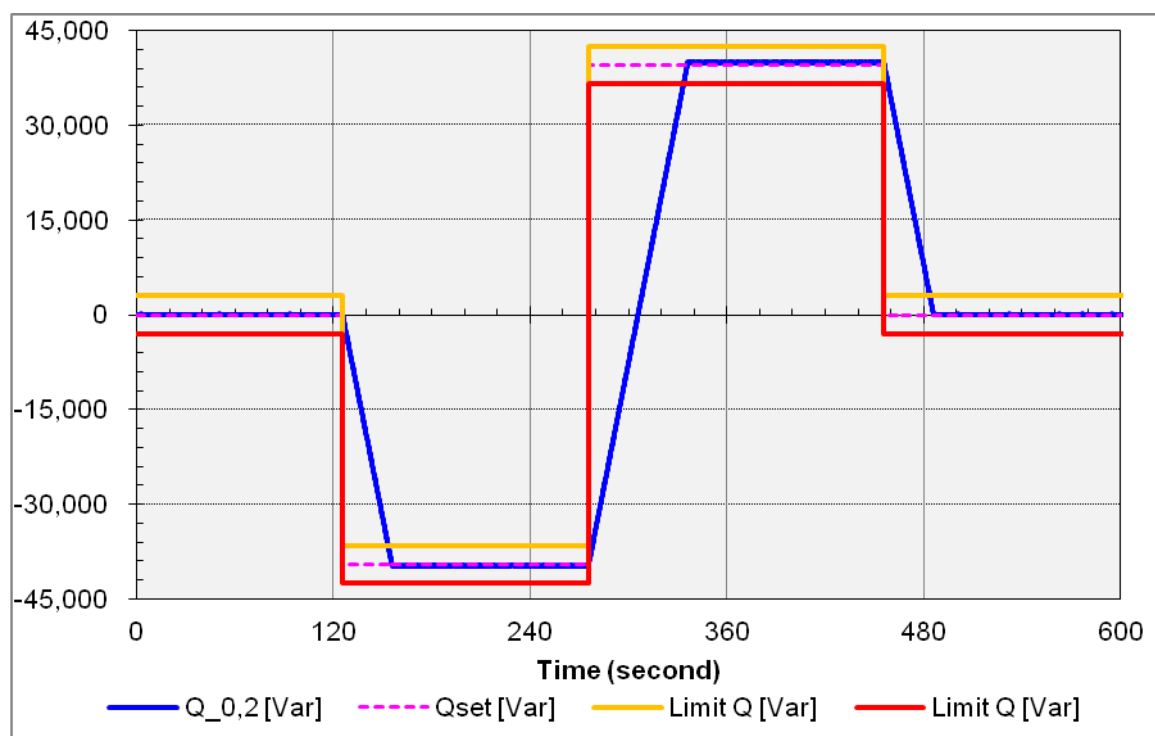


Figure 11 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (30 s)
- SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

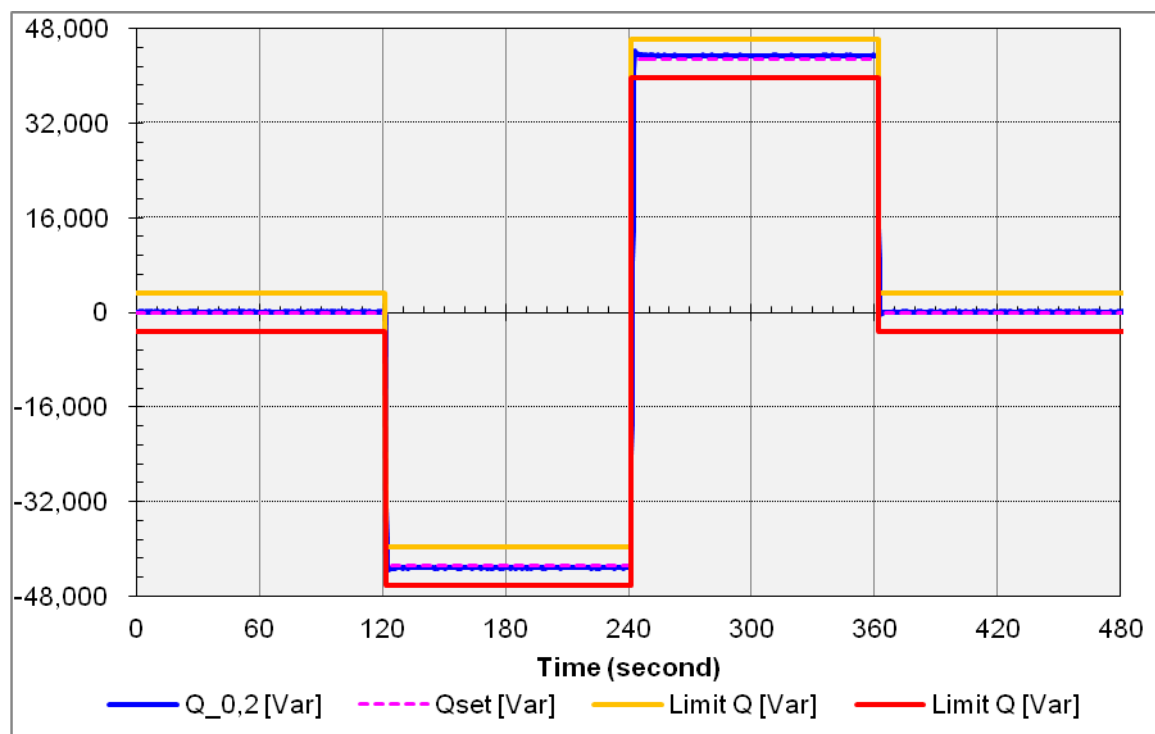


Figure 12 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (fast, 0 s)
- SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)

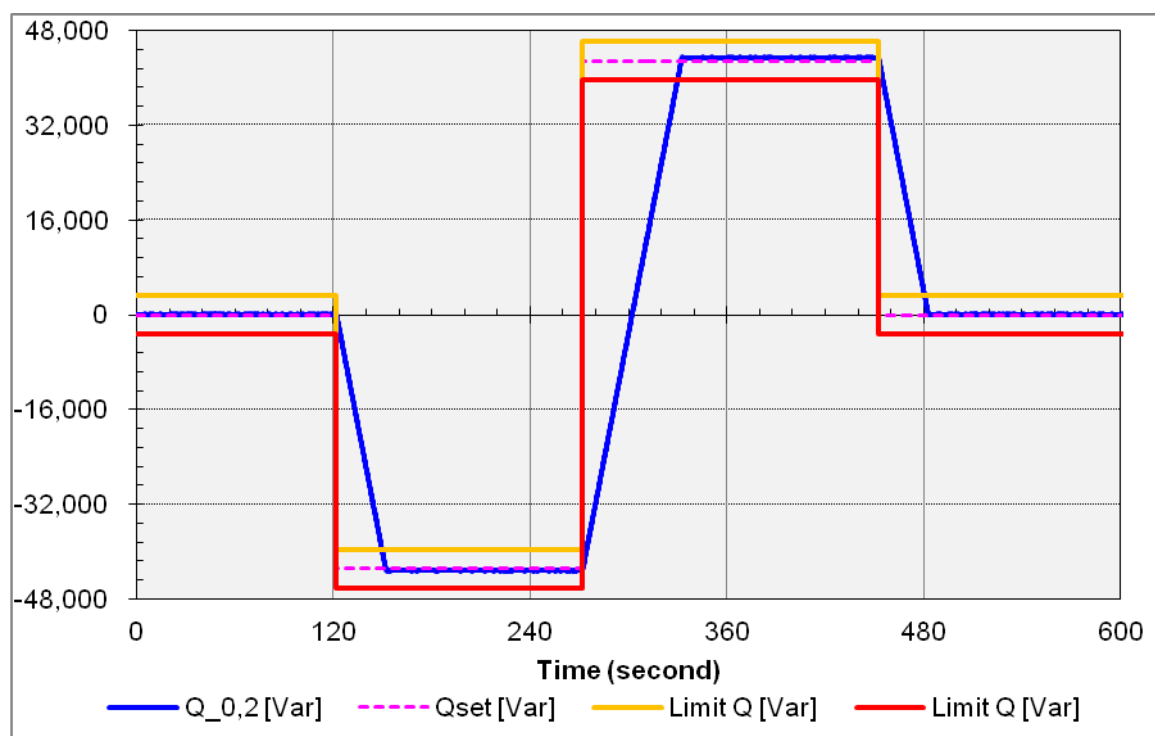


Figure 13 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (30 s)
- SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

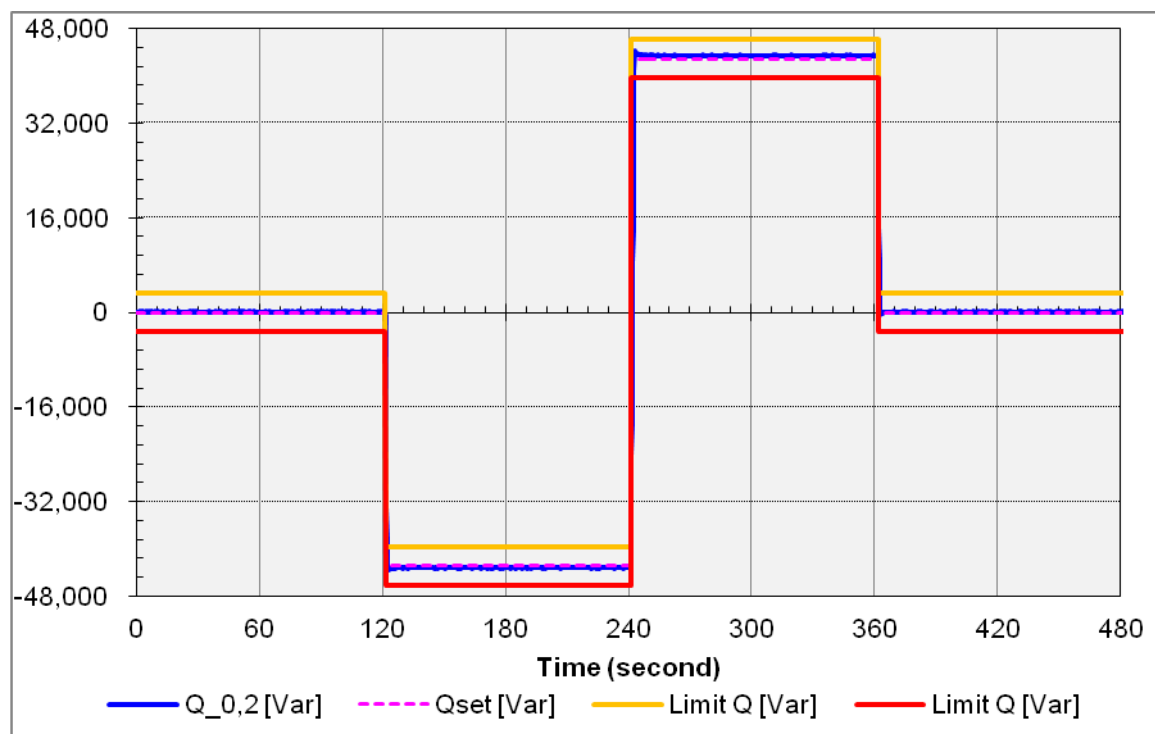


Figure 14 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (fast, 0 s)
- SUN2000-65KTL-M0

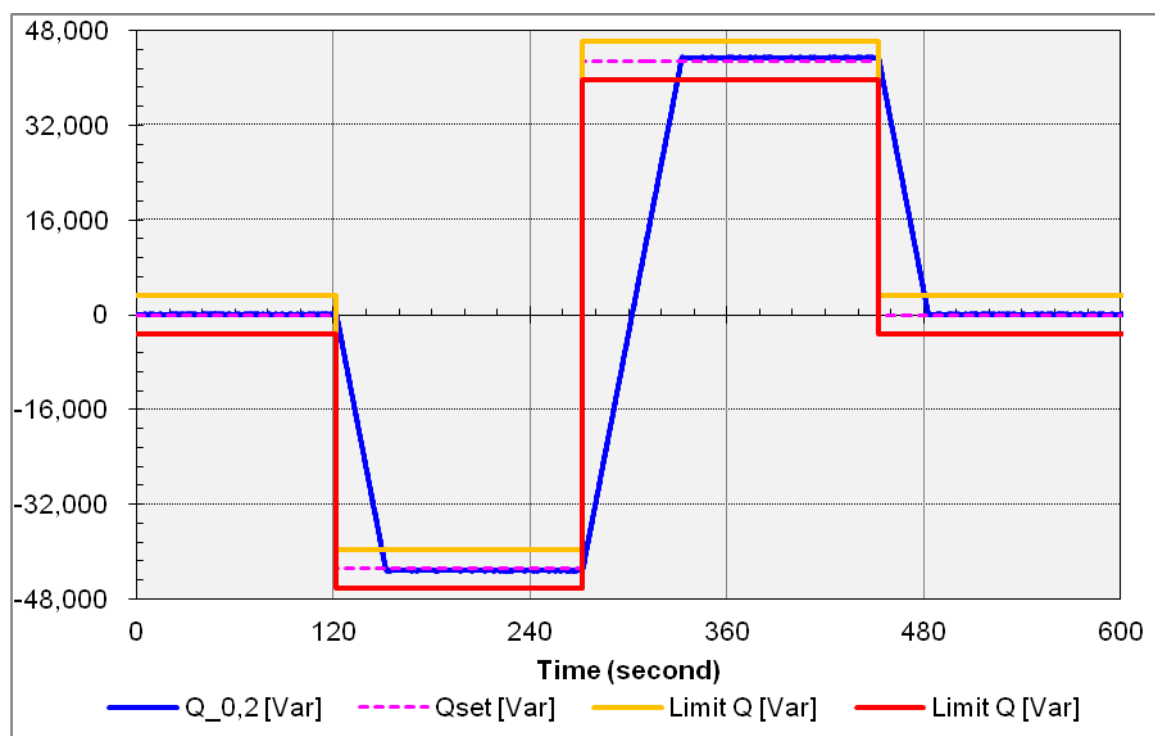


Figure 15 – Transient curve for reactive power setpoint at operating point $P = 50\%P_n$ (30 s)
- SUN2000-65KTL-M0

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Settable parameters (*Manufacturer's data*)

Settling time parameter name	Reactive power change gradient
Settling time parameter dimension	%/s (base $Q_{\max} = 0,6 \cdot P_{\max}$)
Settling time parameter range	(0,100-1000,000)
Settling time parameter step size	0,001
Time constant parameter set value for fast settling time (test value)	125 *
Time constant parameter set value for long (30 s) settling time (test value)	3,333 **

Note:

* The time constant parameter of Q setpoint control can be set between $0,100 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$ and $1000 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$, i.e. the Q setpoint can be changed from 0 to $100\% Q_{\max}$ in 0,1 s to 1000 s. During the testing for fast settling time the time constant parameter was set to $125\% Q_{\max} \text{ /s}$ (corresponding to 0,8 s for a Q setpoint change from 0 to $100\% Q_{\max}$). This test shows the quick response behaviour of the unit in case of setpoint change. According to manufacture, within the whole settling time range a correct dynamic behaviour of the units can be guaranteed.

** The time constant parameter of Q setpoint control can be set between $0,100 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$ and $1000 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$, i.e. the Q setpoint can be changed from 0 to $100\% Q_{\max}$ in 0,1 s to 1000 s. During the testing for long settling time the time constant parameter was set to 60 s for a Q setpoint change from $-100\% Q_{\max}$ to $+100\% Q_{\max}$, this is equivalent to Q setpoint change from 0 to $100\% Q_{\max}$ in 30 s.

The setpoint was set by the "Data Collector Web" using the RS485-interface.

The reactive power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 scaled (by the factor $P_{\max, \text{notmeasured}} / P_{\max, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}}$).

The reactive power results of the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) can be applied to the SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $P_{\max, \text{notmeasured}} / P_{\max, \text{SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)}}$).

The displacement factor results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 directly.

The displacement factor results of the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) can be applied to the SUN2000-65KTL-M0 directly.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.2.5 Voltage control Q(U)					Pass	
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)						
Fast settling time (0 s *)						
Voltage step	U _{set} * [V]	U _{200ms} * [V]	Q _{set} [kvar]	Q _{1,200ms} [kvar]	P _{1, 200ms} [kW]	Cosφ _{1, 200ms} [-]
1. Step 100%U _n	230,0	230,3	1,03	0,14	66,60	0,999
2. Step 96%U _n	220,8	220,8	-31,68	-32,96	55,89	0,861
3. Step 104%U _n	239,2	239,2	31,68	30,47	58,72	0,888
4. Step 96%U _n	220,8	220,8	-31,68	-32,96	55,90	0,861
5. Step 100%U _n	230,0	230,3	1,03	0,12	66,60	0,999
Voltage step	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]		ΔQ/Δt [kvar/s]	
1. Step → 2. step	122,9	123,6	0,7		-42,08	
2. Step → 3. step	240,9	241,8	0,9		67,11	
3. Step → 4. step	360,3	361,3	1,0		-60,40	
4. Step → 5. step	480,9	481,7	0,8		38,85	
Maximum measured settling time [s]:		1,0				
Fast settling time (60 s **)						
Voltage step	U _{set} * [V]	U _{200ms} * [V]	Q _{set} [kvar]	Q _{1,200ms} [kvar]	P _{1, 200ms} [kW]	Cosφ _{1, 200ms} [-]
1. Step 100%U _n	230,0	230,3	1,03	0,13	66,60	0,999
2. Step 96%U _n	220,8	220,8	-31,68	-32,97	61,21	0,861
3. Step 104%U _n	239,2	239,2	31,68	30,46	58,73	0,888
4. Step 96%U _n	220,8	220,8	-31,68	-32,98	55,88	0,861
5. Step 100%U _n	230,0	230,3	1,03	0,12	66,60	0,999
Voltage step	Moment of set point change [s]	Moment of settling around set point [s]	Time difference [s]		ΔQ/Δt [kvar/s]	
1. Step → 2. step	121,0	173,4	52,4		-0,55	
2. Step → 3. step	301,2	359,4	58,2		1,06	
3. Step → 4. step	480,3	536,5	56,2		-1,06	
4. Step → 5. step	660,8	715,5	54,7		0,55	
Maximum measured settling time [s]:		58,2				
Note:						
* The measured phase-to-neutral voltage is the average value of all three phases.						
The voltage control function is based on the control of average value of phase-to-neutral voltages (for SUN2000-50KTL-M0 and SUN2000-60KTL-M0) or average value of phase-to-phase voltages (for SUN2000-65KTL-M0)						

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Transient curve (maximum reactive power difference, measured, Figure 16 and Figure 17)

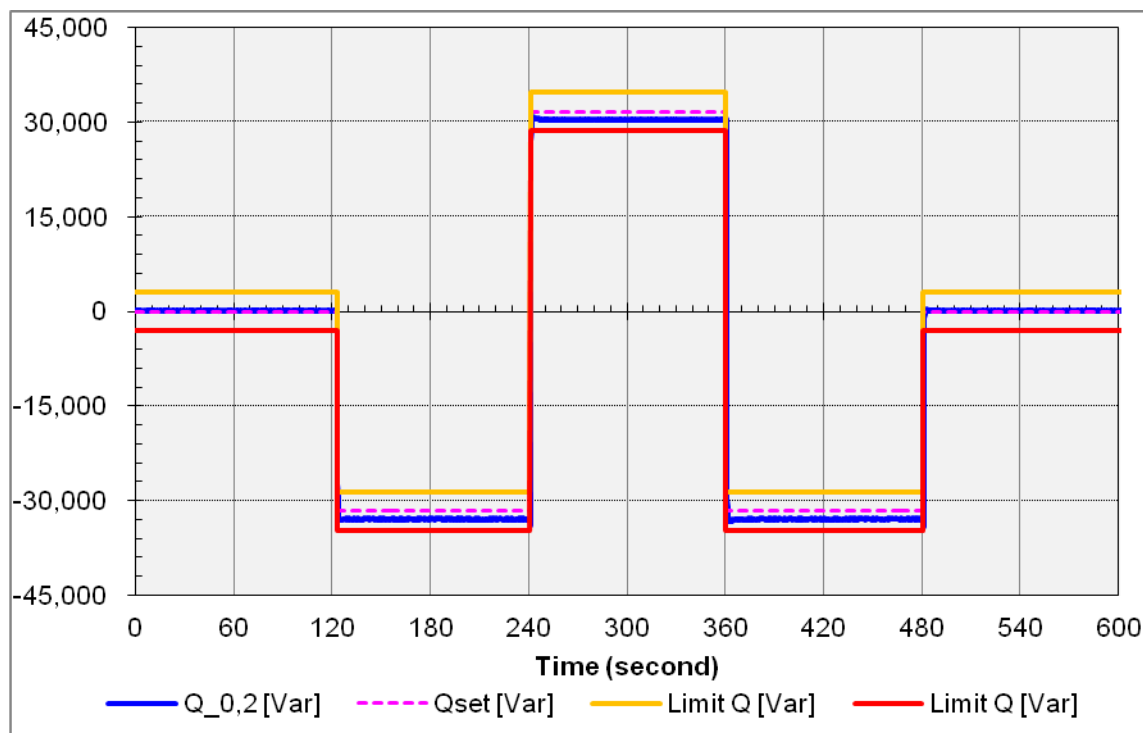


Figure 16 – Transient curve for Q(U)-function (fast, 0 s)

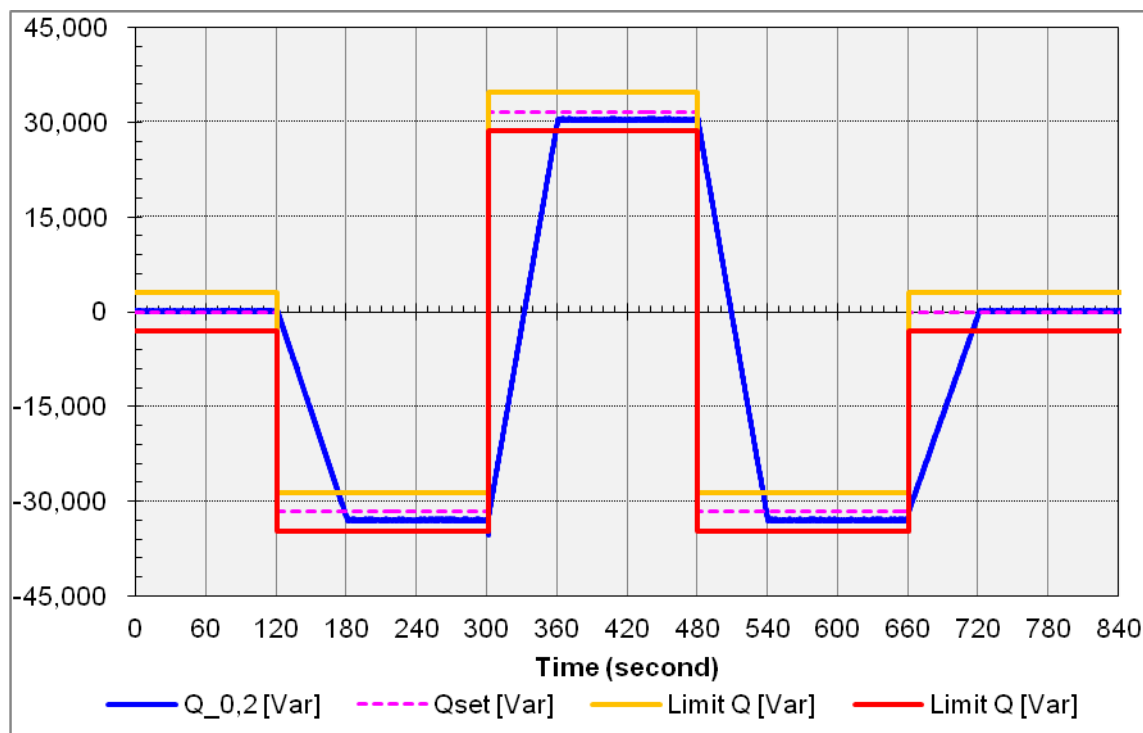


Figure 17 – Transient curve for Q(U)-function (60 s)

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Settable parameters (Manufacturer's data)

Settling time parameter name	Reactive power change gradient
Settling time parameter dimension	%/s (base $Q_{\max} = 0,6 \cdot P_{\max}$)
Settling time parameter range	(0,100-1000,000)
Settling time parameter step size	0,001
Settling time parameter set value for fast settling time (test value)	125 *
Settling time parameter set value for long (60 s) settling time (test value)	1,667 / 3,333 **
Settling time parameter default value	125

Note:

* The time constant parameter of Q setpoint control can be set between $0,100 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$ and $1000 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$, i.e. the Q setpoint can be changed from 0 to $100\%Q_{\max}$ in 0,1 s to 1000 s. During the testing for fast settling time the time constant parameter was set to $125\%Q_{\max}$ (corresponding to 0,8 s for a Q setpoint change from 0 to $100\%Q_{\max}$). This test shows the quick response behaviour of the unit in case of setpoint change. According to manufacture, within the whole settling time range a correct dynamic behaviour of the units can be guaranteed.

** During the testing the time constant parameter was set to:

- 60 s ($1,667 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$) for the voltage step 1. Step → 2. Step and 4. Step → 5. step.
- 30 s ($3,333 \cdot Q_{\max} \text{ %/s}$) for the voltage step 2. Step → 3. Step and 3. Step → 4. Step.

to keep the all Q setpoint changes in about 60 s.

Q(U)-characteristic curve (applied, Figure 18)

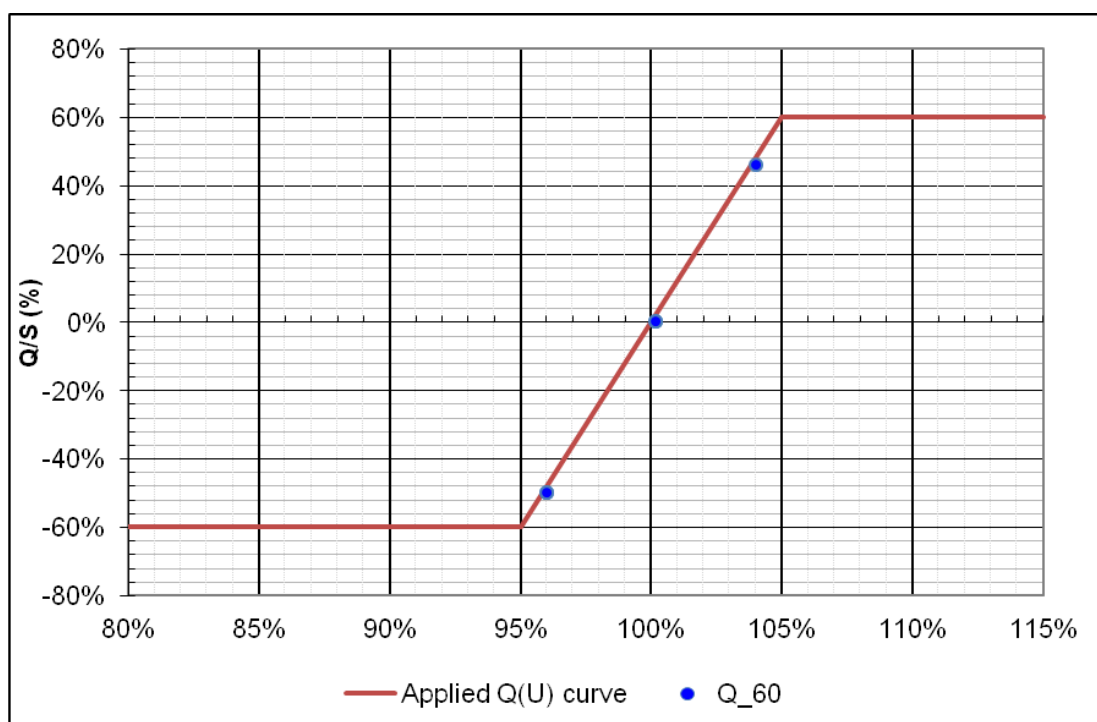


Figure 18 – Applied curve for Q(U)-function

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Q(U)-parameters	
Usage of Q(U) function	Set parameter <i>Reactive power control</i> to <i>Enable</i> and set <i>Reactive power control mode</i> to <i>Q-U characteristic curve</i> :
Q(U)-parameter name	Characteristic curve points U/Un(%) Q/s
Q(U)-parameter dimension	- % (base U _n) %/s (base Q _{max} = 0,6·P _{max})
Q(U)-parameter range	0 – 10 80,0 – 115,0 -0,600 – 0,600 *
Q(U)-parameter step size	1 0,1 0,001
Q(U)-parameter set value (test value)	2 95,0 / 105,0 0,600 / -0,600
Q(U)-parameter default value	2 98,0 / 106,0 -0,310 / 0,310
<p>Note:</p> <p>* for Q set-point parameters the following apply:</p> <ul style="list-style-type: none"> negative sign = inductive = underexcited positive sign = capacitive = overexcited <p>The reactive power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $P_{\text{max,notmeasured}} / P_{\text{max, SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}}$).</p> <p>The settling time results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly since the time constant parameter is defined as Q_{max}%/s.</p>	

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.2.6 $\cos\phi(P)$ -Transition function					Pass
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)					
Power step	$P_{1,60}$ [kW]	Q_{set} [kvar]	$Q_{1,60}$ [kvar]	$\cos\phi_{set}$	$\cos\phi_{1,60}$
1. Step 50% P_n	30,03	0,05	0,08	1,000	0,999
Settling time [s]	4,5				
2. Step 100% P_n	59,50	28,82	29,14	0,900	0,898
Settling time [s]	3,7				
3. Step 15% P_n	8,95	0,00	0,09	1,000	0,999
Settling time [s]	4,3				
4. Step 100% P_n	59,54	28,82	29,14	0,900	0,898
Settling time [s]	3,6				
5. Step 50% P_n	30,03	0,05	0,08	1,000	0,999
Maximum settling time [s]	4,5				

Note:

The settling time was determined by using a tolerance corridor of $\cos\phi = \pm 0,005$.

Transient curve (maximum $\cos\phi$ difference, measured, Figure 19)

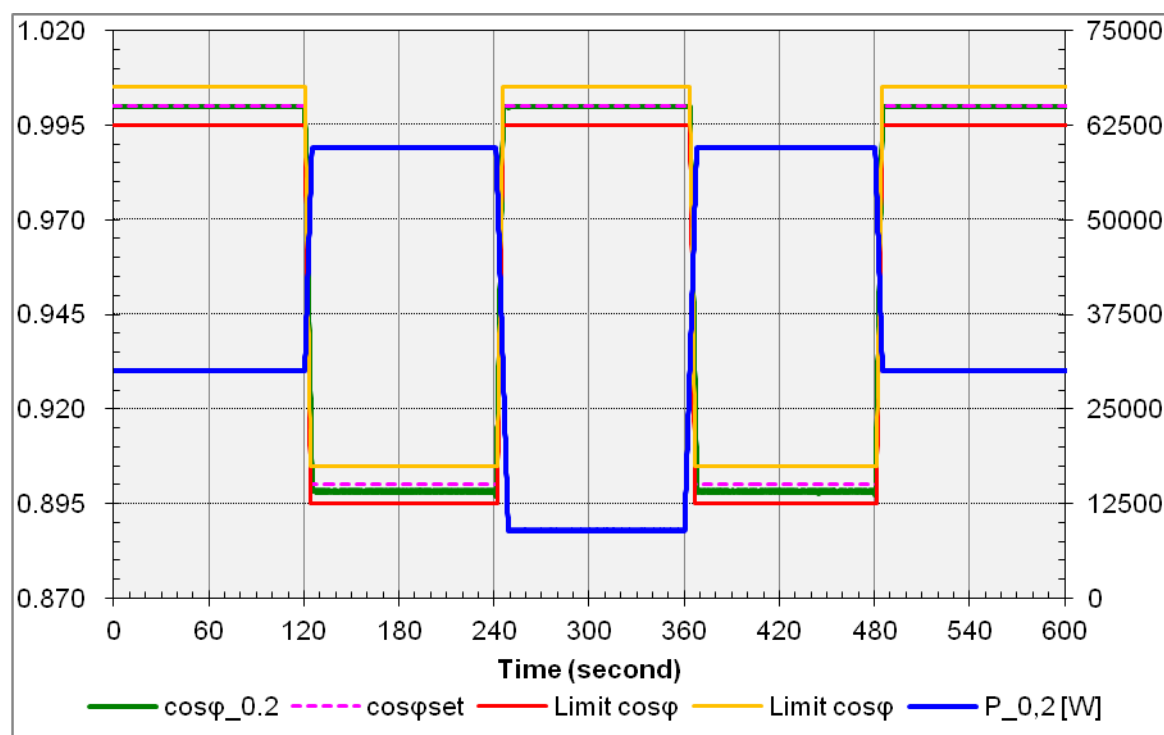


Figure 19 – Transient curve for $\cos\phi(P)$ -function

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Settable parameters (*Manufacturer's data*)

Settling time parameter name	Reactive power change gradient
Settling time parameter dimension	%/s (base $Q_{\max} = 0,6 \cdot P_{\max}$)
Settling time parameter range	(0,100-1000,000)
Settling time parameter step size	0,001
Settling time parameter set value (test value)	125 *

Note:

* During the test the ramp gradient of the P setpoint change was set to $10\%P_{\max}/s$, this led to a response behaviour of $\cos\phi(P)$ control depending on the ramp rate of the P setpoint change. Since all reactive power control modes use the same settling time parameter and this was checked in test 4.2.4 and 4.2.5, the correct dynamic behaviour of the $\cos\phi(P)$ function can be provided.

$\cos\phi(P)$ -characteristic curve (applied, Figure 20)

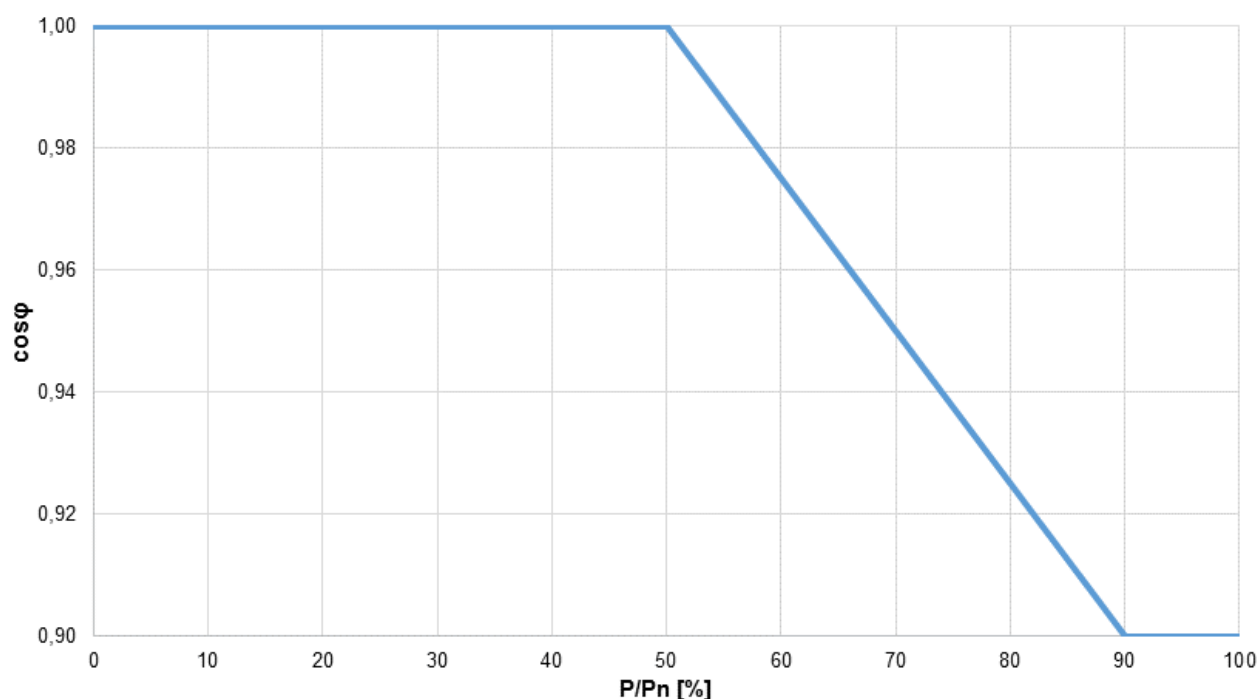


Figure 20 – Applied curve for $\cos\phi(P)$ -function

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

cosφ(P)-parameters	
Usage of cosφ(P) function	Set parameter <i>Reactive power control</i> to <i>Enable</i> and set <i>Reactive power control mode</i> to <i>cos(Phi)-P/Pn characteristic curve</i> :
cosφ(P)-parameter name	Characteristic curve points P/Pn(%) cosφ
cosφ(P)-parameter dimension	- % (base P _n) -
cosφ(P)-parameter range	0 – 10 0,0 – 100,0 (-1,000) – (-0,8000), (0,8000) – (1,000) *
cosφ(P)-parameter step size	1 0,1 0,001
cosφ(P)-parameter set value (test value)	4 0,0 / 50,0 / 90,0 / 100,0 1,000 / 1,000 / -0,900 / -0,900
cosφ(P)-parameter default value	2 20,0 / 80,0 0,950 / -0,950
<p>Note:</p> <p>* for cosφ set-point parameters the following apply:</p> <ul style="list-style-type: none"> negative sign = inductive = underexcited positive sign = capacitive = overexcited <p>The reactive power results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $P_{\max, \text{notmeasured}} / P_{\max, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}}$).</p> <p>The displacement factor results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly.</p> <p>The settling time results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly since the time constant parameter is defined as Q_{max}%/s.</p>	

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.2 Switching operations			Not rated	
Max. number of switching operations, N ₁₀ (Manufacturer's data)	10			
Max. number of switching operations, N ₁₂₀ (Manufacturer's data)	120			
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)				
Type of switching operation	Cut-in at 10%P _n			
Grid impedance angle, ψ _k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor, k _f (ψ _k)	0,35	0,19	0,17	0,14
Voltage change factor, k _U (ψ _k)	0,02	0,03	0,03	0,03
Maximum inrush current factor k _{imax}	0,03			
Type of switching operation	Cut-in at 100%P _n			
Grid impedance angle, ψ _k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor, k _f (ψ _k)	0,35	0,23	0,19	0,18
Voltage change factor, k _U (ψ _k)	1,03	0,97	0,96	0,94
Maximum inrush current factor k _{imax}	0,37			
Type of switching operation	Service disconnection at 100%P _n			
Description of the service disconnection procedure	1. Shutdown the unit using Start/Stop control (used for testing. This represents the worst case inrush current during the whole procedure) 2. Turn off the AC switch between the unit and the power grid 3. Turn off both DC switches			
Grid impedance angle, ψ _k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor, k _f (ψ _k)	0,06	0,04	0,03	0,03
Voltage change factor, k _U (ψ _k)	0,95	0,94	0,94	0,89
Maximum inrush current factor k _{imax}	0,37			
Settable parameters (Manufacturer's data)				
10 min-gradient (see 4.2.4)	deactivated			
Cut-in gradient parameter	not adjustable			
Cut-off gradient parameter	not adjustable			

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
Note:

The flicker step and voltage change factors of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 and SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) scaled (by the factor $S_n, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)} / S_{n, \text{notmeasured}}$).

The flicker step and voltage change factors of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-65KTL-M0 directly.

The inrush current factors of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $I_n, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)} / I_{n, \text{notmeasured}}$).

TG 3 – 4.3.3 Flicker
Not rated
SUN2000-50KTL-M0 (FW: V300R001)

Grid impedance angle, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker coefficient, $c(\psi_k)$	11,84	8,79	4,68	1,19
Short-term flicker, P_{st}	0,49	0,36	0,19	0,05

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)

Grid impedance angle, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker coefficient, $c(\psi_k)$	9,66	7,17	3,81	0,97
Short-term flicker, P_{st}	0,48	0,36	0,19	0,05

SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)

Grid impedance angle, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker coefficient, $c(\psi_k)$	8,15	6,05	3,22	0,82
Short-term flicker, P_{st}	0,37	0,27	0,15	0,04

SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)

Grid impedance angle, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker coefficient, $c(\psi_k)$	9,40	6,98	3,71	0,95
Short-term flicker, P_{st}	0,46	0,34	0,18	0,05

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Harmonics										Not rated		
SUN2000-50KTL-M0 (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Order	I _h [%I _{ref}]											
1	3,01	9,95	19,89	30,31	40,52	50,59	60,84	70,99	81,07	91,12	100,11	110,00
2	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07
3	0,15	0,13	0,12	0,13	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,09	0,07
4	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,14	0,27
5	0,18	0,26	0,49	0,54	0,64	0,73	0,86	0,99	1,10	1,15	1,23	1,32
6	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06
7	0,24	0,69	0,44	0,45	0,43	0,45	0,45	0,45	0,43	0,37	0,20	0,10
8	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05
9	0,06	0,08	0,08	0,11	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,08	0,05
10	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06
11	0,16	0,03	0,33	0,40	0,56	0,55	0,53	0,60	0,53	0,37	0,10	0,03
12	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
13	0,31	0,23	0,16	0,30	0,40	0,46	0,48	0,55	0,61	0,69	0,93	1,26
14	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,08
15	0,10	0,10	0,06	0,07	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,06	0,14	0,31
16	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
17	0,06	0,22	0,11	0,11	0,18	0,22	0,25	0,43	0,48	0,43	0,26	0,16
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
19	0,24	0,21	0,10	0,16	0,23	0,24	0,26	0,34	0,33	0,35	0,72	1,49
20	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
21	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,09	0,09	0,08	0,04	0,03
22	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
23	0,02	0,08	0,19	0,28	0,31	0,28	0,22	0,20	0,12	0,20	0,19	0,19
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
25	0,16	0,09	0,09	0,16	0,22	0,24	0,24	0,31	0,27	0,21	0,36	0,63
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
27	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
29	0,11	0,12	0,16	0,25	0,33	0,36	0,36	0,45	0,35	0,12	0,11	0,10
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
31	0,05	0,10	0,06	0,06	0,09	0,15	0,19	0,28	0,28	0,20	0,14	0,09
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
33	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,08
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
35	0,06	0,09	0,14	0,09	0,09	0,14	0,19	0,29	0,35	0,26	0,14	0,07
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
37	0,06	0,10	0,17	0,16	0,16	0,10	0,04	0,07	0,20	0,25	0,10	0,04
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
39	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
41	0,15	0,06	0,14	0,17	0,18	0,18	0,15	0,12	0,17	0,24	0,21	0,18
42	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
43	0,10	0,12	0,05	0,09	0,13	0,17	0,16	0,16	0,05	0,20	0,06	0,02
44	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
45	0,04	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04
46	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
47	0,04	0,16	0,11	0,04	0,04	0,11	0,14	0,17	0,14	0,18	0,18	0,19
48	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
49	0,02	0,12	0,08	0,15	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,05	0,09	0,16
50	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
THC [%I _n]	0,61	0,89	0,88	1,02	1,23	1,32	1,40	1,64	1,69	1,65	1,81	1,99

Note:

The reference current is 72,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Interharmonics at normal operation										Not rated		
SUN2000-50KTL-M0 (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [Hz]	I _h [%I _{ref}]											
75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07	0,11
125	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
175	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
225	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
275	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
325	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
375	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
425	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
475	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
525	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
575	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
625	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
675	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
725	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
775	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
825	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
875	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
925	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
975	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
1025	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1075	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1125	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1175	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
1225	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
1275	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
1325	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1425	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1475	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
1525	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
1575	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1675	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1725	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1775	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
1825	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1875	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 72,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Higher frequencies components at normal operation										Not rated		
SUN2000-50KTL-M0 (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [kHz]	I _h [%I _{ref}]											
2,1	0,18	0,13	0,16	0,19	0,23	0,25	0,22	0,21	0,18	0,32	0,22	0,15
2,3	0,07	0,17	0,14	0,09	0,08	0,12	0,15	0,17	0,15	0,19	0,19	0,20
2,5	0,06	0,14	0,19	0,19	0,17	0,15	0,16	0,14	0,16	0,07	0,10	0,15
2,7	0,11	0,14	0,18	0,24	0,23	0,21	0,17	0,13	0,18	0,14	0,15	0,15
2,9	0,08	0,09	0,20	0,15	0,14	0,14	0,16	0,16	0,19	0,18	0,10	0,05
3,1	0,06	0,07	0,18	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,09	0,12	0,15	0,19
3,3	0,10	0,13	0,16	0,15	0,15	0,15	0,13	0,10	0,12	0,10	0,18	0,33
3,5	0,07	0,10	0,12	0,08	0,06	0,08	0,12	0,13	0,08	0,09	0,13	0,19
3,7	0,05	0,07	0,11	0,11	0,10	0,07	0,07	0,07	0,09	0,10	0,16	0,24
3,9	0,07	0,10	0,10	0,14	0,18	0,18	0,13	0,08	0,13	0,12	0,19	0,29
4,1	0,08	0,08	0,14	0,09	0,08	0,14	0,17	0,13	0,10	0,10	0,13	0,17
4,3	0,06	0,09	0,17	0,14	0,10	0,09	0,14	0,14	0,08	0,13	0,12	0,10
4,5	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,17	0,12	0,18	0,17	0,15	0,16	0,18
4,7	0,06	0,08	0,13	0,11	0,09	0,14	0,15	0,09	0,15	0,15	0,12	0,10
4,9	0,06	0,08	0,12	0,17	0,12	0,10	0,14	0,12	0,10	0,10	0,14	0,18
5,1	0,06	0,10	0,20	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,10	0,15	0,16	0,17
5,3	0,06	0,06	0,13	0,08	0,09	0,08	0,09	0,07	0,10	0,09	0,14	0,20
5,5	0,04	0,07	0,11	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,13	0,17
5,7	0,05	0,07	0,10	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10
5,9	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07
6,1	0,03	0,05	0,07	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05
6,3	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04
6,5	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03
6,7	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,9	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,1	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
7,3	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
7,5	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 72,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Harmonics										Not rated		
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Order	I _h [%I _{ref}]											
1	3,02	10,00	20,19	30,34	40,48	50,66	60,83	70,93	81,09	91,10	99,72	109,16
2	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09	0,23
3	0,12	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,07	0,04
4	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,08	0,10
5	0,15	0,38	0,39	0,50	0,61	0,72	0,81	0,93	1,03	1,09	1,16	1,22
6	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09
7	0,24	0,57	0,38	0,38	0,38	0,38	0,36	0,39	0,38	0,32	0,17	0,09
8	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
9	0,06	0,04	0,07	0,09	0,11	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04
10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07
11	0,15	0,03	0,26	0,34	0,48	0,47	0,45	0,50	0,48	0,37	0,10	0,03
12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06
13	0,26	0,22	0,20	0,26	0,37	0,41	0,42	0,49	0,53	0,55	0,69	0,87
14	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05
15	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,11	0,28
16	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
17	0,06	0,12	0,06	0,09	0,15	0,19	0,21	0,35	0,38	0,38	0,12	0,04
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04
19	0,20	0,18	0,10	0,15	0,21	0,24	0,25	0,34	0,35	0,37	0,58	0,92
20	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
21	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04
22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
23	0,02	0,11	0,18	0,23	0,26	0,23	0,19	0,16	0,12	0,22	0,08	0,03
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
25	0,12	0,08	0,09	0,16	0,21	0,22	0,24	0,32	0,30	0,28	0,32	0,38
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
27	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
29	0,11	0,05	0,14	0,22	0,29	0,30	0,29	0,36	0,28	0,11	0,07	0,04
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
31	0,03	0,09	0,04	0,07	0,10	0,14	0,17	0,27	0,30	0,25	0,13	0,07
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
33	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
35	0,05	0,06	0,09	0,08	0,10	0,14	0,16	0,26	0,31	0,25	0,09	0,04
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
37	0,08	0,13	0,13	0,13	0,12	0,08	0,04	0,06	0,16	0,23	0,13	0,07
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
39	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
41	0,12	0,06	0,11	0,13	0,15	0,14	0,11	0,12	0,15	0,22	0,10	0,05
42	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
43	0,08	0,08	0,05	0,09	0,12	0,14	0,14	0,15	0,07	0,13	0,10	0,08
44	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
45	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
46	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
47	0,02	0,18	0,06	0,04	0,05	0,09	0,10	0,14	0,14	0,11	0,10	0,09
48	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
49	0,03	0,06	0,11	0,18	0,14	0,12	0,15	0,13	0,15	0,06	0,06	0,07
50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
THC [%I _n]	0,53	0,80	0,74	0,90	1,11	1,19	1,25	1,48	1,55	1,54	1,55	1,56

Note:

The reference current is 86,7 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Interharmonics at normal operation										Not rated		
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [Hz]	I _h [%I _{ref}]											
75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,11	0,20
125	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	0,11
175	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,08
225	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09
275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07
325	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,08
375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07
425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07
475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07
525	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,05	0,07
575	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,07
625	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06
675	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06
725	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07
775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07
825	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07
875	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,07
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
975	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
1125	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
1225	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1275	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1425	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1475	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1775	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
1825	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1875	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 86,7 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Higher frequencies components at normal operation										Not rated		
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [kHz]	I _h [%I _{ref}]											
2,1	0,15	0,10	0,13	0,16	0,20	0,20	0,18	0,20	0,17	0,26	0,14	0,08
2,3	0,05	0,19	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,15	0,14	0,12	0,11	0,11
2,5	0,06	0,09	0,16	0,20	0,16	0,15	0,18	0,15	0,16	0,07	0,08	0,10
2,7	0,10	0,12	0,16	0,22	0,20	0,17	0,25	0,19	0,20	0,19	0,15	0,12
2,9	0,08	0,15	0,14	0,15	0,13	0,16	0,27	0,19	0,20	0,22	0,10	0,05
3,1	0,04	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,12	0,09	0,09	0,13	0,22	0,39
3,3	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,11	0,11	0,18	0,24	0,30
3,5	0,05	0,13	0,10	0,07	0,06	0,07	0,11	0,12	0,08	0,12	0,15	0,18
3,7	0,05	0,08	0,10	0,10	0,09	0,07	0,07	0,09	0,11	0,09	0,13	0,20
3,9	0,07	0,06	0,08	0,12	0,15	0,16	0,11	0,08	0,15	0,10	0,14	0,20
4,1	0,06	0,07	0,10	0,08	0,08	0,13	0,13	0,11	0,08	0,10	0,10	0,10
4,3	0,06	0,08	0,12	0,11	0,08	0,08	0,12	0,14	0,09	0,11	0,09	0,06
4,5	0,07	0,10	0,11	0,13	0,16	0,14	0,11	0,16	0,18	0,15	0,09	0,05
4,7	0,05	0,10	0,13	0,09	0,08	0,13	0,12	0,09	0,15	0,10	0,09	0,08
4,9	0,05	0,06	0,12	0,15	0,10	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08
5,1	0,05	0,09	0,09	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,13	0,11	0,09
5,3	0,05	0,08	0,07	0,07	0,07	0,09	0,08	0,07	0,09	0,12	0,09	0,07
5,5	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09
5,7	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,06
5,9	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
6,1	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
6,3	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
6,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
6,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
7,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
7,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
7,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 86,7 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Harmonics										Not rated			
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)													
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Order	I _h [%I _{ref}]												
1	2,84	9,78	19,88	30,03	40,15	50,19	60,17	70,34	80,44	90,46	99,71	109,91	
2	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,09	0,21	
3	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,12	0,15	0,17	
4	0,04	0,03	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	
5	0,25	0,52	0,78	0,50	0,61	0,69	0,78	0,80	0,84	0,79	0,45	0,25	
6	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	
7	0,28	0,56	0,31	0,15	0,19	0,20	0,21	0,20	0,22	0,29	0,35	0,43	
8	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,09	
9	0,04	0,05	0,06	0,05	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,12	0,16	
10	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	
11	0,33	0,14	0,15	0,12	0,27	0,31	0,32	0,47	0,51	0,60	0,56	0,52	
12	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
13	0,11	0,34	0,22	0,50	0,51	0,56	0,58	0,73	0,67	0,58	0,65	0,74	
14	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	
15	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,09	0,09	0,11	0,10	0,08	0,10	0,13	
16	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
17	0,21	0,18	0,15	0,12	0,13	0,20	0,25	0,37	0,42	0,52	0,41	0,33	
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
19	0,11	0,12	0,25	0,26	0,37	0,38	0,42	0,58	0,52	0,44	0,53	0,63	
20	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
21	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,02	0,01	
22	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	
23	0,04	0,12	0,08	0,13	0,14	0,15	0,21	0,29	0,30	0,36	0,16	0,07	
24	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
25	0,21	0,09	0,12	0,14	0,19	0,18	0,21	0,27	0,31	0,27	0,36	0,49	
26	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	
27	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,05	0,02	0,03	0,05	
28	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	
29	0,05	0,18	0,07	0,10	0,12	0,13	0,17	0,22	0,26	0,28	0,07	0,02	
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
31	0,21	0,08	0,02	0,07	0,06	0,05	0,09	0,12	0,13	0,14	0,23	0,39	
32	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	
33	0,03	0,07	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,07	0,03	0,03	0,03	
34	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	
35	0,04	0,19	0,10	0,10	0,04	0,06	0,10	0,13	0,21	0,23	0,09	0,03	
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
37	0,13	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,07	0,11	0,12	0,13	0,16	0,21	
38	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
39	0,03	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	
40	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	
41	0,06	0,09	0,13	0,08	0,10	0,04	0,06	0,12	0,17	0,21	0,08	0,03	
42	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
43	0,09	0,08	0,13	0,07	0,08	0,11	0,13	0,11	0,11	0,15	0,17	0,19	
44	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
45	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07	0,03	0,05	0,03	0,01	
46	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	
47	0,11	0,06	0,09	0,17	0,14	0,07	0,07	0,14	0,13	0,20	0,05	0,01	
48	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
49	0,02	0,03	0,11	0,12	0,18	0,22	0,23	0,16	0,07	0,13	0,19	0,27	
50	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	
THC [%I _n]	0,65	0,91	0,96	0,85	1,01	1,10	1,22	1,47	1,48	1,49	1,34	1,21	

Note:

The reference current is 72,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Interharmonics at normal operation										Not rated		
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [Hz]	I _h [%I _{ref}]											
75	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,12
125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05
175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
575	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
675	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1725	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1775	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1825	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1875	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1925	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 72,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Higher frequencies components at normal operation										Not rated		
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [kHz]	I _h [%I _{ref}]											
2,1	0,10	0,13	0,19	0,11	0,13	0,12	0,14	0,17	0,20	0,25	0,18	0,13
2,3	0,12	0,09	0,11	0,17	0,15	0,09	0,10	0,15	0,13	0,21	0,07	0,02
2,5	0,05	0,07	0,13	0,15	0,21	0,25	0,25	0,17	0,10	0,14	0,20	0,27
2,7	0,10	0,09	0,16	0,19	0,19	0,18	0,21	0,19	0,17	0,23	0,31	0,41
2,9	0,09	0,08	0,14	0,11	0,13	0,13	0,14	0,16	0,17	0,25	0,25	0,25
3,1	0,09	0,12	0,07	0,09	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,13	0,20
3,3	0,09	0,11	0,13	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,11	0,08	0,14	0,23
3,5	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,08	0,11	0,06	0,09	0,13
3,7	0,08	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08	0,06	0,09	0,08	0,08	0,08
3,9	0,10	0,12	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	0,11	0,08	0,08	0,09
4,1	0,09	0,10	0,09	0,07	0,10	0,13	0,12	0,10	0,08	0,10	0,07	0,05
4,3	0,07	0,12	0,10	0,08	0,08	0,06	0,07	0,09	0,11	0,11	0,08	0,05
4,5	0,10	0,11	0,15	0,07	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,08	0,05
4,7	0,07	0,11	0,13	0,09	0,06	0,06	0,08	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08
4,9	0,08	0,10	0,11	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	0,12	0,07	0,04
5,1	0,06	0,10	0,11	0,11	0,09	0,10	0,11	0,09	0,10	0,12	0,11	0,09
5,3	0,06	0,10	0,13	0,10	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
5,5	0,08	0,11	0,12	0,08	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,08	0,06	0,05
5,7	0,08	0,09	0,10	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,09	0,13
5,9	0,06	0,06	0,06	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,08	0,14
6,1	0,05	0,06	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06
6,3	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,06
6,5	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
6,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,1	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
7,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
7,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
7,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 72,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Harmonics										Not rated		
SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Order	I _h [%I _{ref}]											
1	2,79	9,80	19,90	29,76	40,14	50,28	60,21	70,38	80,44	90,54	99,65	109,66
2	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06
3	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12	0,15	0,20
4	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03
5	0,22	0,54	0,71	0,47	0,64	0,70	0,75	0,79	0,82	0,81	0,44	0,24
6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,03
7	0,26	0,52	0,33	0,14	0,21	0,23	0,22	0,20	0,20	0,26	0,33	0,43
8	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,12
9	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,14	0,24
10	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
11	0,21	0,06	0,02	0,12	0,19	0,21	0,24	0,37	0,45	0,55	0,55	0,55
12	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
13	0,20	0,34	0,22	0,41	0,48	0,50	0,52	0,63	0,62	0,53	0,58	0,63
14	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
15	0,08	0,05	0,04	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10	0,08	0,07	0,09	0,11
16	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
17	0,17	0,25	0,13	0,12	0,11	0,16	0,20	0,33	0,39	0,50	0,43	0,38
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
19	0,16	0,04	0,25	0,33	0,38	0,39	0,42	0,55	0,51	0,42	0,48	0,54
20	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
21	0,04	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02
22	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
23	0,07	0,19	0,05	0,02	0,07	0,12	0,18	0,26	0,31	0,36	0,21	0,12
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
25	0,20	0,11	0,10	0,15	0,22	0,24	0,26	0,34	0,28	0,26	0,33	0,42
26	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
27	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,02	0,03	0,04
28	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
29	0,04	0,14	0,05	0,07	0,09	0,13	0,18	0,26	0,31	0,28	0,11	0,04
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
31	0,16	0,07	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,14	0,10	0,14	0,20	0,29
32	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
33	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02
34	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
35	0,08	0,12	0,09	0,03	0,06	0,09	0,14	0,19	0,24	0,23	0,09	0,04
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
37	0,08	0,05	0,10	0,08	0,04	0,02	0,06	0,08	0,11	0,12	0,15	0,19
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
39	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
41	0,09	0,07	0,09	0,11	0,05	0,03	0,08	0,11	0,16	0,21	0,09	0,04
42	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
43	0,04	0,09	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,09	0,14	0,14	0,15
44	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
45	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02
46	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
47	0,12	0,07	0,19	0,11	0,12	0,09	0,02	0,06	0,12	0,20	0,07	0,02
48	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
49	0,06	0,12	0,08	0,04	0,12	0,14	0,13	0,10	0,09	0,13	0,15	0,18
50	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
THC [%I _n]	0,60	0,90	0,91	0,78	0,99	1,06	1,15	1,37	1,43	1,44	1,29	1,15

Note:

The reference current is 78,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Interharmonics at normal operation										Not rated		
SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [Hz]	I _h [%I _{ref}]											
75	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09
125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
225	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1825	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1875	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1925	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 78,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.4 Higher frequencies components at normal operation										Not rated		
SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)												
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f [kHz]	I _h [%I _{ref}]											
2,1	0,10	0,12	0,13	0,15	0,10	0,08	0,09	0,12	0,19	0,25	0,17	0,12
2,3	0,13	0,09	0,20	0,12	0,13	0,10	0,06	0,08	0,12	0,20	0,08	0,03
2,5	0,08	0,15	0,13	0,08	0,14	0,17	0,17	0,13	0,11	0,14	0,16	0,18
2,7	0,12	0,13	0,15	0,19	0,20	0,15	0,13	0,13	0,20	0,22	0,25	0,27
2,9	0,07	0,10	0,07	0,11	0,14	0,15	0,18	0,15	0,18	0,27	0,19	0,13
3,1	0,11	0,09	0,14	0,08	0,06	0,08	0,09	0,08	0,11	0,09	0,15	0,27
3,3	0,08	0,13	0,12	0,07	0,10	0,11	0,12	0,08	0,13	0,09	0,16	0,29
3,5	0,08	0,08	0,09	0,06	0,06	0,09	0,10	0,08	0,12	0,06	0,10	0,17
3,7	0,05	0,11	0,09	0,07	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05
3,9	0,09	0,10	0,14	0,10	0,08	0,09	0,11	0,10	0,11	0,08	0,08	0,08
4,1	0,06	0,06	0,08	0,07	0,06	0,08	0,10	0,09	0,07	0,09	0,07	0,05
4,3	0,06	0,09	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	0,07	0,05
4,5	0,07	0,09	0,10	0,09	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,09	0,06
4,7	0,06	0,10	0,12	0,08	0,07	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,09	0,09
4,9	0,07	0,07	0,13	0,11	0,12	0,14	0,12	0,08	0,08	0,11	0,08	0,06
5,1	0,08	0,10	0,14	0,14	0,09	0,10	0,11	0,08	0,09	0,12	0,14	0,16
5,3	0,08	0,11	0,13	0,10	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,13
5,5	0,07	0,11	0,12	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07
5,7	0,06	0,08	0,07	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12
5,9	0,04	0,05	0,06	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
6,1	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
6,3	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06
6,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
6,9	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
7,1	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
7,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
7,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
7,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Note:

The reference current is 78,2 A.

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.3.5 Unbalance s									Not rated		
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)											
P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
u _i [% I ₁₊]	1,09	0,56	0,52	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Note: The unbalance results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly.											

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)								
TG 3 – 4.4 Cut-off from grid							Pass	
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)								
	Set value [V] / [Hz]	Trip value [V] / [Hz]		Set delay [ms]	Trip time [ms]		Resetting ratio	
		min.	max.		min.	max.		
Overvoltage protection U> (P-N) *	230,00	230,10	231,29	600000 **	600000	600000	<input checked="" type="checkbox"/>	≥ 0,98
	322,00	321,57	322,93	50	55	76	<input type="checkbox"/>	≤ 0,98
Overvoltage protection U>> (P-N) *	230,00	230,10	231,29	600000 **	600000	600000		
	322,00	321,57	322,93	50	55	76		
Undervoltage protection U< (P-N) *	34,50	33,33	34,59	50	65	92	<input checked="" type="checkbox"/>	≤ 1,02
	230,00	229,62	230,38	600000 **	600000	600000	<input type="checkbox"/>	≥ 1,02
Undervoltage protection U<< (P-N) *	34,50	33,33	34,59	50	65	92		
	230,00	229,62	230,38	600000 **	600000	600000		
Overfrequency protection	42,50	42,48		50	65			
				600000 **	600000			
Underfrequency protection	57,50	57,51		50	73			
				600000 **	600000			
<input checked="" type="checkbox"/> The test of the whole trip chain led to a successful shutdown								
Response time of the disconnection interface [ms] (Manufacturer's data)	≤ 40			<input checked="" type="checkbox"/> by measurement <input type="checkbox"/> by test certificate				
<input checked="" type="checkbox"/> Failure of auxiliary power source led to immediate shutdown								

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)							
	Set value [V] / [Hz]	Trip value [V] / [Hz]		Set delay [ms]	Trip time [ms]		Resetting ratio ***
		min.	max.		min.	max.	
Overvoltage protection U> (P-P) *	***	***	***	***	***	***	<input type="checkbox"/> ≥ 0,98
	***	***	***	***	***	***	<input type="checkbox"/> ≤ 0,98
Overvoltage protection U>> (P-P) *	480	479,60	480,63	50	69	112	
	672	671,21	673,79	600000 **	600000	600000	
Undervoltage protection U< (P-P) *	72	70,46	71,53	50	75	126	<input type="checkbox"/> ≤ 1,02
	480	478,77	479,70	600000 **	600000	600000	<input type="checkbox"/> ≥ 1,02
Undervoltage protection U<< (P-P)) *	***	***	***	***	***	***	
	***	***	***	***	***	***	
Overfrequency protection	***	***		***	***		
				***	***		
Underfrequency protection	***	***		***	***		
				***	***		
<input checked="" type="checkbox"/> The test of the whole trip chain led to a successful shutdown							
Response time of the disconnection interface [ms] (<i>Manufacturer's data</i>)	≤ 40			<input checked="" type="checkbox"/> by measurement <input type="checkbox"/> by test certificate			
<input checked="" type="checkbox"/> Failure of auxiliary power source led to immediate shutdown							
Note:							
* The generating units SUN2000-50KTL-M0 and SUN2000-60KTL-M0 (400 / 480 Vac) monitor both the Phase-Phase- and Phase-Neutral-Voltages. The generating units SUN2000-65KTL-M0 monitors the Phase-Phase -Voltages.							
** The trip time range is between 0 and 7200 s, during the test the max. delay was limited to 600 s, according to manufacture, this has no influence on the evaluation algorithm of the grid monitoring.							
*** Due to partial measurements the marked are not conducted.							
The noted trip times include the set time in the generating unit and the inherent response times of the protection and switching device.							
The resetting ratio (1,02 at undervoltage and 0,98 at overvoltage) is pass.							
The maximum or minimum possible measurable trip limits and delay times were measured according to TG 8 – 3.1.9.2. Hereby, the inherent self-protection limits of the PGU and the test procedure according to TG 3 were considered. This results in a different value for the settable maximum voltage trip value and the measurable maximum voltage trip value.							
The required measurement accuracy of the monitoring device is proven by the successful testing.							
The frequency protection results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly.							
The voltage protection results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0 directly.							
The voltage protection results of the SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) can be applied to the SUN2000-65KTL-M0 directly.							

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Settable parameters (*Manufacturer's data*) (tested)

Underfrequency trip limit parameter name	Level-1 UF protection
Underfrequency trip limit parameter dimension	Hz
Underfrequency trip limit parameter range	0,85 – 1,00 f_n
Underfrequency trip limit parameter step size	0,01
Underfrequency trip delay parameter name	Level-1 UF protection time
Underfrequency trip delay parameter dimension	ms
Underfrequency trip delay parameter range	50 – 7200000
Underfrequency trip delay parameter step size	1
Overfrequency trip limit parameter name	Level-1 OF protection
Overfrequency trip limit parameter dimension	Hz
Overfrequency trip limit parameter range	1,00 – 1,15 f_n
Overfrequency trip limit parameter step size	0,01
Overfrequency trip delay parameter name	Level-1 OF protection time
Overfrequency trip delay parameter dimension	ms
Overfrequency trip delay parameter range	50 – 7200000
Overfrequency trip delay parameter step size	1
1 st Undervoltage trip limit parameter name	Level-1 UV protection
1 st Undervoltage trip limit parameter dimension	V
1 st Undervoltage trip limit parameter range	0,15 - 1,00 U_n
1 st Undervoltage trip limit parameter step size	0,1
1 st Undervoltage trip delay parameter name	Level-1 UV protection time
1 st Undervoltage trip delay parameter dimension	ms
1 st Undervoltage trip delay parameter range	50 – 7200000
1 st Undervoltage trip delay parameter step size	1
2 nd Undervoltage trip limit parameter name	Level-2 UV protection
2 nd Undervoltage trip limit parameter dimension	V
2 nd Undervoltage trip limit parameter range	0,15 - 1,00 U_n
2 nd Undervoltage trip limit parameter step size	0,1
2 nd Undervoltage trip delay parameter name	Level-2 UV protection time
2 nd Undervoltage trip delay parameter dimension	ms
2 nd Undervoltage trip delay parameter range	50 – 7200000
2 nd Undervoltage trip delay parameter step size	1

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)	
1 st Overvoltage trip limit parameter name	Level-1 OV protection
1 st Overvoltage trip limit parameter dimension	V
1 st Overvoltage trip limit parameter range	1,00 – 1,40 U _n
1 st Overvoltage trip limit parameter step size	0,1
1 st Overvoltage trip delay parameter name	Level-1 OV protection time
1 st Overvoltage trip delay parameter dimension	ms
1 st Overvoltage trip delay parameter range	50 – 7200000
1 st Overvoltage trip delay parameter step size	1
2 nd Overvoltage trip limit parameter name	Level-2 OV protection
2 nd Overvoltage trip limit parameter dimension	V
2 nd Overvoltage trip limit parameter range	1,00 – 1,40 U _n
2 nd Overvoltage trip limit parameter step size	0,1
2 nd Overvoltage trip delay parameter name	Level-2 OV protection time
2 nd Overvoltage trip delay parameter dimension	ms
2 nd Overvoltage trip delay parameter range	50 – 7200000
2 nd Overvoltage trip delay parameter step size	1
Resetting ratio parameter	not adjustable
Settable parameters (<i>Manufacturer's data</i>) (not tested)	
2 nd Underfrequency trip limit parameter name	Level-2 UF protection
2 nd Underfrequency trip limit parameter dimension	Hz
2 nd Underfrequency trip limit parameter range	0,85 – 1,00 f _n
2 nd Underfrequency trip limit parameter step size	0,01
2 nd Underfrequency trip delay parameter name	Level-2 UF protection time
2 nd Underfrequency trip delay parameter dimension	ms
2 nd Underfrequency trip delay parameter range	50 – 7200000
2 nd Underfrequency trip delay parameter step size	1

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)	
2 nd Overfrequency trip limit parameter name	Level-2 OF protection
2 nd Overfrequency trip limit parameter dimension	Hz
2 nd Overfrequency trip limit parameter range	1,00 – 1,15 f _n
2 nd Overfrequency trip limit parameter step size	0,01
2 nd Overfrequency trip delay parameter name	Level-2 OF protection time
2 nd Overfrequency trip delay parameter dimension	ms
2 nd Overfrequency trip delay parameter range	50 – 7200000
2 nd Overfrequency trip delay parameter step size	1
Operating range limits (<i>Manufacturer's data</i>)	
Overvoltage at which a non-delayed self-protection tripping occurs (RMS P-P value)	
	1,5·U _n
<p>Note (<i>manufacturer's data</i>):</p> <p>The described parameter ranges allow continuous operation of the generating unit until the stated operating limits. Triggering of additional (self-)protection functions occurs only outside of the named operating limits. The adjustable parameter ranges are not limited according to the operating range limits. Additionally, the sustainable durations during a grid disturbance have to be considered (see TG 3 – 4.6).</p> <p>The function of the integrated grid monitoring and disconnection is independent from other parameters and functions shown in the scope of this excerpt of the test report.</p> <p>The grid monitoring unit uses DC auxiliary power supply. The grid monitoring functions can be maintained for at least 3 s during grid voltage loss.</p> <p>The loss of power supply for the grid monitoring results in a non-delayed triggered disconnection.</p> <p>The grid monitoring is designed single-fault safe (a confirmation / manufacturer's declaration according to DIN V VDE V 0126-1-1:2006-02 is provided).</p> <p>The generating units SUN2000-50KTL-M0 and SUN2000-60KTL-M0 (400 / 480 Vac) monitor both the Phase-Phase- and Phase-Neutral-Voltages. The generating units SUN2000-65KTL-M0 monitors the Phase-Phase - Voltages.</p> <p>The three phase-to-phase and phase-to-neutral voltages are logical OR connected to trigger the operation of the separation device.</p> <p>An external monitoring relay can trigger the power generating unit's integrated breakers (by digital input).</p>	
Description of the interface for on-site testing (<i>Manufacturer's data</i>)	
<p>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 on the display and via remote control (Smartlogger / App).</p>	

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

TG 3 – 4.5 Reconnection conditions				Pass	
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)					
	Set value (default setting) [%U _n] / [Hz]	Test range [[%U _n] / [Hz]	Cut-in occurred within the given range		Cut-in at [%U _n] / [Hz]
Undervoltage	95,0%	90 – 94	<input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes	95,1
Underfrequency	47,50	47,0 – 47,4	<input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes	47,51
Overfrequency	50,05	50,15 – 50,07	<input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes	50,04
Settable parameters (<i>Manufacturer's data</i>)					
Undervoltage reconnection limit parameter name			Grid reconnection voltage lower limit		
Undervoltage reconnection limit parameter dimension			V		
Undervoltage reconnection limit parameter range			0,45 - 0,95 U _n		
Undervoltage reconnection limit parameter step size			0,1		
Underfrequency reconnection limit parameter name			Grid reconnection frequency lower limit		
Underfrequency reconnection limit parameter dimension			Hz		
Underfrequency reconnection limit parameter range			0,85 - 1,00 f _n		
Underfrequency reconnection limit parameter step size			0,01		
Overfrequency reconnection limit parameter name			Grid reconnection frequency upper limit		
Overfrequency reconnection limit parameter dimension			Hz		
Overfrequency reconnection limit parameter range			1,00 - 1,12 f _n		
Overfrequency reconnection limit parameter step size			0,01		
Resynchronisation time parameter			not adjustable		
Note: The default reconnection limit values equal the tested setting values. The reconnection results of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 directly.					

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)
TG 3 – 4.6 Behaviour during grid disturbance
Pass

The power generating units SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (400 / 480 Vac) and SUN2000-65KTL-M0 detect and ride through symmetric and asymmetric voltage dips, which have minimum durations according to TransmissionCode 2007.

The pre-fault voltage reference value (U_{ref}) is based on the 60 s average value of the positive sequence of the phase-to-neutral voltage before faults.

The instantaneous value of the voltage, on which the additional injected reactive current is based, is the positive sequence of the phase-to-neutral voltage.

A symmetrical fault is if minimum (in case of LVRT) or maximum (in case of HVRT) value of the three phase-to-phase voltages exceeds the defined threshold ($U_n \pm 0,1 \cdot U_n$).

Asymmetric dips can be distinguished if the negative sequence component of voltage exceeds $|(1-VRT \text{ threshold}) / 2| \cdot U_n$, e.g. $0,05 \cdot U_n$ in case of LVRT.

During the normal operation the apparent current is limited to I_{max} :

$I_{max, SUN2000-50KTL-M0} = 79,4 \text{ A}$;

$I_{max, SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)} = 95,3 \text{ A}$;

$I_{max, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)} = 79,4 \text{ A}$.

$I_{max, SUN2000-65KTL-M0} = 86,7 \text{ A}$;

During symmetrical faults a defined reactive current injection according to the der K-Factor-curve of the TransmissionCode 2007 is provided. Hereby, a reactive current in the positive sequence system is injected which is based on the deviation of the positive sequence voltage from U_{ref} .

During a symmetrical grid fault the apparent current is limited to I_n :

$I_n, SUN2000-50KTL-M0 = 72,2 \text{ A}$;

$I_n, SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) = 86,7 \text{ A}$;

$I_n, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) = 72,2 \text{ A}$.

$I_n, SUN2000-65KTL-M0 = 78,2 \text{ A}$;

The control strategy of the reactive current injection in case of asymmetric fault is the same as symmetric, in this case the apparent current is limited to $40\%I_n$.

Additionally, it can be configured to cease any current injection during a voltage dip ("Zero-Current-Mode"). This was verified by an additional test (2.1.1.ZCM).

The active power recovery after fault clearance is maintained in all tests.

The default K-Factor of the power generating unit is 2 and can be set in the range of 0...10.

The values of the K-factor in the following table are:

- $K = 2$ (x.x.x.a-Tests or x.x.x-Tests)
- $K = 3$ (3.1.2.b-Test)
- $K = 4$ (4.1.2.d-Test, 4.2.2.b-Test)
- $K = 0$ (3.1.2.0-Test)

The reactive power before the fault was set to zero during testing with the following exceptions:

The reactive power before the fault was set to $20\%P_n$ inductive (underexcited) in the following tests:

- SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 2.1.1, 2.1.1.ZCM, 3.1.2.c, 4.1.2.c
- SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 2.1.1
- SUN2000-65KTL-M0: 2.1.1

The reactive power before the fault was set to $10\%P_n$ inductive (underexcited) in the following tests:

- SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 3.1.2.b, 3.1.2.0
- SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 3.1.2.b

The reactive power before the fault was set to $20\%P_n$ capacitive (overexcited) in the following tests:

- SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 4.1.2.b

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

The current peak values of the full load tests (x.x.1.x) of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $I_{n,notmeasured} / I_n, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}$).

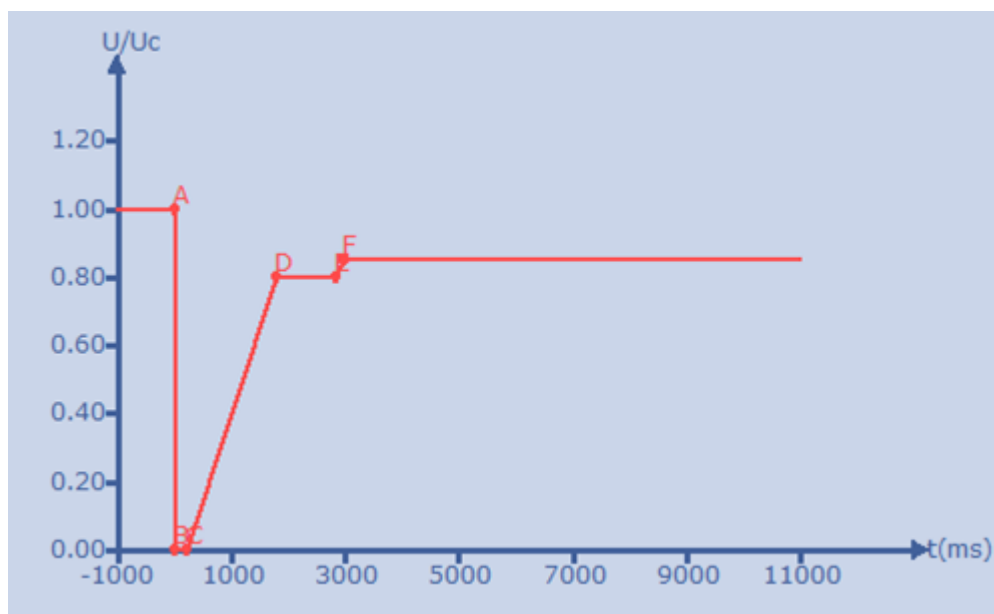
The current peak values of the partial load tests (x.x.2.x) of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $I_{n,notmeasured} / I_n, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}$).

The current rms values of the SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) can be applied to the SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0 scaled (by the factor $I_{n,notmeasured} / I_n, \text{SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)}$).

Manufacturer's data (Figure 21):

Within the adjustable parameter ranges of the grid monitoring (TR 3 – 4.4) an undervoltage can be rode through until the grid monitoring triggers. Additionally, a fault ride-through tripping curve function is implemented in the model. This function defines a curve exceeding which for 500 ms the model disconnects from the grid.

The priority of the protection can be switched between grid protection parameter function and ride-through tripping curve function via parameter "LVRT undervoltage protection shield" (Disable: high priority of grid protection function; Enable: high priority of ride-through tripping curve function).



	t(ms)		U/Uc(%)	
A	0	(0~10000)	1.00	(0.00~1.00)
B	0	(0~10000)	0.00	(0.00~1.00)
C	220	(0~10000)	0.00	(0.00~1.00)
D	1804	(0~10000)	0.80	(0.00~1.00)
E	2837	(0~10000)	0.80	(0.00~1.00)
F	3000	(0~10000)	0.85	(0.00~1.00)

Figure 21 – U-t-characteristic (fault ride-through tripping curve function)
(Manufacturer's data)

Manufacturer's data:

During a HVRT event the units can be operated continuously, but do not provide grid support

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Short circuit current contribution

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) (FW: V300R001)

Ergebnis	1.1.1			1.1.2			1.2.1			1.2.2		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	1,006			1,003			1,010			1,003		
26	0,002			0,002			-0,001			0,002		
29	1,006			0,203			1,003			0,203		
46,47,48	1,010	1,044	1,071	0,208	0,249	0,232	1,004	1,008	0,982	0,214	0,215	0,195
49,50,51	1,767	1,798	2,848	1,441	1,418	1,403	1,675	1,641	1,441	1,162	0,912	0,947
52,53,54	66,9	90,1	65,2	73,8	70,7	50,4	101,0	96,9	76,6	60,3	51,2	46,7
55,56,57	88,2	88,3	88,6	88,3	88,4	88,5	88,6	88,6	87,1	48,3	47,9	48,5
58,59,60	88,4	88,1	88,7	88,2	88,3	88,5	88,6	88,4	87,1	48,0	48,3	48,4
Ergebnis	2.1.1			2.1.1.ZCM			2.1.2			2.2.1		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	1,006			1,006			1,004			1,010		
26	-0,201			-0,200			-0,001			-0,002		
29	1,003			0,994			0,200			1,003		
46,47,48	1,018	1,022	1,037	1,018	1,009	1,011	0,245	0,207	0,207	1,031	1,009	0,997
49,50,51	2,177	1,641	2,488	1,648	2,381	1,453	1,434	1,430	1,595	1,618	1,840	1,445
52,53,54	60,6	71,5	84,6	21,5	28,8	15,7	62,8	57,7	70,3	100,1	92,4	79,3
55,56,57	89,1	88,2	88,7	5,1	4,9	5,0	89,3	88,4	88,3	89,7	88,8	87,6
58,59,60	89,1	88,2	88,5	5,1	4,9	5,0	89,4	88,4	88,3	89,6	88,5	87,6
Ergebnis	2.2.2			3.1.1.a			3.1.2.a			3.1.2.b		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	1,004			1,010			1,004			1,001		
26	-0,001			-0,002			-0,001			-0,101		
29	0,200			1,005			0,200			0,200		
46,47,48	0,217	0,199	0,199	1,064	1,073	1,060	0,211	0,198	0,201	0,242	0,224	0,226
49,50,51	1,004	0,778	0,621	1,625	2,135	1,875	1,384	1,323	1,422	1,438	1,445	1,426
52,53,54	36,0	37,1	32,8	94,6	89,7	78,5	63,1	51,3	59,7	54,7	61,3	69,1
55,56,57	44,8	45,4	44,5	89,5	89,7	88,9	89,6	89,1	88,5	89,6	88,8	89,4
58,59,60	44,8	45,4	44,6	89,5	89,6	88,7	89,7	88,8	88,5	89,6	88,7	89,3
Ergebnis	3.1.2.c			3.1.2.0			3.2.1.a			3.2.2.a		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	0,998			1,001			1,010			1,004		
26	-0,201			-0,101			-0,003			-0,002		
29	0,200			0,200			1,003			0,200		
46,47,48	0,297	0,308	0,284	0,229	0,223	0,227	1,011	0,991	0,993	0,205	0,198	0,200
49,50,51	1,150	1,066	1,081	0,525	0,893	0,495	1,721	1,526	1,760	0,698	0,702	0,621
52,53,54	53,1	48,1	36,1	25,5	25,4	26,2	94,6	94,2	77,6	33,8	37,5	22,4
55,56,57	77,9	78,0	77,3	38,3	37,8	38,2	89,0	89,1	87,4	42,4	43,2	42,3
58,59,60	77,7	78,0	77,4	38,3	37,8	38,2	89,1	89,1	87,4	42,5	43,4	42,3
Ergebnis	4.1.1.a			4.1.2.a			4.1.2.b			4.1.2.c		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	1,010			1,004			1,003			1,003		
26	-0,002			-0,001			0,197			-0,200		
29	1,003			0,200			0,200			0,200		
46,47,48	1,000	1,012	0,996	0,202	0,199	0,199	0,289	0,279	0,289	0,288	0,283	0,284
49,50,51	1,572	1,875	1,514	0,725	0,694	0,633	1,062	1,020	0,981	0,552	0,475	0,475
52,53,54	94,4	84,8	84,7	25,9	29,0	22,6	45,4	44,3	41,2	13,0	15,6	17,1
55,56,57	89,1	88,4	88,2	47,5	47,5	47,7	63,5	63,6	63,7	33,5	33,1	33,2
58,59,60	89,0	88,5	88,2	47,5	47,6	47,6	65,5	65,6	65,7	35,4	34,9	35,0
Ergebnis	4.1.2.d			4.2.1.a			4.2.2.a			4.2.2.b		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	1,004			1,010			1,004			1,004		
26	-0,001			-0,002			-0,001			-0,001		
29	0,200			1,003			0,200			-0,200		
46,47,48	0,202	0,209	0,204	1,018	0,997	0,999	0,204	0,200	0,198	0,202	0,201	0,197
49,50,51	1,392	1,319	1,284	1,691	1,491	1,457	0,479	0,456	0,403	0,690	0,679	0,640
52,53,54	65,3	58,3	46,5	90,0	89,6	82,7	23,6	23,4	17,6	39,0	33,4	25,8
55,56,57	84,6	84,9	84,2	87,9	88,2	87,3	28,5	28,9	28,4	41,3	41,7	40,9
58,59,60	84,5	84,9	84,2	87,8	88,2	87,1	28,5	28,9	28,3	41,3	41,4	40,9

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Ergebnis	5.1.1.a			5.1.2.a			5.2.1.a			5.2.2.a		
17	N/A			N/A			N/A			N/A		
21	1,010			1,004			1,010			1,004		
26	-0,002			-0,001			-0,002			0,000		
29	1,003			0,200			1,003			0,200		
46,47,48	0,996	0,991	0,998	0,201	0,200	0,201	1,001	0,992	0,991	0,202	0,201	0,200
49,50,51	1,476	1,468	1,468	0,326	0,318	0,403	1,472	1,461	1,480	0,326	0,318	0,314
52,53,54	87,6	87,6	88,3	18,2	18,0	17,9	88,5	87,3	85,9	18,0	17,8	17,4
55,56,57	95,2	94,7	95,7	19,2	19,0	18,9	92,1	91,4	90,8	18,3	18,2	18,3
58,59,60	94,0	93,8	94,4	19,0	18,9	18,7	91,3	90,7	90,2	18,1	18,3	18,3

Note:

Die Ergebnisse in der Tabelle sind anhand der Tabelle 4-68 in FGW TR3 wie folgt durchnummeriert:

Nr.	Parameter	Phasenbezug, Bezugszeit, Wert [Einheit]
17	Spannung	Mitsystem, Phase-neutral, gemittelt über $t_0 - 500\text{ms} \dots t_0 - 100\text{ms}$ [p.u. U_n]
21	Spannung	Mitsystem, Phase-neutral, gemittelt über $t_1 - 60\text{s} \dots t_1$ [p.u. U_n]
26	Blindstrom	Mitsystem, gemittelt über $t_1 - 60\text{s} \dots t_1$ [p.u. I_n]
29	Wirkleistung	Gesamt, gemittelt über $t_1 - 10\text{s} \dots t_1$ [p.u. P_n]
46,47,48	Kurzschlussströme Halbschwingungseffektivwerte (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 + 10\text{ms} \dots t_1$ [p.u. I_n]
49,50,51	Kurzschlussströme Scheitelwerte (L1,L2,L3)	ermittelt zwischen $t_1 \dots t_1 + 20\text{ms}$ [p.u. I_n]
52,53,54	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 \dots t_1 + 20\text{ms}$ [A]
55,56,57	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 + 130\text{ms} \dots t_1 + 150\text{ms}$ [A]
58,59,60	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_2 - 40\text{ms} \dots t_2 - 20\text{ms}$ [A]

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) (FW: V300R001)

Ergebnis	1.1.1			1.1.2			1.2.1			1.2.2		
17	N/A			*			*			*		
21	1,008			*			*			*		
26	-0,002			*			*			*		
29	1,002			*			*			*		
46,47,48	1,029	0,989	0,997	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	2,484	3,162	1,616	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	73,6	57,2	54,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	73,5	73,7	73,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	73,6	73,5	73,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	2.1.1			2.1.1.ZCM			2.1.2			2.2.1		
17	N/A			*			*			*		
21	1,005			*			*			*		
26	-0,200			*			*			*		
29	1,000			*			*			*		
46,47,48	1,028	1,021	1,013	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	2,258	1,708	2,234	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	50,2	61,5	71,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	74,3	73,5	73,9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	74,3	73,4	73,9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	2.2.2			3.1.1.a			3.1.2.a			3.1.2.b		
17	*			*			*			N/A		
21	*			*			*			1,004		
26	*			*			*			-0,101		
29	*			*			*			0,197		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,250	0,222	0,221
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,459	1,454	1,464
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	49,6	45,1	59,0
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	75,0	74,2	74,3
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	74,9	74,0	74,3
Ergebnis	3.1.2.c			3.1.2.0			3.2.1.a			3.2.2.a		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	4.1.1.a			4.1.2.a			4.1.2.b			4.1.2.c		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	4.1.2.d			4.2.1.a			4.2.2.a			4.2.2.b		
17	N/A			*			*			*		
21	1,005			*			*			*		
26	-0,002			*			*			*		
29	0,198			*			*			*		
46,47,48	0,207	0,199	0,196	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	1,330	1,394	1,339	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	41,2	51,4	47,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	71,8	71,6	72,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	71,9	71,5	72,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Ergebnis	5.1.1.a			5.1.2.a			5.2.1.a			5.2.2.a		
17	*			N/A			*			*		
21	*			1,005			*			*		
26	*			-0,002			*			*		
29	*			0,198			*			*		
46,47,48	*	*	*	0,200	0,195	0,196	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	0,332	0,365	0,365	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	15,3	15,1	15,2	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	15,8	15,6	15,7	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	15,7	15,4	15,5	*	*	*	*	*	*

Note:

Die Ergebnisse in der Tabelle sind anhand der Tabelle 4-68 in FGW TR3 wie folgt durchnummeriert:

Nr.	Parameter	Phasenbezug, Bezugszeit, Wert [Einheit]
17	Spannung	Mitsystem, Phase-neutral, gemittelt über $t_0 - 500\text{ms} \dots t_0 - 100\text{ms}$ [p.u. U_n]
21	Spannung	Mitsystem, Phase-neutral, gemittelt über $t_1 - 60\text{s} \dots t_1$ [p.u. U_n]
26	Blindstrom	Mitsystem, gemittelt über $t_1 - 60\text{s} \dots t_1$ [p.u. I_n]
29	Wirkleistung	Gesamt, gemittelt über $t_1 - 10\text{s} \dots t_1$ [p.u. P_n]
46,47,48	Kurzschlussströme Halbschwingungseffektivwerte (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 + 10\text{ms} \dots t_1$ [p.u. I_n]
49,50,51	Kurzschlussströme Scheitelwerte (L1,L2,L3)	ermittelt zwischen $t_1 \dots t_1 + 20\text{ms}$ [p.u. I_n]
52,53,54	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 \dots t_1 + 20\text{ms}$ [A]
55,56,57	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 + 130\text{ms} \dots t_1 + 150\text{ms}$ [A]
58,59,60	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_2 - 40\text{ms} \dots t_2 - 20\text{ms}$ [A]

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

SUN2000-65KTL-M0 (FW: V300R001)

Ergebnis	1.1.1			1.1.2			1.2.1			1.2.2		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	2.1.1			2.1.1.ZCM			2.1.2			2.2.1		
17	N/A			*			*			*		
21	1,005			*			*			*		
26	-0,202			*			*			*		
29	1,003			*			*			*		
46,47,48	1,017	1,031	1,017	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	1,700	2,178	1,705	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	74,7	75,8	53,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	79,9	80,2	79,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	79,9	80,3	79,8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	2.2.2			3.1.1.a			3.1.2.a			3.1.2.b		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	3.1.2.c			3.1.2.0			3.2.1.a			3.2.2.a		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	4.1.1.a			4.1.2.a			4.1.2.b			4.1.2.c		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ergebnis	4.1.2.d			4.2.1.a			4.2.2.a			4.2.2.b		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Ergebnis	5.1.1.a			5.1.2.a			5.2.1.a			5.2.2.a		
17	*			*			*			*		
21	*			*			*			*		
26	*			*			*			*		
29	*			*			*			*		
46,47,48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49,50,51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52,53,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55,56,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58,59,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Note:

Die Ergebnisse in der Tabelle sind anhand der Tabelle 4-68 in FGW TR3 wie folgt durchnummeriert:

Nr.	Parameter	Phasenbezug, Bezugszeit, Wert [Einheit]
17	Spannung	Mitsystem, Phase-neutral, gemittelt über $t_0 - 500\text{ms} \dots t_0 + 100\text{ms}$ [p.u. U_n]
21	Spannung	Mitsystem, Phase-neutral, gemittelt über $t_1 - 60\text{s} \dots t_1$ [p.u. U_n]
26	Blindstrom	Mitsystem, gemittelt über $t_1 - 60\text{s} \dots t_1$ [p.u. I_n]
29	Wirkleistung	Gesamt, gemittelt über $t_1 - 10\text{s} \dots t_1$ [p.u. P_n]
46,47,48	Kurzschlussströme Halbschwingungseffektivwerte (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 + 10\text{ms} \dots t_1$ [p.u. I_n]
49,50,51	Kurzschlussströme Scheitelwerte (L1,L2,L3)	ermittelt zwischen $t_1 \dots t_1 + 20\text{ms}$ [p.u. I_n]
52,53,54	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 \dots t_1 + 20\text{ms}$ [A]
55,56,57	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_1 + 130\text{ms} \dots t_1 + 150\text{ms}$ [A]
58,59,60	Kurzschlussströme 1-Perioden-Effektivwert (L1,L2,L3)	gemittelt über $t_2 - 40\text{ms} \dots t_2 - 20\text{ms}$ [A]

Note:

* Due to partial measurements the marked are not conducted.

To determine the value for I_P the "Arbeitsdokument der AG Prüfeinrichtungen" (version from 2010-10-05) mentions a value of $2,2 I_n$ as reference value. The manufacturer declares the values of $I_P = 215,7 \text{ A}$ (peak value) and $I_k = 95,3 \text{ A}$ (RMS value).

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

 Settable parameters (*Manufacturer's data*)

K-Factor parameter name	LVRT reactive power compensation power factor
K-Factor parameter dimension	-
K-Factor parameter range	0,0 – 10,0
K-Factor parameter step size	0,1
K-Factor parameter default value	2,0
"Zero-Current-Mode" parameter	Yes
"Zero-Current-Mode" parameter description and usage	<p>During the zero current mode the active current is limited to 5%I_n and the reactive current is set to 0.</p> <p>The zero current mode is activated by setting the parameter "zero current mode" to "enable".</p>
Deadband parameter name	LVRT triggering threshold
Deadband parameter dimension	V
Deadband parameter range	0,50 - 0,92 U_n
Deadband parameter step size	0,1
Deadband parameter set value (test value)	0,90 U_n
Deadband hysteresis parameter	not adjustable
After fault active power ramp up parameter name	not adjustable
Ride-through tripping curve function parameter name	LVRT undervoltage protection shield
Ride-through tripping curve function parameter description	<ul style="list-style-type: none"> Disable: high priority of grid protection function; Enable: high priority of ride-through tripping curve function
Ride-through tripping curve function parameter dimension	-
Ride-through tripping curve function parameter range	Enable / Disable
Ride-through tripping curve function parameter step size	-
Ride-through tripping curve function parameter set value (test value)	Enable

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Note on the following plots:

The sign of the active currents corresponds to the load reference system:

- Injected active current has a negative sign.
- Consumed active current has a positive sign.

The sign of the reactive currents corresponds to the mathematical correct derivation:

- Underexcited / inductive reactive current has a negative sign.
- Overexcited / capacitive reactive current has a positive sign.

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Phase-to-neutral voltages, active- and reactive currents in the symmetric component system

Test 2.1.2 (SUN2000-60KTL-M0 (400Vac))

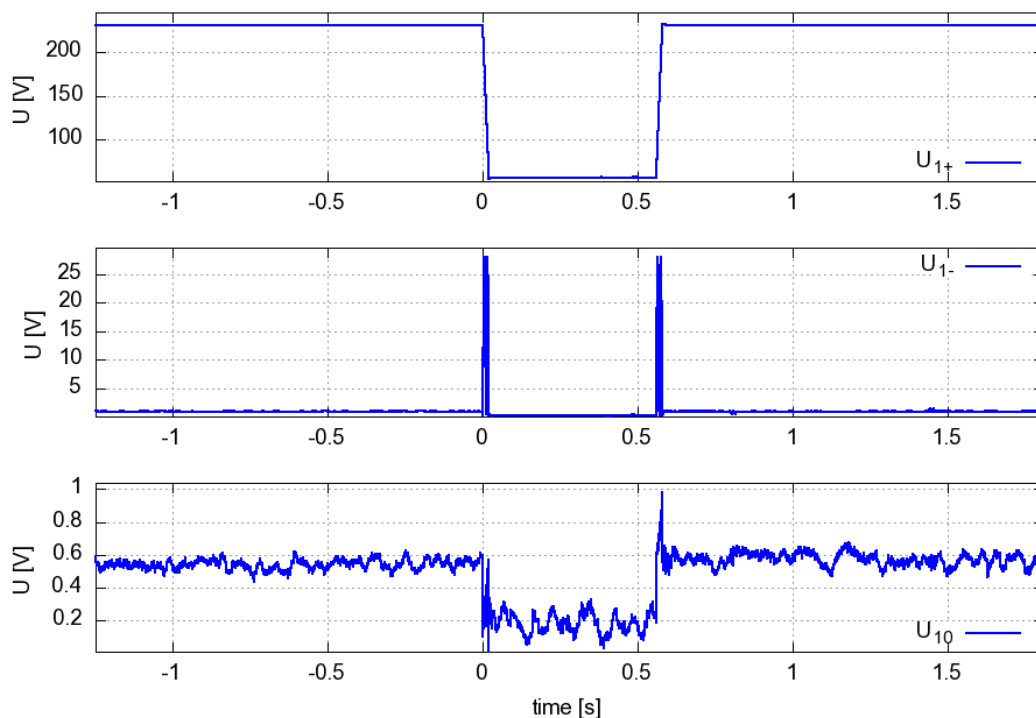


Figure 22 – Plot of the phase-to-neutral voltages in the positive, negative and zero sequence system

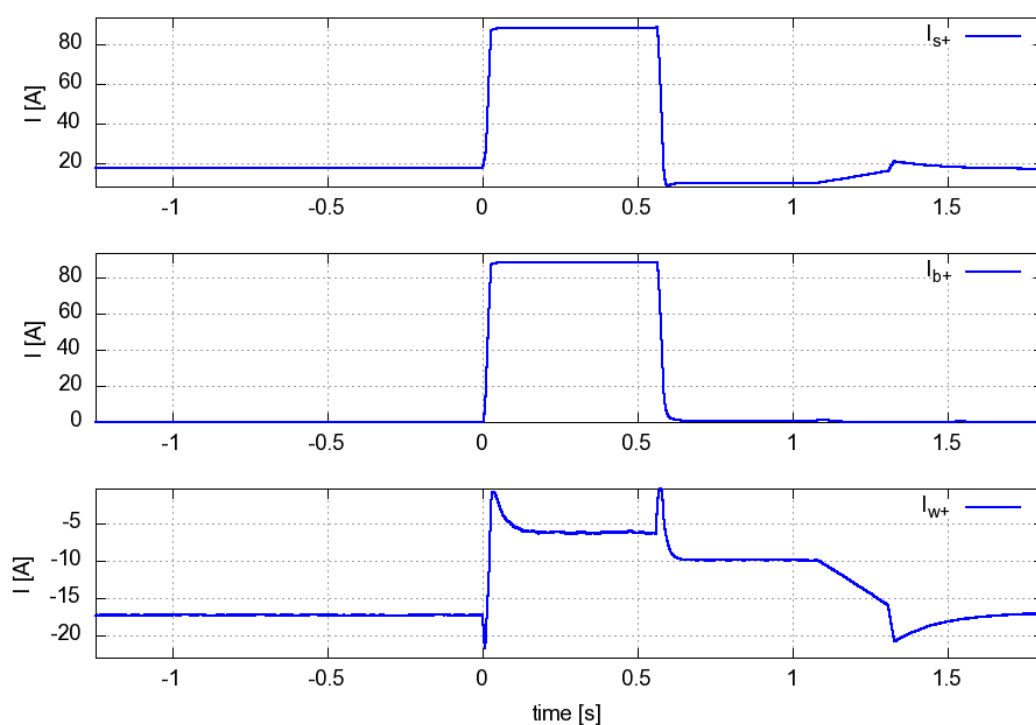


Figure 23 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the positive sequence system

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Phase-to-neutral voltages, active- and reactive currents in the symmetric component system

Test 3.1.2.0 (SUN2000-60KTL-M0 (400Vac))

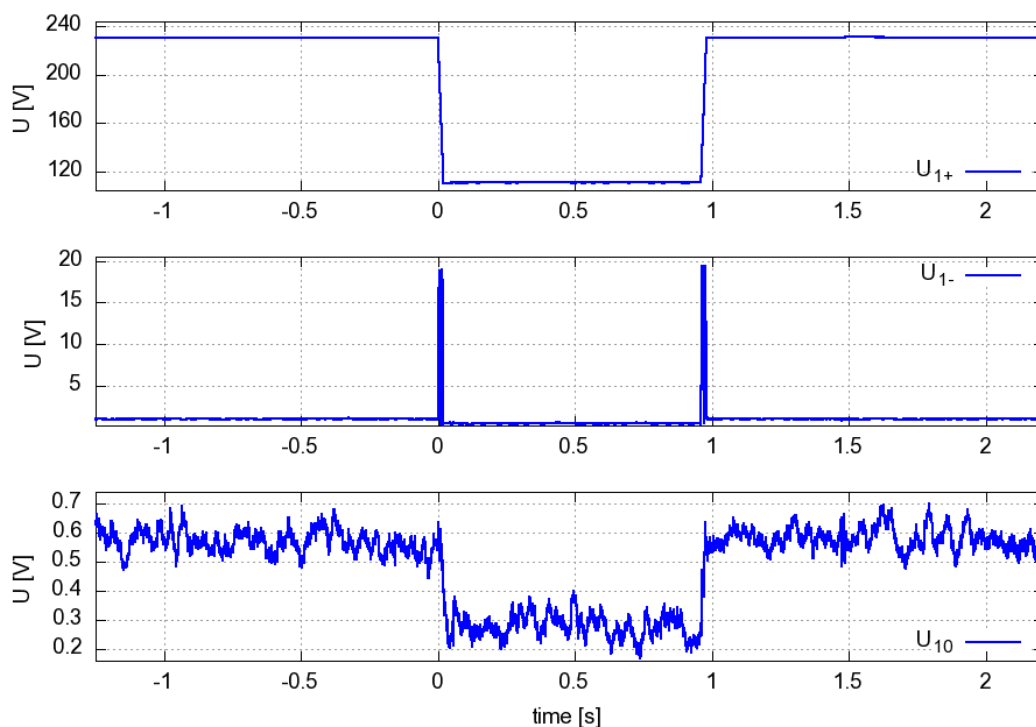


Figure 24 – Plot of the phase-to-neutral voltages in the positive, negative and zero sequence system

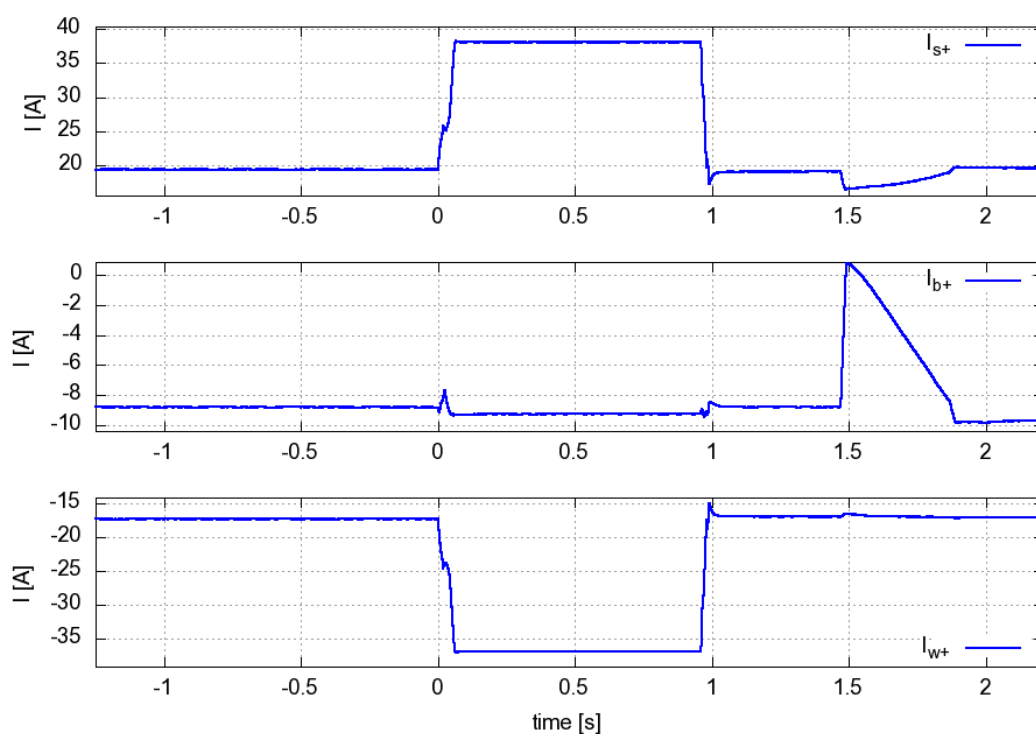


Figure 25 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the positive sequence system

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Phase-to-neutral voltages, active- and reactive currents in the symmetric component system

Test 3.1.2.b (SUN2000-60KTL-M0 (400Vac))

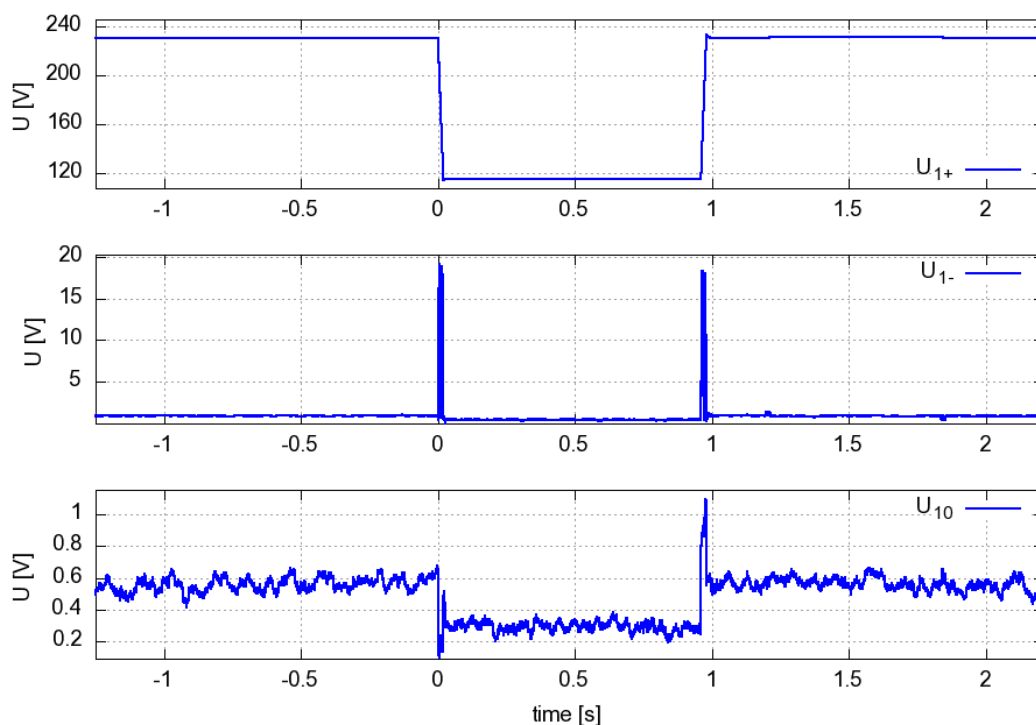


Figure 26 – Plot of the phase-to-neutral voltages in the positive, negative and zero sequence system

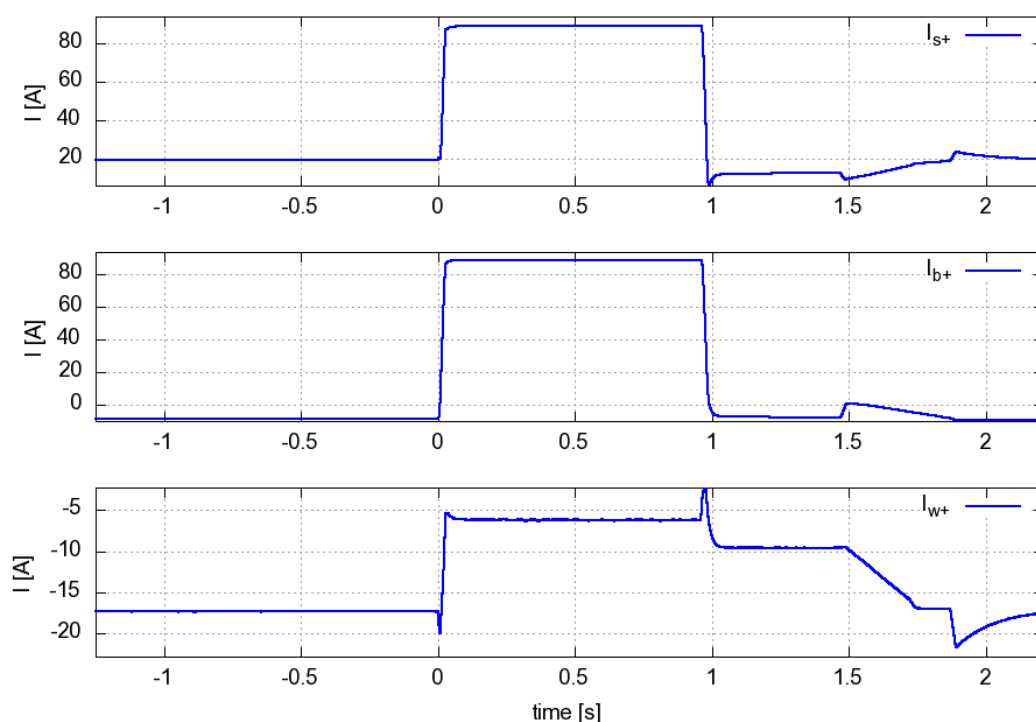


Figure 27 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the positive sequence system

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Phase-to-neutral voltages, active- and reactive currents in the symmetric component system

Test 3.2.1.a (SUN2000-60KTL-M0 (400Vac))

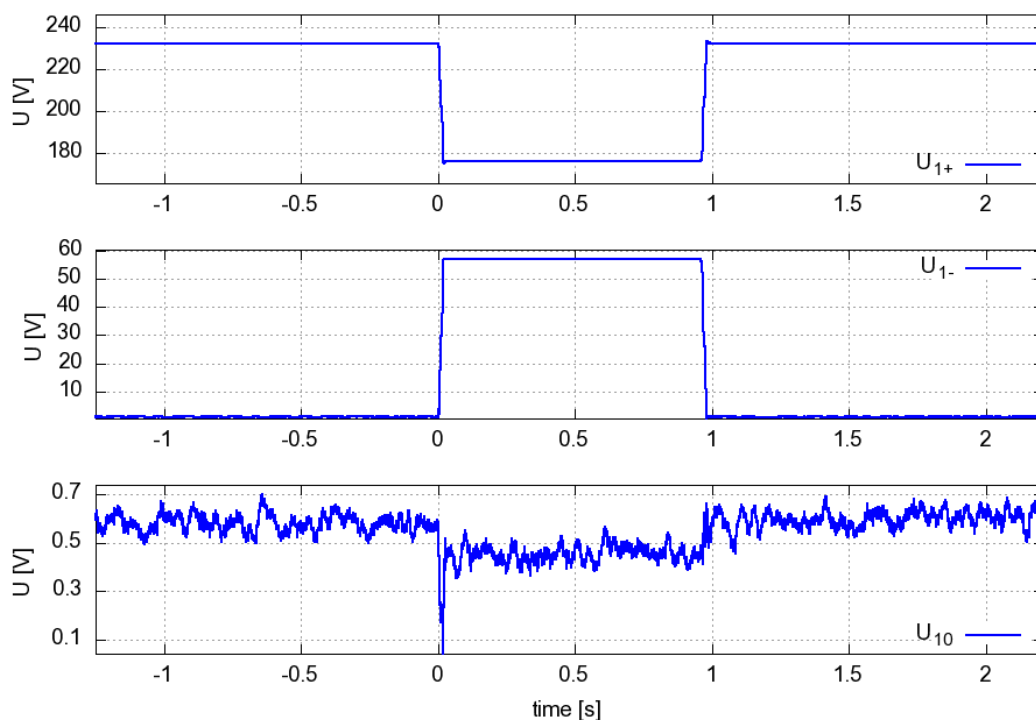


Figure 28 – Plot of the phase-to-neutral voltages in the positive, negative and zero sequence system

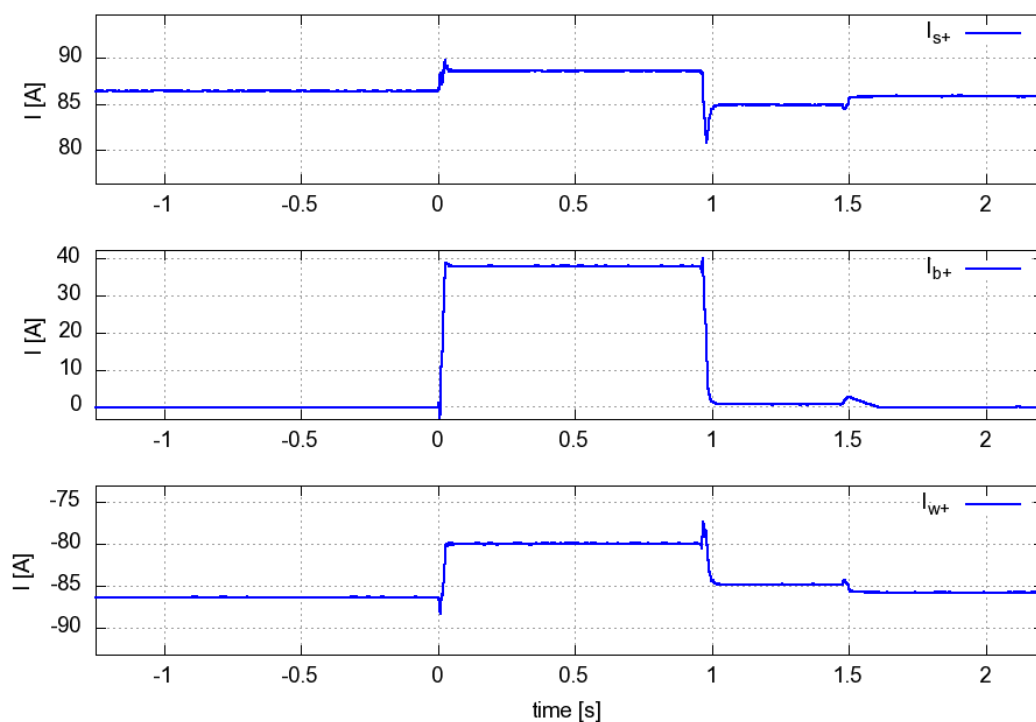


Figure 29 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the positive sequence system

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

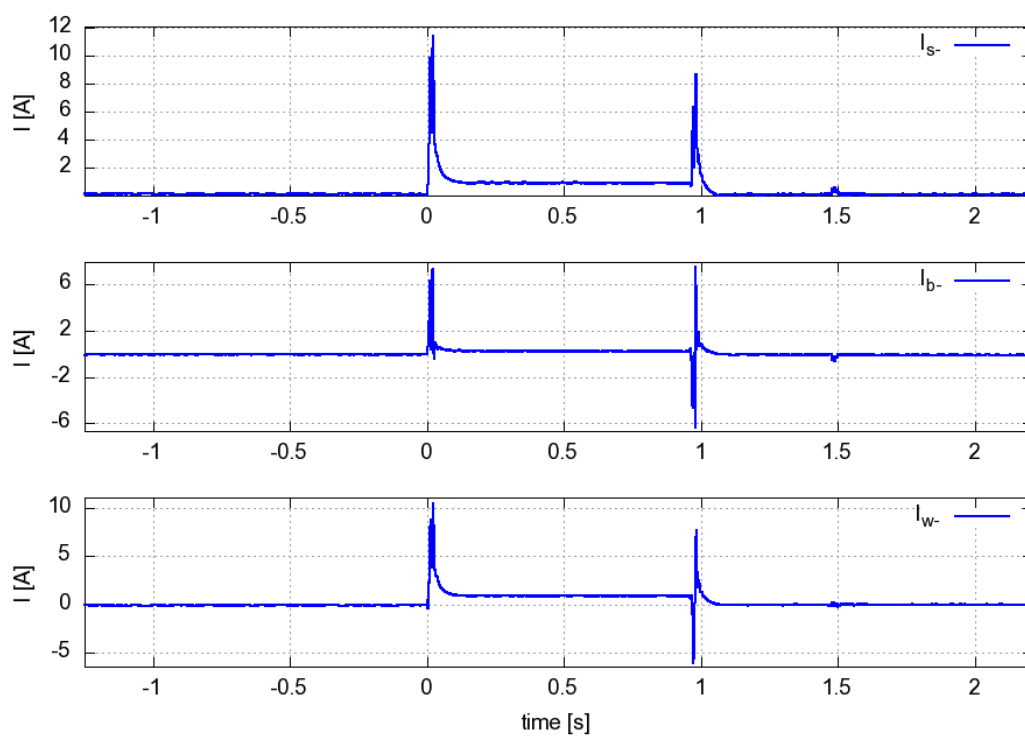


Figure 30 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the negative sequence system

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Phase-to-neutral voltages, active- and reactive currents in the symmetric component system

Test 4.1.2.c – Inductive reactive power consumption before fault (SUN2000-60KTL-M0 (400Vac))

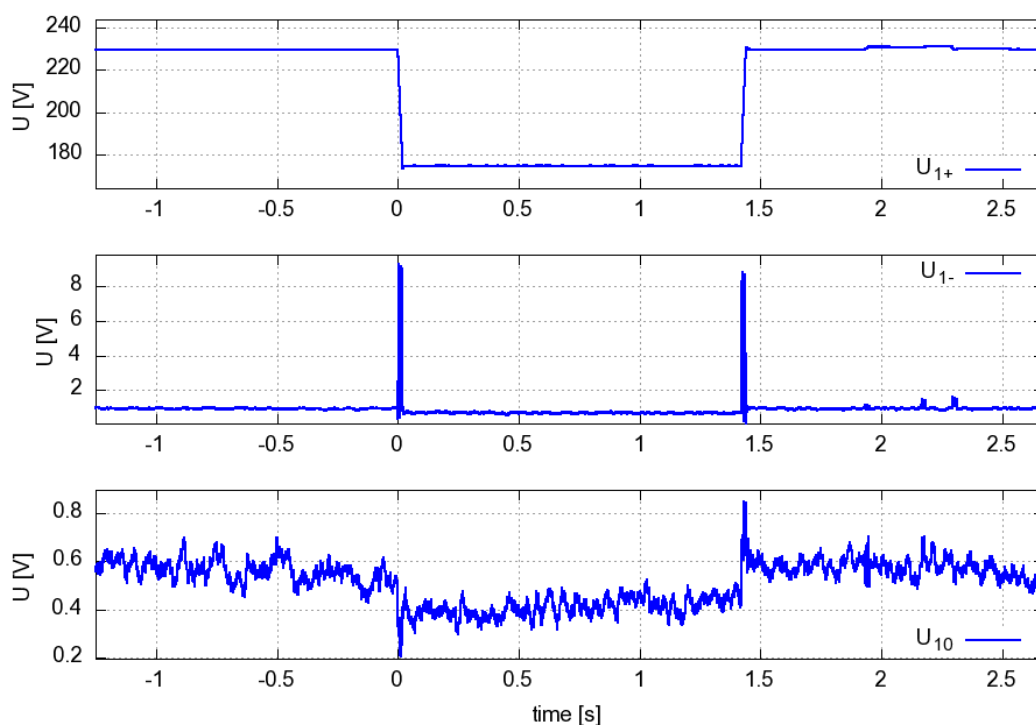


Figure 31 – Plot of the phase-to-neutral voltages in the positive, negative and zero sequence system

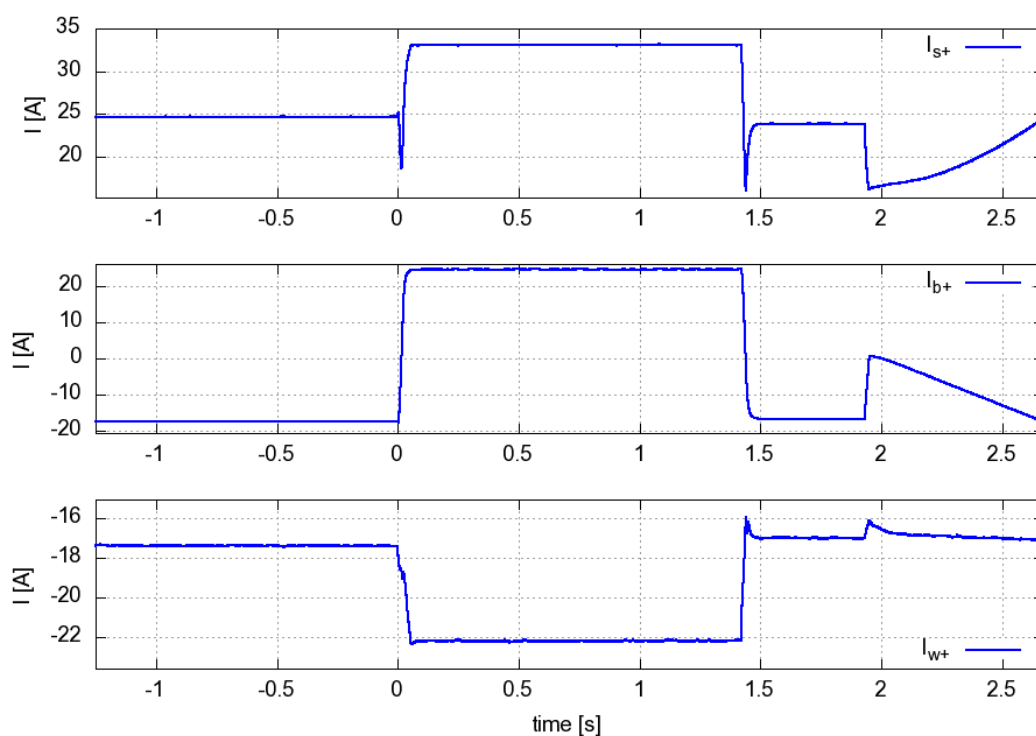


Figure 32 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the positive sequence system

Excerpt of the test report (PVDEM180321C32_0)

Phase-to-neutral voltages, active- and reactive currents in the symmetric component system

Test 4.1.2.b – Capacitive reactive power consumption before fault (SUN2000-60KTL-M0 (400Vac))

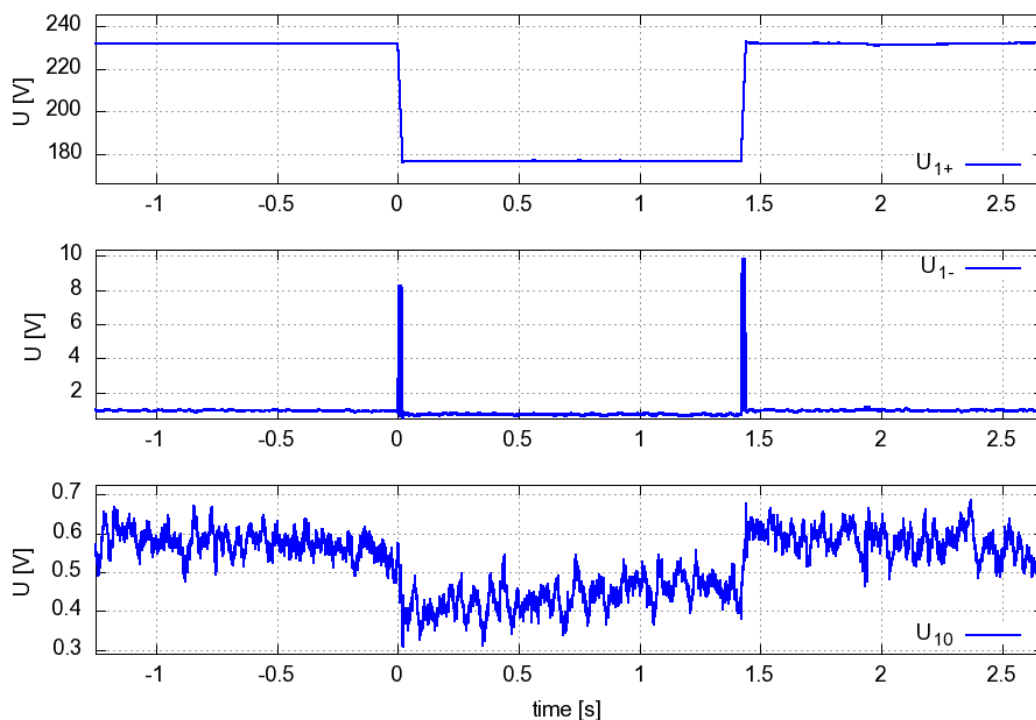


Figure 33 – Plot of the phase-to-neutral voltages in the positive, negative and zero sequence system

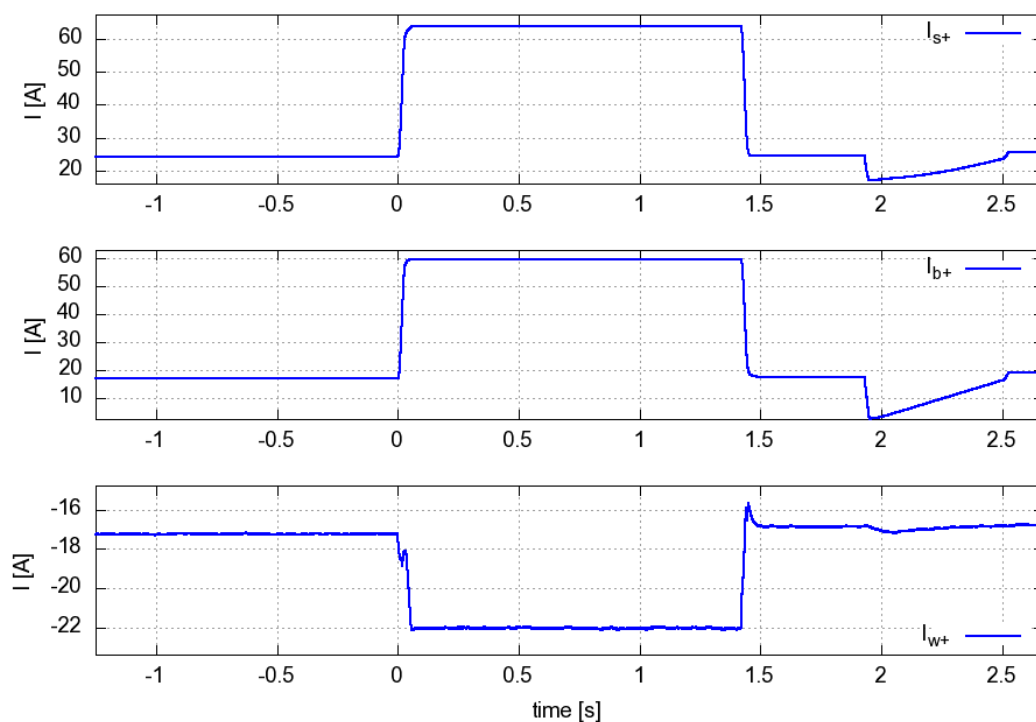


Figure 34 – Plot of the apparent, reactive and active currents in the positive sequence system

Description of the power generating unit's simulation model

Description of the simulation model (Figure 35)

The discrete RMS-simulation models were created in DIgSILENT PowerFactory. The symmetrical and asymmetrical faults of the measurements according to TG 3 – 4.6 were validated.

The simulation model was checked for validity and plausibility according to TG 8 (incl. "Zero-Current-Mode") considering the following additional conditions:

- Validation (see excerpt TG 3 – 4.6) for different stationary pre-fault reactive power:
 - Test 2.1.1, 2.1.1.ZCM, 3.1.2.c, 4.1.2.c on SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), test 2.1.1 on SUN2000-60KTL-M0 (480Vac) and SUN2000-65KTL-M0:
 $Q = 20 \% P_n$ (inductive (underexcited))
 - Test 3.1.2.b, 3.1.2.0 on SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), test 3.1.2.b on SUN2000-60KTL-M0 (480Vac):
 $Q = 10 \% P_n$ (inductive (underexcited))
 - Test 4.1.2.b on SUN2000-60KTL-M0 (400Vac):
 $Q = 20 \% P_n$ (capacitive (overexcited))
- Plausibility check for different K-Factor settings: $K = 0, 2, 10$.
- Plausibility check for different pre-fault grid voltages: $U = 95 \% U_n$ and $100 \% U_n$
- Plausibility check for symmetrical and asymmetrical low-voltage faults
- Plausibility check for cut-off from grid for symmetric and asymmetric under- and overvoltages.

The voltage reference value before the fault is determined by a 60 s-average value of the positive sequence system.

The dynamic characteristic during overvoltage (HVRT) is not implemented in the model just like the implementation in the units (*Manufacturer's data*).

Description of the power generating unit's simulation model

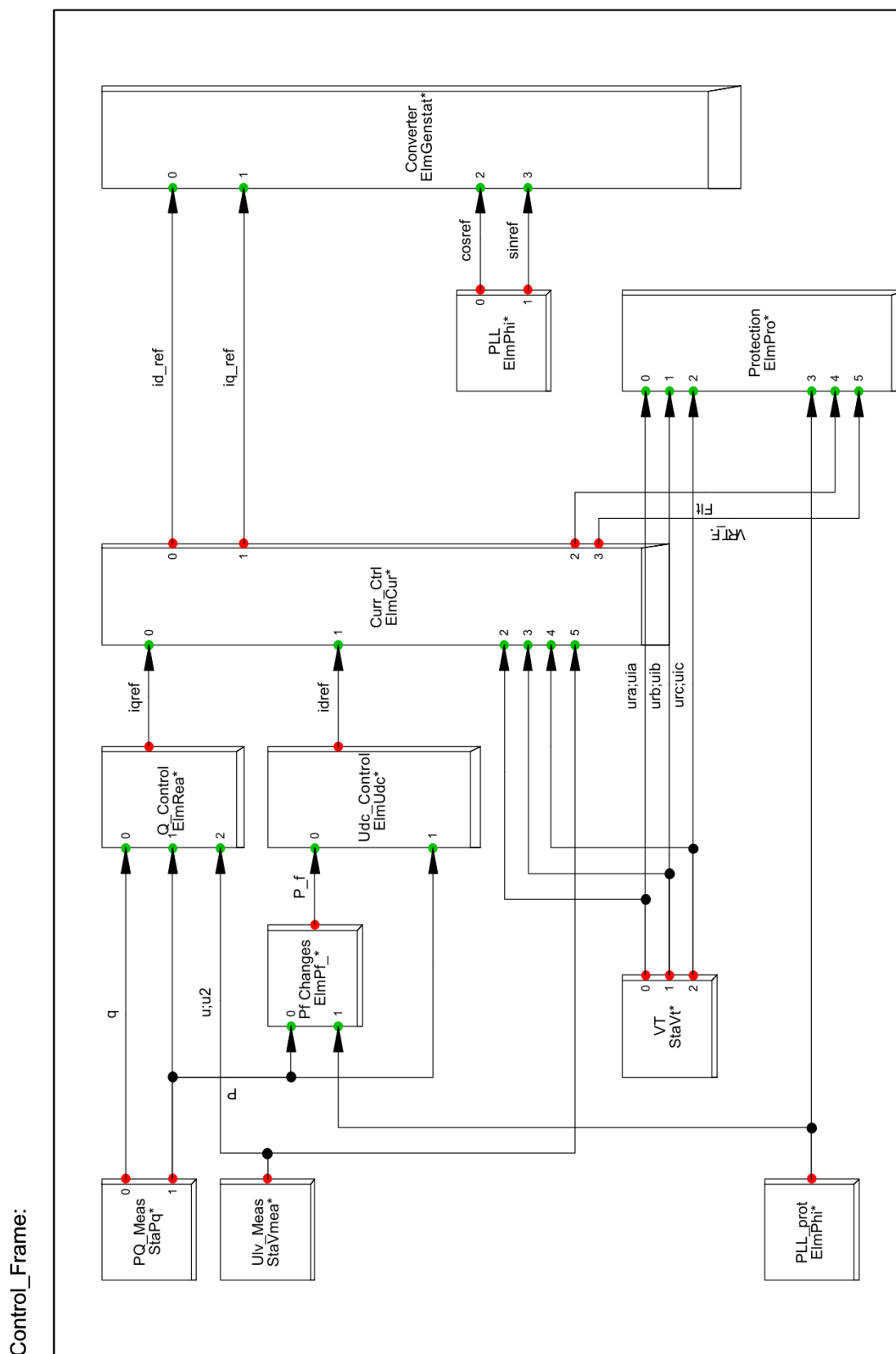


Figure 35 – Main control circuit of the model

Description of the power generating unit's simulation model

Description of the interface of the simulation model (Figure 36)

The PV converter is connected to AC mains via the 0,40 (for units SUN2000-60KTL-M0 (400Vac) and SUN2000-50KTL-M0) or 0,48 kV (for units SUN2000-65KTL-M0 and SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)) three phase busbar (which is the measuring point of the above mentioned measuring elements) and also contains the relays of the internal disconnection function.

The primary energy conversion is implemented using an *Udc_Control* block, which calculates the active current reference according to the active power set point and a typical (preprogrammed) PV characteristic.

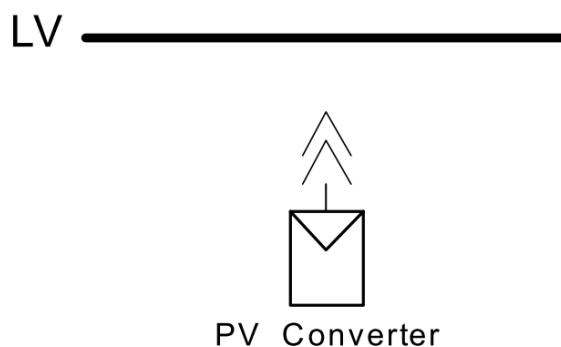


Figure 36 – Interface of the model towards the simulation environment

Description of the typical adjustable parameters of the simulation model (Figure 37)

The ranges of the following parameters need to be selected in a sensible way: I.e. using the nominal values or parameter ranges stated in the TG 3 report *PVDEM180321C32_0*. Additional stated parameters are shown for information about the validated basic parameterisation of the simulation model.

The following parameters of the simulation model have a corresponding settable value in the generating unit's software available.

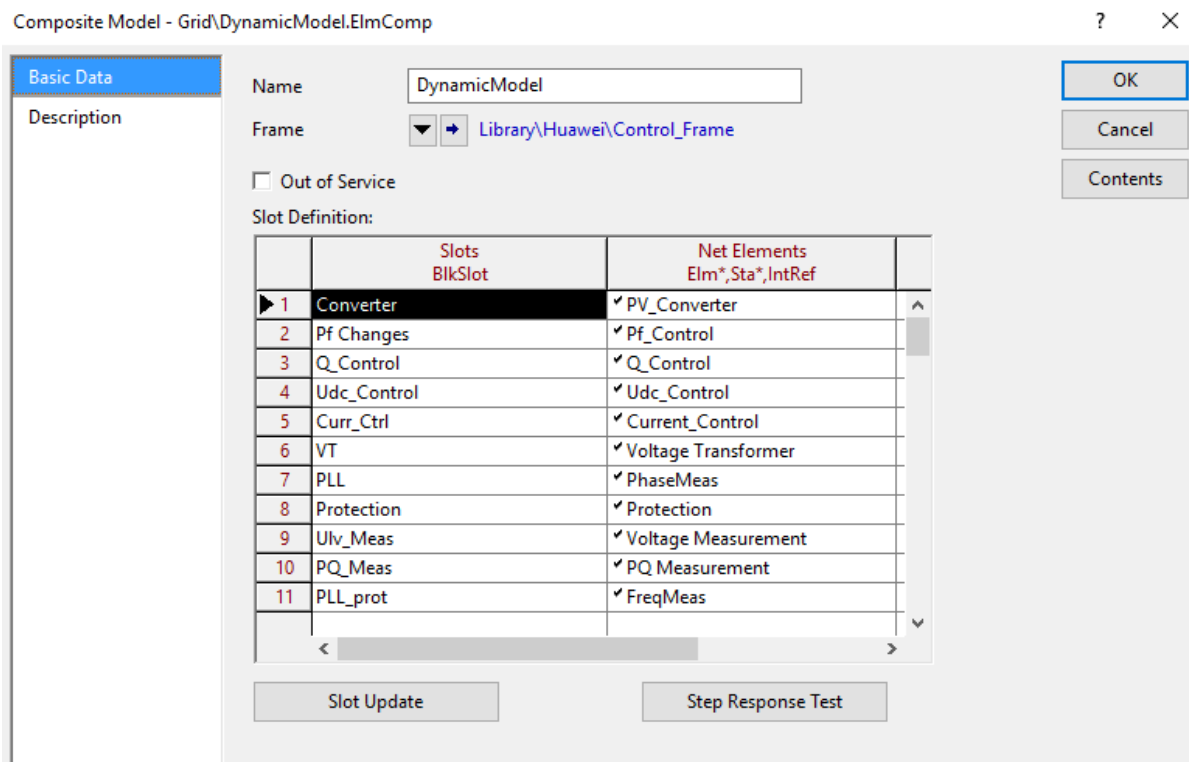


Figure 37 – Parameter setup of the model

Description of the power generating unit's simulation model			
Parameter	Description of the parameter	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]	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 60 SUN2000-50KTL-M0: 50 SUN2000-65KTL-M0: 65 SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 60
Power Factor	Default reactive power setting	[-]	1
Parallel Machines	Number of inverters simulated by one model block	[-]	1
<i>Static Generator – Grid\PV_Converter.ElmGenstat (Load Flow\General)</i>			
Active Power	Active power setpoint for reduction of power by external control	[kW]	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 60 SUN2000-50KTL-M0: 50 SUN2000-65KTL-M0: 65 SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 60
Reactive Power	Reactive power setpoint to be provided by external control	[kvar]	0
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\Pf_Control.ElmDsl</i>			
f_enable	Frequency threshold to begin power reduction	[Hz]	50,2
f_reset	Frequency threshold to return to normal operation	[Hz]	50,05
f_Limit	Frequency 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>			
Mode	<ul style="list-style-type: none"> 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

Description of the power generating unit's simulation model			
Parameter	Description of the parameter	Unit	Default
Qmin	Minimum reactive power	[p.u.] (base P_n)	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): -0,66 SUN2000-65KTL-M0: -0,6646
PFmin	Minimum power factor	[-]	-0,8
Qmax	Maximum reactive power	[p.u.] (base P_n)	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 0,66 SUN2000-65KTL-M0: 0,6646
PFmax	Maximum power factor	[-]	0,8
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\Udc_Control.ElmDsl²⁾</i>			
Kd	Proportional gain DC voltage controller	[-]	10
Td	Integral time constant DC voltage controller	[s]	2
Pn	Rated power	[W]	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 60000 SUN2000-50KTL-M0: 50000 SUN2000-65KTL-M0: 65000 SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 60000
Udcn	Rated DC voltage	[V]	800
MaxI	Max active current	[p.u.] (base I_n)	1,1
<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)	1,1
Unom	Nominal line voltage	[V]	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 400 SUN2000-50KTL-M0: 400 SUN2000-65KTL-M0: 480 SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 480

Description of the power generating unit's simulation model			
Parameter	Description of the parameter	Unit	Default
Tmu	Voltage filter time constant	[s]	0,001
Tq	Pre-fault reactive current time constant	[s]	0,5
Tcc	Equiv. converter reaction time (Internal time delay of the control algorithm, (<i>specific to simulation model</i>))	[s]	0,002
Iq_pre	<ul style="list-style-type: none"> 0: only reactive current during fault will be taken in to account for calculation of the reactive current injection 1: reactive current before and during fault will be taken in to account for calculation of the reactive current injection 	[1/0]	1
Ramp_I	Post-fault active current ramp rate	[p.u./s] (base I _n)	0,3
imax1	Current limit during symmetrical faults	[p.u.] (base I _n)	1
imax2	Current limit during asymmetrical faults	[p.u.] (base I _n)	0,4
Id_lim	Lower limit of the active current reference during grid faults: SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 0,082·I _n ≤ I _{d_lim} ≤ I _n ; SUN2000-50KTL-M0: 0,098·I _n ≤ I _{d_lim} ≤ I _n ; SUN2000-65KTL-M0: 0,090·I _n ≤ I _{d_lim} ≤ I _n ; SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 0,098·I _n ≤ I _{d_lim} ≤ I _n	[p.u.] (base I _n)	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 0,082 SUN2000-50KTL-M0: 0,098 SUN2000-65KTL-M0: 0,090 SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 0,098
ZeroCurrMode	<ul style="list-style-type: none"> 0: zero current mode disable 1: zero current mode enable 	[0/1]	0
Ut_OV	Reactive support, HVRT voltage dead-band	[p.u.] (base U _n)	0,1
Ut_UV	Reactive support, LVRT voltage dead-band	[p.u.] (base U _n)	0,1
Tu	Time constant of low pass filter for the calculation of the pre-fault voltage	[s]	60
Uo_pre	<ul style="list-style-type: none"> 0: nominal voltage is used as pre-fault voltage 1: pre-fault voltage calculated via a low pass filter with time constant defined by parameter Tu 	[0/1]	1
K-Lvrt	LVRT Slope di _q /du characteristic (range: 0 - 10)	[-]	2
K-Hvrt	HVRT Slope di _q /du characteristic (range: 0 - 6)	[-]	0

Description of the power generating unit's simulation model			
Parameter	Description of the parameter	Unit	Default
Delta_UL	Hysteresis of the LVRT deadband threshold for leave exit the LVRT function	[p.u.] (base U_n)	0
<i>Common Model – Grid\DynamicModel\ Protection.ElmDsl</i>			
Umin	Tripping threshold for 1 st level of undervoltage protection	[p.u.] (base U_n)	0,8
Tmin	Tripping delay for 1 st level of undervoltage protection	[s]	1,5
Umax	Tripping threshold for 1 st level of overvoltage protection	[p.u.] (base U_n)	1,1
Tmax	Tripping delay for 1 st level of overvoltage protection	[s]	50
fmin	Tripping threshold for underfrequency protection	[Hz]	47,5
fmax	Tripping threshold for overfrequency protection	[Hz]	51,5
Tf_min	Tripping delay for underfrequency protection	[s]	0,1
Tf_max	Tripping delay for overfrequency protection	[s]	0,1
Umin_II	Tripping threshold for 2 nd level of undervoltage protection	[p.u.] (base U_n)	0,45
Tmin_II	Tripping delay for 2 nd level of undervoltage protection	[s]	1,0
Umax_II	Tripping threshold for 2 nd level of overvoltage protection	[p.u.] (base U_n)	1,2
Tmax_II	Tripping delay for 2 nd level of overvoltage protection	[s]	0,1
VRTProc_Select	<ul style="list-style-type: none"> 0: high priority for grid protection function 1: high priority for fault ride-through tripping curve function ³⁾ 	[-]	0
Unom	Nominal line voltage	[V]	SUN2000-60KTL-M0 (400Vac): 400 SUN2000-50KTL-M0: 400 SUN2000-65KTL-M0: 480 SUN2000-60KTL-M0 (480Vac): 480
Tmu	Time constant for voltage measurement	[s]	0,01

Description of the power generating unit's simulation model

Note:

- 1) The $\cos\phi(P)$ - and $Q(U)$ -curve can be defined under
“Common Model – Grid\DynamicModel\Q_Control.ElmDs\Basic Data\Advanced 1” (for details see model user guide (provided model documentation))
- 2) The PV characteristic can be defined under
“Common Model – Grid\DynamicModel\Udc_Control.ElmDs\Basic Data\Advanced 1” (for details see model user guide (provided model documentation))
- 3) The fault ride-through tripping curve can be defined under
“Common Model – Grid\DynamicModel\Protection.ElmDs\Basic Data\Advanced 1” (for details see model user guide (provided model documentation))

Integrating the model into the simulation environment

Description of the steps for integration of the simulation model in a power generating system project (Manufacturer's declaration):

1. Import the project “Huawei_BDEW_SUN2000-xxKTL-M0_yyyV_Vz.z” into PowerFactory v2017SP1 (or later version), where xx and yy represent the units of SUN2000-60KTL-M0 (400Vac), SUN2000-50KTL-M0, SUN2000-65KTL-M0 and SUN2000-60KTL-M0 (480Vac), z.z represents the latest model version.
2. Activate the PV farm project. Copy the model template in the project “Huawei_BDEW_SUN2000-xxKTL-M0_yyyV_Vz.z” under the folder *Library\Templates\Huawei_BDEW_SUN2000-xxKTL-M0* into the folder *Library\Templates* of the PV farm project.
3. Click on the toolbox icon “General Templates”, select the above mentioned template and place the converter model into the single-line diagram.
4. Edit the parameters in the DLS control blocks 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: 0,1 ms constant step size).
8. Define network events and select the variables to be recorded.
9. Start the simulation, plot result variables and observe inverter behaviour.

Parameterisation of the simulation environment

Typical selectable simulation step size (used for validation / plausibility checks):

- PowerFactory: 0,1 ms

Typical solver to be used in the simulation environment (used for validation / plausibility checks):

- PowerFactory: Simulation Method: RMS values
 Network Representation: Unbalanced, 3-phase (ABC)

Peculiarities of the simulation model

(Manufacturer's declaration)

None

Description of the power generating unit's simulation model**Description on the usability of the simulation model within a power generating system***(Manufacturer's data)*

According to FGW TG 4 Annex E the following PGS assemblies were checked:

First PGS-environment is made up by connecting two PGUs via a medium voltage transformer to the grid via a long MV cable. This test is omitted because the prove of functionality is also given by the following PGS:

Second PGS-environment is made up by connecting 35 PGUs (first PGS) via a medium voltage transformer and a long MV cable to the grid. Additional 18 PGUs (second PGS) are connected via a medium voltage transformer and a short MV cable to the grid.

Both PGS exceed an installed power of 1 MW. Short-circuit ratio (SCR) of the first PGS is 21,1 and SCR of the second PGS is 50,6.

For both PGS the voltage dips down to $<5\% U_n$, $25\% U_n$ and $75\% U_n$ are examined. Additionally, for each of these voltage dips the test is simulated at full and partial load.

In all tests the PGS-environment show plausible behaviour and acceptable performance.

Description of the power generating unit's simulation model

Summary of the used transient and quasi-stationary durations during validation

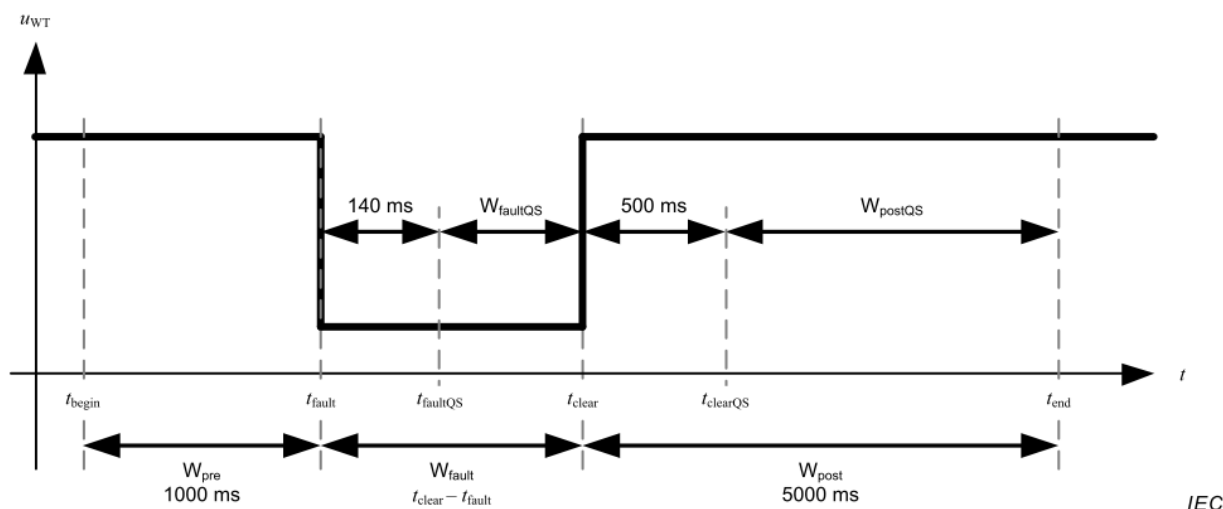


Figure 43 – Voltage dip windows

Figure 38 – Voltage dip windows definition in IEC 61400-27-1:2015

Note:

If not noted otherwise the following durations were chosen for qualification of the quasi-stationary and transient ranges according to TG 4 / IEC 61400-27-1 (see Figure 38):

Range	Duration [ms]
W_{pre}	1000
W_{fault}	$t_{clear} - t_{fault}$ (from TG 3 results)
$W_{faultQS}$	$W_{fault} - 140$
W_{post}	5000
W_{postQS}	4500

Note:

The following tables show the positive / negative sequence values of the calculated components.

The reference values for the p.u. calculations are chosen as:

Model	Reference voltage (P-P) [V]	Reference nominal power [kW]	Reference nominal current [A]
SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)	400	60	86,7
SUN2000-65KTL-M0	480	65	78,2
SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)	480	60	72,2

Description of the power generating unit's simulation model

Overview of validation according to TG 4 Appendix A (symmetrical dips)

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)

Symmetrical Tests		Positive Sequence												Negative Sequence																			
		P				Q				I _w				I _b				P				Q				I _w				I _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	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE		
Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-67																																	
Pre	U _{rest} ≤ 0,05	0,001	0,000	0,000	0,005	-0,004	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,004	0,004	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		
	Fault	0,001	-0,001	0,001	0,009	0,005	0,002	0,024	0,030	0,010	0,018	0,004	0,016	0,018	0,004	0,016	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		
	Post	0,079	0,007	0,009	0,019	-0,003	0,010	0,078	0,007	0,010	0,019	0,003	0,010	0,019	0,003	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	0,000	0,000	0,000		
Pre	U _{rest} ≤ 0,05	0,004	0,000	0,000	0,004	-0,003	0,003	0,005	0,000	0,000	0,004	0,003	0,003	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	0,000	0,000	0,000	0,000		
	Fault	0,002	0,000	0,001	0,000	0,004	0,000	0,035	-0,015	0,018	0,019	0,006	0,018	0,019	0,006	0,018	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		
	Post	0,022	-0,002	0,004	0,011	-0,001	0,005	0,022	-0,003	0,005	0,011	0,001	0,004	0,011	0,001	0,004	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		
Pre	0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	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		
	Fault	0,004	-0,002	0,003	0,005	0,005	0,004	0,014	-0,007	0,010	0,023	-0,014	0,022	0,023	-0,014	0,022	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		
	Post	0,060	-0,014	0,017	0,140	-0,004	0,015	0,060	-0,013	0,016	0,141	0,005	0,015	0,011	-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	0,000	0,000	0,000		
Pre	0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	0,002	0,000	0,000	0,011	0,010	0,010	0,003	0,000	0,000	0,011	-0,010	0,010	0,011	-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	0,000	0,000	0,000		
	Fault	0,002	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,008	0,012	0,008	0,005	-0,005	0,004	0,005	-0,005	0,004	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		
	Post	0,042	0,002	0,004	0,023	0,003	0,009	0,042	0,002	0,005	0,023	-0,003	0,009	0,023	-0,003	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	0,000	0,000	0,000		
Pre	0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	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		
	Fault	0,003	-0,003	0,002	0,006	0,004	0,005	0,013	-0,014	0,010	0,023	-0,013	0,022	0,023	-0,013	0,022	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		
	Post	0,046	-0,005	0,008	0,016	0,002	0,003	0,045	-0,006	0,008	0,016	-0,002	0,002	0,016	-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	0,000	0,000		
Pre	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	0,005	0,004	0,004	0,002	0,000	0,000	0,006	0,004	0,004	0,002	0,000	0,000	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	0,000	0,000	0,000		
	Fault	0,028	0,029	0,027	0,005	0,002	0,004	0,055	0,056	0,053	0,008	-0,003	0,007	0,008	-0,003	0,007	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		
	Post	0,063	0,023	0,028	0,025	0,001	0,005	0,064	0,024	0,028	0,025	-0,001	0,005	0,025	-0,001	0,005	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		
Pre	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	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		
	Fault	0,035	0,033	0,034	0,010	0,006	0,008	0,070	0,066	0,068	0,019	-0,013	0,018	0,018	-0,013	0,018	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		
	Post	0,026	0,000	0,006	0,015	0,002	0,002	0,026	0,000	0,006	0,015	-0,002	0,002	0,015	-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	0,000	0,000		
Pre	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	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		
	Fault	0,006	-0,005	0,005	0,012	0,009	0,011	0,012	-0,010	0,010	0,028	-0,022	0,027	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		
	Post	0,051	-0,005	0,008	0,067	0,000	0,007	0,051	-0,005	0,008	0,067	0,000	0,007	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		
Pre	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	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		
	Fault	0,001	-0,003	0,000	0,010	0,008	0,010	0,003	-0,004	0,002	0,024	-0,018	0,023	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		
	Post	0,013	-0,003	0,004	0,098	-0,010	0,017	0,014	-0,004	0,004	0,098	0,011	0,017	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		
Pre	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	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		
	Fault	0,009	0,006	0,008	0,003	-0,002	0,002	0,019	0,013	0,019	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	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		
	Post	0,009	-0,003	0,004	0,068	-0,002	0,005	0,010	-0,003	0,004	0,068	0,002	0,005	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		
Pre	0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	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	0,000		
	Fault	0,017	0,016	0,015	0,011	0,008	0,009	0,020	0,019	0,019	0,013	-0,010	0,012	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		
	Post	0,085	-0,004	0,009	0,088	0,003	0,003	0,091	-0,005	0,009	0,093	-0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00,															

Description of the power generating unit's simulation model

Overview of validation according to TG 4 Appendix A (asymmetrical dips)

SUN2000-60KTL-M0 (400Vac)

Asymmetrical Tests		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P				Q				I _b				P				Q				I _w			
		ME	MAE	MXE	MAE	ME	MAE	MXE	MAE	ME	MAE	MXE	MAE	ME	MAE	MXE	MAE	ME	MAE	MXE	MAE	ME	MAE	MXE	MAE
Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-67																									
U _{rest} ≤ 0,05	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
1.2.1.a according to IEC	Fault	0,003	0,009	0,002	0,011	0,016	0,006	0,011	0,005	0,032	-0,020	0,031	0,003	-0,009	0,002	0,004	0,007	0,004	0,006	-0,021	0,005	0,009	-0,017	0,008	
2ph/VU/a	Post	0,012	-0,005	0,006	0,003	0,004	0,012	-0,005	0,006	0,032	-0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001	
U _{rest} ≤ 0,05	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
1.2.2.a according to IEC	Fault	0,023	-0,028	0,023	0,015	0,005	0,014	0,052	-0,063	0,051	0,020	0,001	0,019	0,002	-0,007	0,001	0,005	0,004	0,003	-0,017	0,002	0,010	-0,012	0,009	
2ph/TL/a	Post	0,005	-0,004	0,004	0,016	0,002	0,002	0,005	-0,004	0,004	0,016	-0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000
0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
2.2.1.a according to IEC	Fault	0,005	0,005	0,004	0,022	0,020	0,022	0,010	0,012	0,009	0,037	-0,033	0,036	0,004	-0,006	0,004	0,003	0,003	0,002	0,011	-0,016	0,010	0,007	-0,009	0,006
2ph/VU/a	Post	0,013	-0,003	0,005	0,034	0,003	0,003	0,013	-0,004	0,005	0,034	-0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,001	0,003	0,001	0,001	
0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.2.2.a according to IEC	Fault	0,013	-0,014	0,013	0,014	0,011	0,013	0,021	-0,022	0,021	0,023	-0,017	0,022	0,002	-0,003	0,002	0,003	0,002	0,006	0,000	0,005	0,007	-0,007	0,006	
2ph/TL/a	Post	0,006	-0,004	0,004	0,016	0,002	0,002	0,006	-0,004	0,004	0,016	-0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000
0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
3.2.1.a according to IEC	Fault	0,007	0,007	0,006	0,030	0,027	0,029	0,009	0,008	0,007	0,040	-0,035	0,038	0,003	-0,003	0,002	0,001	0,001	0,011	0,011	-0,012	0,010	0,004	-0,004	0,003
2ph/VU/a	Post	0,013	-0,003	0,004	0,034	0,004	0,004	0,014	-0,003	0,004	0,034	-0,004	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,007	0,001	0,001	
0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
3.2.2.a according to IEC	Fault	0,008	-0,008	0,008	0,019	0,016	0,018	0,012	-0,012	0,011	0,024	-0,020	0,023	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,005	-0,006	0,004	0,004	-0,004	0,004	
2ph/TL/a	Post	0,005	-0,004	0,004	0,015	0,002	0,002	0,005	-0,004	0,004	0,015	-0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.2.1.a according to IEC	Fault	0,011	0,009	0,009	0,012	0,010	0,011	0,012	0,011	0,011	0,014	-0,011	0,012	0,001	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,006	-0,006	0,005	0,003	-0,002	0,002	
2ph/VU/a	Post	0,005	-0,004	0,004	0,033	0,003	0,003	0,006	-0,004	0,004	0,033	-0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,001	0,003	0,001	0,001	
0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
4.2.2.a according to IEC	Fault	0,007	-0,006	0,006	0,009	0,007	0,008	0,008	-0,007	0,007	0,010	-0,008	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	-0,003	0,002	0,002	-0,001	0,001	
2ph/TL/a	Post	0,005	-0,004	0,004	0,015	0,001	0,001	0,005	-0,004	0,004	0,015	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	Pre	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	0,000	0,000	0,000	0,000
4.2.2.b according to IEC	Fault	0,010	-0,009	0,009	0,023	0,020	0,022	0,011	-0,010	0,010	0,025	-0,022	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,003	0,000	0,002	0,002	-0,001	0,002	
2ph/TL/b	Post	0,005	-0,004	0,004	0,017	0,002	0,003	0,005	-0,004	0,004	0,016	-0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000

Description of the power generating unit's simulation model

Overview of validation according to TG 4 Appendix A (symmetrical dips)

SUN2000-60KTL-M0 (480Vac)

Symmetrical Tests		Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-67		Positive Sequence												Negative Sequence																			
				P				Q				I_w				I_b				P				Q				I_w				I_b			
				MXE	ME	MAE		MXE	MAE			MXE	MAE			MXE	MAE			MXE	MAE			MXE	MAE			MXE	MAE			MXE	MAE		
Pre	according to IEC	0,001	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,005	0,005	0,001	0,000	0,000	0,006	0,005	0,005	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			
Fault	according to IEC	0,003	-0,001	0,003	0,002	0,006	0,001	0,064	-0,027	0,057	0,020	0,004	0,017	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	0,003	-0,003	0,002	0,002			
Post	3ph/VL/a	0,086	0,011	0,012	0,019	-0,003	0,011	0,084	0,011	0,013	0,019	0,004	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	0,000	0,000	0,000	0,001	0,006	0,001	0,001			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,005	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	0,001	0,003	0,001	0,001				
Fault	according to IEC	0,001	0,001	0,000	0,005	0,005	0,004	0,002	0,005	0,001	0,021	-0,012	0,020	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	0,001	0,001	0,003	-0,001	0,002			
Post	3ph/VL/a	0,056	-0,012	0,015	0,146	-0,004	0,016	0,055	-0,012	0,015	0,146	0,005	0,016	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	0,001	0,032	0,001	0,001	0,001			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	0,045 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.1.a	according to IEC	Pre	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.1.a	according to IEC	Post	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.1.a	according to IEC	Pre	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.2.a	according to IEC	Post	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.2.a	according to IEC	Pre	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.2.a	according to IEC	Post	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.2.a	according to IEC	Pre	0,45 ≤ U_rest ≤ 0,55	3.1.2.a	according to IEC	Post		
Fault	according to IEC	0,004	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,004	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	0,000			
Post	3ph/TL/b	0,003	-0,001	0,002	0,013	0,009	0,012	0,005	-0,003	0,004	0,028	-0,022	0,027	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	0,001	0,003	-0,003	-0,003	0,002			
Pre	according to IEC	0,032	-0,006	0,007	0,062	0,001	0,009	0,032	-0,006	0,007	0,062	-0,001	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	0,000	0,000	0,001	0,016	0,000	0,001	0,000			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/VL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Fault	according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Post	3ph/TL/c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pre	according to IEC	0,001	-0,001	0,011	0,012	0,009	0,011	0,016	-0,015	0,015	0,015	-0,011	0,014	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			
Fault	according to IEC	0,012	-0,011	0,004	0,095	0,001	0,003	0,029	-0,004	0,004	0,100	-0,001	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	0,000	0,001	0,001	0,003	-0,002	0,002			
Post	3ph/TL/d	0,028	-0,004	0,004	0,055	0,001	0,003	0,029	-0,004	0,004	0,100	-0,001	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			

Description of the power generating unit's simulation model

Overview of validation according to TG 4 Appendix A (symmetrical dips)

SUN2000-65KTL-M0

Symmetrical Tests	Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-67	Positive Sequence						Negative Sequence					
		P			Q			I _w			I _b		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
	U _{rest} ≤ 0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.1.1.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/VU/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	U _{rest} ≤ 0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
	2.1.1.a according to IEC	0,002	-0,001	0,001	0,005	0,004	0,008	-0,002	0,006	0,021	-0,012	0,002	0,002
	3ph/VU/a	0,063	-0,006	0,009	0,146	-0,005	0,017	0,063	-0,005	0,008	0,146	0,003	0,001
	0,20 ≤ U _{rest} ≤ 0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.1.2.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.1.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/VU/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.2.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.2.b according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.2.c according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,45 ≤ U _{rest} ≤ 0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.2.o according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.1.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/VU/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.2.a according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.2.b according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.2.c according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,70 ≤ U _{rest} ≤ 0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.2.d according to IEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3ph/TL/d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Description of the power generating unit’s simulation model		
Data format		
.pfd		PowerFactory model file
Identification of the simulation model		
Name:		Huawei_18-0245_0_TR4_SUN2000-xxKTL-M0_V1.zip
MD5 – Checksum:		6638f6f2729aaf1ab88d5b325503773f
Archive content:		
Name of file or folder:	MD5 – Checksum:	Description:
Huawei_BDEW_SUN2000-50KTL-M0_Enc_V1.4.pfd	4c40cb6375d970a48cbedef4a15f8c16	Encrypted PowerFactory model with exemplary study cases
Huawei_BDEW_SUN2000-60KTL-M0_400V_Enc_V1.4.pfd	c2864b54b9d6b36d837f0e036ff8a61f	Encrypted PowerFactory model with exemplary study cases
Huawei_BDEW_SUN2000-60KTL-M0_480V_Enc_V1.4.pfd	fd4f1a128d7b0970983b26542dea2947	Encrypted PowerFactory model with exemplary study cases
Huawei_BDEW_SUN2000-65KTL-M0_Enc_V1.4.pfd	0bd00c1c9004479b5f6e80f9ea77aede	Encrypted PowerFactory model with exemplary study cases
Description of the simulation environment used for generating the PGU model		
Name:		PowerFactory
Software version:		2017 SP1 (x64)
Description of the simulation environment used for power generating unit validation		
Name:		PowerFactory
Software version:		2017 SP5 (x64)
Description of the provided model documentation		
Name:		<ul style="list-style-type: none">• Huawei Implementation of SUN2000-50KTL-M0 Solar Converter Model in PowerFactory V1.4.pdf (Date: 10.05.2018)• Huawei Implementation of SUN2000-60KTL-M0 400V Solar Converter Model in PowerFactory V1.4.pdf (Date: 10.05.2018)• Huawei Implementation of SUN2000-60KTL-M0 480V Solar Converter Model in PowerFactory V1.4.pdf (Date: 10.05.2018)• Huawei Implementation of SUN2000-65KTL-M0 Solar Converter Model in PowerFactory V1.4.pdf (Date: 10.05.2018)

References

The compliance to the grid connection regulation of the power generating units is shown by the results in the test report (*PVDEM180321C32_0*) which includes all type tests stated in the certificate. The type tests were conducted by Bureau Veritas CPS (H.K.) Ltd., Taoyuan Branch.

The compliance to the grid connection regulation of the simulation models is verified by the validation report (*18TH0225_TR4_0*). 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 / 480 Vac)
- SUN2000-65KTL-M0

is stated in the certification report (*18TH0225_TR8_0*).