



**BUREAU
VERITAS**

TEST REPORT / *PRÜFBERICHT*

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

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

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

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

Extract No. / *Auszug Nr.* : 14TH0075_TR3_Rev25_1_excerpt-part_1_1

Report reference number / *Referenzbericht* : 14TH0075_TR3_Rev25_1

Date of issue / *Ausstellungsdatum* : 2022-02-11

Total number of pages / *Gesamtseitenzahl* : 18

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

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

Accreditation / *Akkreditierung* :



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-12024-03-03

Applicant's name / *Antragsteller* : SMA Solar Technology AG

Address / *Adresse* : Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Germany

Test specification / *Prüfgrundlage*

Standard / *Norm* : Technical Guideline TG 3, Version 25 by 2019-01-22
(Published by FGW e.V. – Fördergesellschaft Windenergie und
andere Dezentrale Energien)

Test report form number. : TG3

Master TRF : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Test item description / *Prüflingstyp* : Grid connected photovoltaic inverter
Grid connected bidirectional battery inverter

Trademark / *Markenzeichen* :



Unit / Type	SHP 75-10 (Grid connected photovoltaic inverter)
	01 (S/N: 139F5006001401N297)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 02, Rev. 01, Assy rev. 02 PSU Board : 139b3120, Issue 08, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 05, Rev. 01, Assy rev. 00 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
MPP DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	75
Nominal active AC output power [kW]	75

Unit / Type	STP60-10 (Grid connected photovoltaic inverter)
	01 (S/N: 139F5006001401N297)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 00 PSU Board : 139b3120, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 00
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
MPP DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	60
Nominal active AC output power [kW]	60

Unit / Type	STPS 60-10 (Grid connected bidirectional battery inverter)
	01 (S/N: 139F5008010201N118)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 02, Rev. 01, Assy rev. 02 PSU Board : 139b3120, Issue 08, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 05, Rev. 01, Assy rev. 00 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	75
Nominal active AC output power [kW]	75
Max. charging power (at DC voltage > 800 V) [kW].....	60

Testing Location	Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Address.....	Businesspark A96, 86842 Türkheim, Germany
Dates of testing	2017-11-07 – 2021-21-12
Tested by (name and signature).....	Josef Hirscheider 
Approved by (name and signature).....	Gerhard Lutzenberger 

Contents / Inhaltsverzeichnis

No.	Contents / Inhalt	Page / Seite
1	Document History / <i>Dokumentenhistorie</i>	5
2	General remarks / <i>Allgemeine Anmerkungen</i>	6
3	Annex – Test Results / <i>Prüfergebnisse</i>	8
3.1.	4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / <i>WIRKLEISTUNGSABGABE</i>	9
3.1.1.	4.1.1 Active power peaks / <i>Wirkleistungsspitzen</i>	9
3.2.	4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / <i>NETZRÜCKWIRKUNGEN</i>	10
3.2.1.	4.3.2 Switching operations / <i>Schalthandlungen</i>	10
3.2.2.	4.3.3 Flicker	12
3.2.3.	4.3.4 Harmonics	13
3.2.4.	4.3.5 Unbalances of the current / <i>Unsymmetrien des Stroms</i>	17

Document History / Dokumentenhistorie

Date / Datum	Internal reference / Interne Referenz	Modification status / Änderungsstatus	Revision
2021-11-19	Josef Hirscheider	Initial report was written / <i>Erstellung der Erstversion</i>	0
2022-02-11	Josef Hirscheider	Change of reference report / <i>Änderung des Referenzberichts</i>	1

Referred documents:

F.2 SHP75_Parameters.pdf

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Preface / Allgemeines:

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

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

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

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

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

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

Acronyms / Abkürzungen:

PGU : power generating unit / *Erzeugungseinheit*

PGS : power generating system / *Erzeugungsanlage*

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

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

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

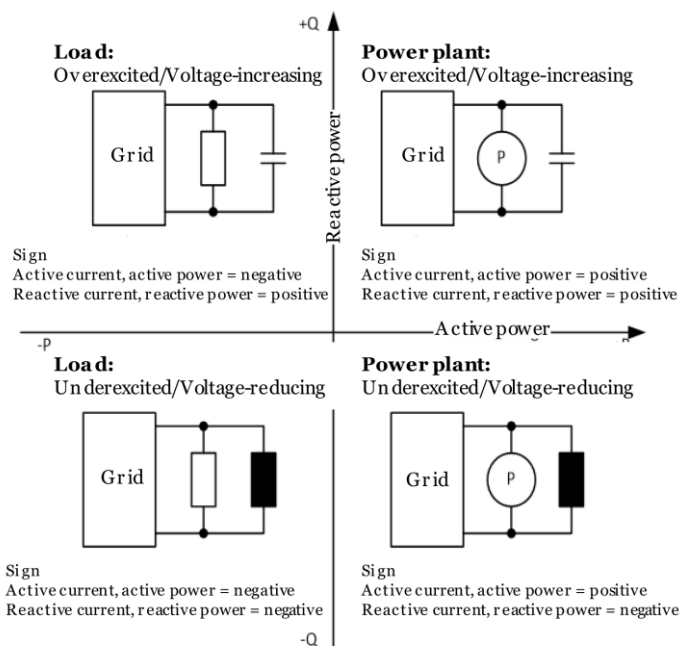


Figure 1 – Generator reference arrow system / *Erzeugerzählpfeilsystem*

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Normalization reference values:

PGU	SHP 75-10	STPS 60-10
Nominal voltage (line-to-line), U_n [V]	400	
Nominal current, I_n [A]	108,3	
Nominal AC output active power, P_n [kW]	75,0	
Max. AC output apparent power, S_{max} [kVA]	75,0	

Annex 1 – Test Results / *Prüfergebnisse*

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.1 Active power peaks / Wirkleistungsspitzen

SHP 75-10 (FW: 1.90)

Peak Power [kW]		Normalized Peak Power [-]		Number of 10-minutes data sets
$P_{0,2} = P_m$	77,22	$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,03	1
$P_{60} = P_{1min}$	76,38	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,02	1
$P_{600} = P_{10min}$	76,30	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,02	1

Measured apparent power S_{10min} at P_{10min} and $\cos\varphi = 1$ [kVA]	76,31	Measured current I_{10min} at S_{10min} and $\cos\varphi = 1$ [A]	109,1
--	-------	---	-------

Note:

The tests were conducted under normal operation ($Q = 0$).

At $\cos\varphi = 1$ the active power equals the apparent power.

The active power results of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly and to the STP 60-10 scaled by the factor $P_{max,STP\ 60-10} / P_{max,SHP\ 75-10}$.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.2 Switching operations / Schalthandlungen

STP60-10 (FW 1.15)				
Max. number of switching operations, N ₁₀	20			
Max. number of switching operations, N ₁₂₀	240			
Case of switching operation	Cut-in at 10%P _n available power			
Test	Date	Time	Current factor k _{imax}	
Switching operation test 1	17.06.2014	15:08	0,04	
Switching operation test 2	17.06.2014	15:09	0,04	
Switching operation test 3	17.06.2014	15:12	0,04	
Switching operation test 4	17.06.2014	15:13	0,04	
Switching operation test 5	17.06.2014	15:14	0,04	
Number of data sets	5			
Grid impedance angle, ψ _k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor, k _f (ψ _k)	0,10	0,08	0,07	0,05
Voltage change factor, k _u (ψ _k)	0,18	0,17	0,14	0,12
Maximum inrush current factor k _{imax}	0,04			
Case of switching operation	Cut-in at 100%P _n available power			
Test	Date	Time	Current factor k _{imax}	
Switching operation test 1	17.06.2014	15:18	0,05	
Switching operation test 2	17.06.2014	15:19	0,05	
Switching operation test 3	17.06.2014	15:20	0,05	
Switching operation test 4	17.06.2014	15:21	0,05	
Switching operation test 5	17.06.2014	15:22	0,05	
Number of data sets	5			
Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor, k _f (ψ _k)	0,88	0,70	0,45	0,27
Voltage change factor, k _u (ψ _k)	0,98	0,78	0,50	0,28
Maximum inrush current factor k _{imax}	0,05			
Case of switching operation	Service disconnection at rated power			
Test	Date	Time	Current factor k _{imax}	
Switching operation test 1	17.06.2014	15:18	0,00	
Switching operation test 2	17.06.2014	15:19	0,00	
Switching operation test 3	17.06.2014	15:20	0,00	

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Description of service disconnection procedure:	The shutdown command is sent by setting the operation enabling bit to zero.		
Number of data sets	3		
Grid impedance angle	30°	50°	70°
Flicker step factor, $k_f(\psi_k)$	0,20	0,15	0,10
Voltage change factor, $k_u(\psi_k)$	0,96	0,75	0,50
Maximum inrush current factor k_{imax}	0,00		
Worst case overall switching operations, k_{imax}	0,05		
Reactive power setpoint during testing [kvar]	0		
10 min gradient inactive during typical start-up (no grid-fault before)?	No*		
Fast Cut-in gradient parameter name	RmpIncTmm_ONLINE		
Fast Cut-in gradient parameter dimension	% of P_{nom} / min		
Fast Cut-in gradient parameter range	0 – 6000		
Fast Cut-in gradient parameter step-size	0,01		
Fast Cut-in gradient parameter set value (test value)	1000		
Cut-off gradient parameter name	RmpDecTmm_EXT		
Cut-off gradient parameter dimension	% of P_{nom} / min		
Cut-off gradient parameter range	-6000 – 0		
Cut-off gradient parameter step-size	0,01		
Cut-off gradient parameter set value (test value)	-1200		

Note / Anmerkung:

Note:

The tests were conducted on the STP60-10 according to TG3 Version 23. The results shown above were evaluated according to TG3 Version 24.

The flicker step and voltage change factors of the STP60-10 can be applied to the SHP 75-10 and STPS 60-10 directly.

The inrush current factors of the STP60-10 can be applied to the SHP 75-10 and STPS 60-10 directly.

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.3 Flicker

SHP 75-10 (FW:1.90)

Method: Measurement and evaluation was carried out according to the procedure in IEC 61400-21.

Grid impedance angle / Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°				50°				70°				85°			
Operating point / <i>Betriebspunkt</i> , [%P _n]	Flicker coefficient / <i>Flickerkoeffizient</i> , c(ψ_k)															
0-5	1,16				0,98				0,75				0,63			
10	1,15				0,97				0,74				0,63			
20	1,14				0,98				0,78				0,67			
30	1,14				0,98				0,80				0,68			
40	1,13				0,99				0,81				0,70			
50	1,12				1,00				0,83				0,74			
60	1,13				1,00				0,89				0,83			
70	1,12				1,02				0,93				0,89			
80	1,14				1,07				1,02				1,01			
90	1,16				1,07				1,01				0,99			
100	8,29				7,53				6,39				5,62			
Max. Flicker coefficient / Max. <i>Flickerkoeffizient</i> , c(ψ_k)	8,29				7,53				6,39				5,62			
Max. Short-term flicker / Max. <i>Kurzzeitflickerstörfaktor</i> , P _{st}	0,41				0,38				0,32				0,28			
Reactive power setpoint during testing [kvar]								0								
P [%P _n]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
Number of data sets	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					

Note:

The table entries are worst case values.

$S_{k, fic}/S_n$ in the fictitious grid was set to: 20.

The flicker step and voltage change factors of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly.

The inrush current factors of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly.

Test results for STP60-10 are documented in test report 14TH0075_TR3_2 (chapter 4.4.2)

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.4 Harmonics

SHP 75-10 (FW:1.90)

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		Max.
Order	I _h [%I _n]												
1	4,91	9,86	19,70	29,50	39,26	48,97	58,66	69,24	78,84	88,41	100,77		100,77
2	0,14	0,19	0,35	0,33	0,32	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,47		0,47
3	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,08	0,08	0,39		0,39
4	0,04	0,05	0,10	0,06	0,06	0,07	0,09	0,11	0,11	0,12	0,19		0,19
5	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,11		0,11
6	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,10		0,10
7	0,03	0,03	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07		0,07
8	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07		0,07
9	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10		0,10
10	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05		0,05
11	0,06	0,07	0,06	0,14	0,16	0,14	0,13	0,11	0,11	0,10	0,10		0,16
12	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		0,04
13	0,05	0,07	0,09	0,11	0,16	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12	0,10		0,16
14	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03		0,03
15	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04		0,04
16	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02		0,02
17	0,03	0,05	0,13	0,08	0,13	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,15		0,19
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
19	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,13	0,14	0,15	0,14	0,14	0,11		0,15
20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
23	0,01	0,02	0,02	0,07	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,07		0,09
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
25	0,02	0,02	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06		0,08
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
29	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04		0,05
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	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03		0,04
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03		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	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02		0,04
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	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01		0,02
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
41	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02		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	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02		0,03
44	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
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	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01		0,03
48	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
49	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01		0,03
50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
TDC [%I _n]	0,20	0,25	0,43	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,54	0,55	0,73		0,73

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.4 Harmonics – Voltage harmonics

SHP 75-10 (FW:1.90)

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		Max.
Order	U _n [%U _n]												
2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		0,05
3	0,03	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07		0,07
4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,02
5	0,02	0,03	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05		0,07
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
7	0,01	0,02	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06		0,07
8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
9	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05		0,06
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
11	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06		0,06
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
13	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		0,05
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
15	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05		0,05
16	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
17	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05		0,05
18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01		0,01
19	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05		0,05
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01		0,01
21	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04		0,04
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01
23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04		0,04
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01		0,01
25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04		0,04
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01
27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04		0,04
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01
29	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03		0,03
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03		0,03
32	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
33	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
35	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03		0,03
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03		0,03
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01		0,01
39	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03		0,03
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01
41	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03		0,03
42	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,02
43	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02		0,02
44	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01
45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		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	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
48	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01		0,02
49	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
50	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,02
TDD[%U ₁]	0,10	0,10	0,13	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,22		0,22

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Harmonics – Interharmonics

SHP 75-10 (FW:1.90)

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		Max.
f [Hz]	I _h [%I _n]												
75	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,53		0,53
125	0,29	0,31	0,33	0,30	0,28	0,28	0,26	0,25	0,26	0,27	0,51		0,51
175	0,20	0,24	0,28	0,22	0,20	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21	1,67		1,67
225	0,14	0,15	0,17	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,30		0,30
275	0,06	0,06	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,47		0,47
325	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,17	0,20	0,28		0,28
375	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,13		0,13
425	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,18		0,18
475	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,24		0,24
525	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13		0,13
575	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07		0,07
625	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,15		0,15
675	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05		0,05
725	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,08		0,08
775	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,07		0,07
825	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05		0,05
875	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05		0,05
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03		0,03
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03		0,03
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04		0,04
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05		0,05
1125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		0,04
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03		0,03
1225	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04		0,04
1275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	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	0,01	0,01	0,01	0,03		0,03
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03		0,03
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
1575	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05		0,05
1625	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03		0,03
1675	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07		0,07
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
1775	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05		0,05
1825	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04		0,04
1875	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04		0,04
1925	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
1975	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06		0,06

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

Harmonics – Higher Frequencies components

SHP 75-10 (FW:1.90)

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		Max.
f [kHz]	I _h [%I _n]												
2,1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09		0,09
2,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07		0,07
2,5	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06		0,06
2,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04		0,04
2,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
3,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
3,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
3,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03		0,03
3,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02		0,02
3,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03		0,03
4,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
4,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		0,02
4,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
4,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
4,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
5,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
5,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
5,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
5,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
5,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
6,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
6,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
6,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
6,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
6,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
7,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
7,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
7,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
7,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
7,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
8,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
8,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
8,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
8,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01
8,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01

P [%P _n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P _{max}
Number of data sets	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Note:

10-cycle windows of the measured data are used as base for the harmonics calculation.

The reference current is 108,3 A.

The reference voltage is 400 V (P-P).

The stated harmonics are maximum values over all 3 phases and all datasets.

A transfer of the relative parts of the Harmonics above order 1 of SHP 75-10 to the STPS 60-10 is possible directly.

Test results for STP60-10 are documented in test report 14TH0075_TR3_2 (chapter 4.4.3)

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / NETZRÜCKWIRKUNGEN

4.3.5 Unsymmetries

SHP 75-10 (FW:1.90)

P [%P _n]	P* [kW]	U ₁₊ * [V]	U ₁₋ * [V]	I ₁₊ * [A]	I ₁₋ * [A]	u _i * [% I ₁₊]	u _{i abs} * [% I _n]	Number of data sets
0 - 5	3,70	232,39	0,49	5,31	0,01	0,13	0,01	3
10	7,40	232,56	0,41	10,67	-0,01	-0,06	-0,01	3
20	14,90	232,73	0,38	21,30	0,01	0,02	0,00	3
30	22,30	232,76	0,42	31,94	0,02	0,05	0,01	3
40	29,68	232,86	0,40	42,46	0,01	0,02	0,01	3
50	37,07	232,99	0,37	53,03	0,01	0,01	0,01	3
60	44,40	233,09	0,36	63,50	0,01	0,02	0,01	3
70	52,40	233,19	0,39	74,97	-0,01	-0,01	-0,01	3
80	59,70	233,20	0,44	85,33	-0,01	-0,02	-0,01	3
90	66,96	233,20	0,43	95,71	-0,01	-0,01	-0,01	3
100	76,30	233,23	0,44	109,05	-0,02	-0,02	-0,02	3
Maximum unsymmetry U _{imax} :					0,13			

End of Report



**BUREAU
VERITAS**

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

Determination of electrical properties /
Bestimmung der elektrischen Eigenschaften

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

Extract No. / *Auszug Nr.* : 14TH0075_TR3_Rev25_1_excerpt-part_2_1

Report reference number / *Referenzbericht* : 14TH0075_TR3_Rev25_1

Date of issue / *Ausstellungsdatum* : 2021-12-16

Total number of pages / *Gesamtseitenzahl* : 19

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

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

Accreditation / *Akkreditierung* :



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-12024-03-03

Applicant's name / *Antragsteller* : SMA Solar Technology AG

Address / *Adresse* : Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Germany

Test specification / Prüfgrundlage

Standard / *Norm* : Technical Guideline TG 3, Version 25 by 2019-01-22
(Published by FGW e.V. – Fördergesellschaft Windenergie und
andere Dezentrale Energien)

Test report form number. : TG3

Master TRF : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Test item description / *Prüflingstyp* : Grid connected photovoltaic inverter
Grid connected bidirectional battery inverter

Trademark / *Markenzeichen* :



Unit / Type	SHP 75-10 (Grid connected photovoltaic inverter)
	01 (S/N: 139F5006001401N297)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 02, Rev. 01, Assy rev. 02 PSU Board : 139b3120, Issue 08, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 05, Rev. 01, Assy rev. 00 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
MPP DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	75
Nominal active AC output power [kW]	75

Unit / Type	STP60-10 (Grid connected photovoltaic inverter)
	01 (S/N: 139F5006001401N297)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 00 PSU Board : 139b3120, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 00
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
MPP DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	60
Nominal active AC output power [kW]	60

Unit / Type	STPS 60-10 (Grid connected bidirectional battery inverter)
	01 (S/N: 139F5008010201N118)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 02, Rev. 01, Assy rev. 02 PSU Board : 139b3120, Issue 08, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 05, Rev. 01, Assy rev. 00 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	75
Nominal active AC output power [kW]	75
Max. charging power (at DC voltage > 800 V) [kW].....	60

Testing Location	Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Address.....	Businesspark A96, 86842 Türkheim, Germany
Dates of testing	2017-11-07 – 2021-21-12
Tested by (name and signature).....	Josef Hirscheider 
Approved by (name and signature).....	Gerhard Lutzenberger 

Contents / Inhaltsverzeichnis		
No.	Contents / Inhalt	Page / Seite
1	Document History / <i>Dokumentenhistorie</i>	5
2	General remarks / <i>Allgemeine Anmerkungen</i>	6
3	Annex 1 – Test Results / <i>Prüfergebnisse</i>	8
3.1.	4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / <i>WIRKLEISTUNGSABGABE</i>	9
3.1.1.	4.1.1 Active power peaks / <i>Wirkleistungsspitzen</i>	9
3.1.2.	4.1.2 Operating power limited by grid operator / <i>Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber</i>	10
3.1.3.	4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency / <i>Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz</i>	11
3.2.	4.2 Reactive power provision / <i>Blindleistungsbereitstellung</i>	12
3.2.1.	4.2.1 Reactive power response in normal operation (Q = 0 kVar)/ <i>Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb (Q = 0 kVar)</i>	12
3.2.2.	4.2.2 Measuring the maximum reactive power range (PQ diagram) / <i>Vermessung des maximalen Blindleistungsstellbereich (PQ-Diagramm)</i>	13
3.2.3.	4.2.3 Measuring separate operating points in the voltage-dependent PQ diagram / <i>Vermessung einzelner Arbeitspunkte des spannungsabhängigen PQ-Diagramms</i>	14
3.2.4.	4.2.4 Reactive power following setpoint / <i>Blindleistung nach Sollwertvorgabe</i>	16
3.2.5.	4.2.5 Q(U) control / <i>Q(U) Regelung</i>	18
3.2.6.	4.2.6 Q(P) control / <i>Q(P) Regelung</i>	18
3.2.7.	4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function / <i>Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion</i>	18

Document History / Dokumentenhistorie			
Date / Datum	Internal reference / Interne Referenz	Modification status / <i>Änderungsstatus</i>	Revision
2021-11-19	Josef Hirscheider	Initial report was written / <i>Erstellung der Erstversion</i>	0
2022-02-14	Josef Hirscheider	Change of reference report / <i>Änderung des Referenzberichts</i> Tests 4.2.2/4.2.3: Notes regarding maximum reactive power provision added / <i>Bemerkungen bezüglich des maximalen Blindleistungsstellbereichs hinzugefügt</i>	1
Referred documents:			
F.2 SHP75_Parameters.pdf			

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Preface / Allgemeines:

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

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

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

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

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

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

Acronyms / Abkürzungen:

PGU : power generating unit / *Erzeugungseinheit*

PGS : power generating system / *Erzeugungsanlage*

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

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

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

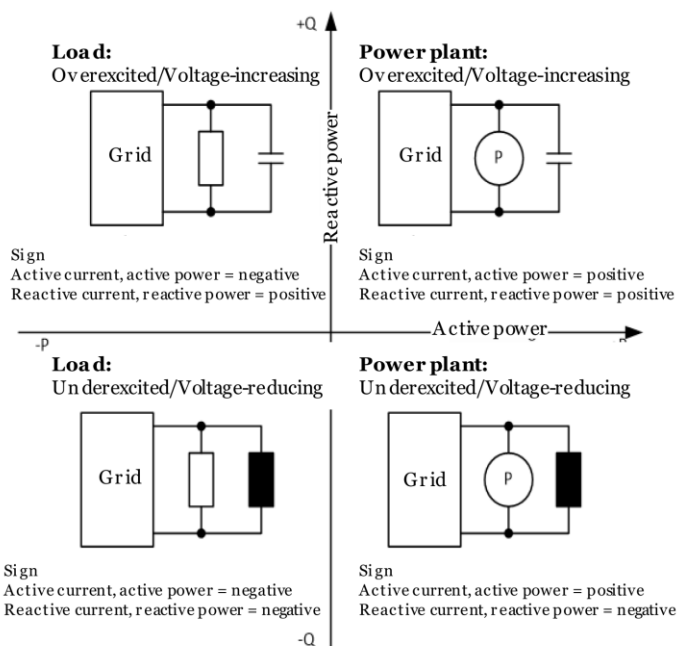


Figure 1 – Generator reference arrow system / Erzeugerzählpfeilsystem

Reference values / <i>Bezugswert</i> :		
Normalization reference values:		
PGU	SHP 75-10	STPS 60-10
Nominal voltage (line-to-line), U_n [V]	400	
Nominal current, I_n [A]	108,3	
Nominal AC output active power, P_n [kW]	75,0	
Max. AC output apparent power, S_{max} [kVA]	75,0	

Annex 1 – Test Results / *Prüfergebnisse*

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

4.1.1 Active power peaks / Wirkleistungsspitzen

SHP 75-10 (FW: 1.90)

Peak Power [kW]		Normalized Peak Power [-]		Number of 10-minute records used /
$P_{0,2} = P_m$	77,22	$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,03	1
$P_{60} = P_{1min}$	76,38	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,02	1
$P_{600} = P_{10min}$	76,30	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,02	1
Measured apparent power S_{10min} at P_{10min} and $\cos\phi = 1$ [kVA]		76,31	Measured current I_{10min} at S_{10min} and $\cos\phi = 1$ [A]	109,1

Note:

The tests were conducted under normal operation ($Q = 0$).

At $\cos\phi = 1$ the active power equals the apparent power.

The active power results of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly and to the STP 60-10 scaled by the factor $P_{max,STP\ 60-10} / P_{max,SHP\ 75-10}$.

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

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

The unit is able to run at reduced power. / Die EZE's können mit reduzierter Leistung betrieben werden.	☒ Yes / Ja	☐ No / Nein
Disconnection from the grid at external active power set-points at / Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von:	At 0% setpoint the PGU stays connected without power feeding.	
SHP 75-10 (FW: 02.04)		
Max. deviation of power setting / Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung	Exceeding / Überschreitung: 1,1 kW	Undercut / Unterschreitung: N/A
Settling time of the power output after a change in set-point with minimal gradient: / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten: ±19,8%P _n /min (for both ramp up and down) corresponding to ±0,33 P _n /s / 19,8%P _n /min (für Anstiegs- und Abstiegsrampen) entsprechend ±0,337 P _n /s	P _{70%} → P _{50%}	Time / Zeit: 63 s Gradient: -0,30%P _n /s*
	P _{50%} → P _{70%}	Time / Zeit: 62 s Gradient: 0,30%P _n /s*
Settling time of the power output after a change in set-point with maximum gradient / Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten: 39,6%P _n /min (for both ramp up and down) corresponding to ±0,66 P _n /s / 39,6%P _n /min (für Anstiegs- und Abstiegsrampen) entsprechend ±0,66 P _n /s	P _{90%} → P _{10%}	Time / Zeit: 115,0 s Gradient: -0,65%P _n /s**
	P _{10%} → P _{90%}	Time / Zeit: 116,0 s Gradient: 0,65%P _n /s**

Note:

* In order to achieve power gradients larger than $0,33\% P_n / \text{s}$, the gradient control parameters must be set to larger values than $0,33\% P_n / \text{s}$.

Note:

The output power is set in the control software with an accuracy of $1\%P_n$ or better.

The setpoint was set by *SunSpec Dashboard* using the Ethernet connection.

The control / communication is established with an interconnected Inverter Manager which performs the high level control and communication. The Inverter Manager is essential to provide this tested functionality.

The active power results of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly and to the STP 60-10 scaled by the factor $P_{\text{max,STP 60-10}} / P_{\text{max,SHP 75-10}}$.

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / WIRKLEISTUNGSABGABE

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

SHP 75-10 (FW: 02.04)

Overfrequency / Überfrequenz	Mean power gradient at overfrequency / Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung	Mean gradient / Mittlerer Gradient -39,7%P _{nom} /Hz
	Max. Settling time / Max. Einschwingzeit	1,18 s
	Power gradient after recovery of overfrequency / Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz *	Mean gradient / Mittlerer Gradient: -5,85%P _n /min Max. gradient / Max. Gradient: -8,96%P _n /min
Underfrequency / Unterfrequenz	Mean power gradient at underfrequency / Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung	Mean gradient / Mittlerer Gradient 40,47%P _{nom} /Hz
	Max. Settling time / Max. Einschwingzeit	1,20 s
	Power gradient after recovery of underfrequency / Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Unterfrequenz *	Mean gradient / Mittlerer Gradient: 8,82%P _n /min Max. gradient / Max. Gradient: 9,82%P _n /min

Note for Overfrequency:

* During the frequency step 5 the power set-point was set to 100%P_n.

Note for Underfrequency:

* During the frequency step 3 the power set-point was set to 100%P_n.

Note:

The set active power gradient after recovery from overfrequency value was set to 5%P_n/min. The set active power gradient after recovery from underfrequency was set to 9,82%P_n/min. If the set active power gradient after recovery from overfrequency, mean and max gradients were set to 10% P_n/min, mean and max gradients would be larger than 10% P_n/min. As both gradients are defined by the same parameter (RmpIncTmm_FPRreg), this parameter should be set to 5%P_n/min, as this is a value where the correct functionality was verified.

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

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

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

SHP 75-10 (FW:1.90.002)

Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range / <i>Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich</i>	P/P _n	Q ₀	P/P _n	Q ₀
	[%]	[kvar]	[%]	[kvar]
	1-5	-0,3	60	0,2
	10	-0,3	70	0,3
	20	-0,2	80	0,4
	30	-0,1	90	0,5
	40	0,0	100	0,6
	50	0,1		

Note for Maximum reactive power provision capability (P(Q) characteristic):

The tests were conducted on the STP60-10 according to TG3 Version 25.

The active power results of the STP60-10 can be applied to the SHP 75-10 and STPS 60-10 scaled (by the factor $P_{n,notmeasured} / P_{n, STP60-10}$).

4.2 Reactive power provision / Blindleistungsbereitstellung

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

STP60-10 (01.90)

	P/P _n	Q _{ind}	Q _{cap}	P/P _n	Q _{ind}	Q _{cap}
	[%]	[kvar]		[%]	[kvar]	
Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range / <i>Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich</i>	5	36,4	-36,1	60	36,0	-36,4
		36,4	-36,1		35,9	-36,4
		36,4	-36,1		35,9	-36,4
	10	36,4	-36,1	70	35,9	-36,4
		36,4	-36,1		35,8	-36,4
		36,4	-36,1		35,8	-36,4
	20	36,3	-36,2	80	35,7	-36,4
		36,3	-36,2		33,9	-33,6
		36,3	-36,2		31,0	-30,7
	30	36,3	-36,2	90	26,6	-26,3
		36,2	-36,2		22,5	-22,2
		36,2	-36,3		17,5	-17,2
	40	36,2	-36,3	100	12,8	-12,5
		36,1	-36,3		3,7	-3,6
		36,1	-36,3		0,5	-0,5
	50	36,1	-36,3			
		36,1	-36,3			
		36,0	-36,3			

Note:

The reactive power was set to maximum Q = 36 kvar during the test.

The STP60-10 is limited to maximum Q = 60 kvar. Upon request of the manufacturer, a maximum of 36 kvar was tested as a maximum reactive power provision of 100% P_n is not demanded in the VDE-AR-N 4110.

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

SHP 75-10 (FW: 02.04)

Working points of the voltage dependent P-Q-diagram / <i>Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms</i>	WP / AP	U/U _n [%]	Q [var]
	1 ind.	0,9	-45420,07
	2 ind.	0,9	-45490,49
	3 ind.	0,9	-45590,49
	4 ind.	0,9	-45688,84
	5 ind.	0,9	-45786,84
	6 ind.	0,9	-45885,61
	7 ind.	0,9	-45984,09
	8 ind.	0,9	-46078,09
	9 ind.	0,9	-41968,28
	10 ind.	0,9	-30689,47
	11 ind.	0,9	-826,34
	1 cap. / kap.	0,9	45553,140
	2 cap. / kap.	0,9	45484,171
	3 cap. / kap.	0,9	45385,634
	4 cap. / kap.	0,9	45285,509
	5 cap. / kap.	0,9	45187,755
	6 cap. / kap.	0,9	45090,117
	7 cap. / kap.	0,9	44991,560
	8 cap. / kap.	0,9	44891,621
	9 cap. / kap.	0,9	40626,705
	10 cap. / kap.	0,9	29173,247
	11 cap. / kap.	0,9	-827,009
	WP / AP	U/U _n [%]	Q [var]
	1 ind.	1,1	-45377,6
	2 ind.	1,1	-45447,3
	3 ind.	1,1	-45547,5
	4 ind.	1,1	-45647,5
	5 ind.	1,1	-43576,1
	6 ind.	1,1	-45841
	7 ind.	1,1	-45939,7
	8 ind.	1,1	-46038,2
	9 ind.	1,1	-46135,9
	10 ind.	1,1	-33879,9
	11 ind.	1,1	-849,513
	1 cap. / kap.	1,1	45601,69
	2 cap. / kap.	1,1	45531,91
	3 cap. / kap.	1,1	45434,24
	4 cap. / kap.	1,1	45334,63
	5 cap. / kap.	1,1	45237,93
	6 cap. / kap.	1,1	45141,15
	7 cap. / kap.	1,1	45043,2
	8 cap. / kap.	1,1	44946,86
	9 cap. / kap.	1,1	44852,3
	10 cap. / kap.	1,1	32345,7
	11 cap. / kap.	1,1	-849,517

Note:

The setpoint was set by *SunSpec Dashboard* using the Ethernet connection.

The reactive power results of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly and to the STP 60-10 scaled by the factor $P_{\max, \text{STP } 60-10} / P_{\max, \text{SHP } 75-10}$.

As in the previous test, upon request of the manufacturer, a maximum reactive power of $60\%P_n$ was tested as a maximum reactive power provision of $100\%P_n$ is not demanded in the VDE-AR-N4110.

4.2.4 Reactive power following setpoint / *Blindleistung nach Sollwertvorgabe*

SHP 75-10 (FW:02.04)

a) Determine the setpoint accuracy

i)Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
Default settling time / <i>Einschwingzeit</i>	Parameter	Deviation Q [kvar]
	Default settling time / <i>Einschwingzeit</i> ($3\tau = 10$ s)	0,83
Set-point accuracy of reactive power / <i>Einstellgenauigkeit der Blindleistung</i>	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
	0,0	0,1
	45,0	45,6
	-45,0	-45,4

Note:

* The measured voltage is the average value of phase-to-neutral voltage of the positive sequence system. During the tests the transformer tap was adapted to stabilize the output AC voltage.

The setpoint was set by *SunSpec Dashboard* using the Ethernet connection.

4.2.4 Reactive power following setpoint / *Blindleistung nach Sollwertvorgabe*

SHP 75-10 (FW:02.04)

b) Determine the response time

i) Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
settling time / <i>Einschwingzeit</i>	Parameter	Settling time / <i>Einschwingzeit</i>
	Fast settling time / <i>Schnelle Einschwingzeit</i> ($3\tau = 6$ s)	5,56 s ($0 \rightarrow +Q_{max}$) 6,66 s ($+Q_{max} \rightarrow -Q_{max}$)
	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
Set-point accuracy of reactive power / <i>Einstellgenauigkeit der Blindleistung</i>	0	-0,378
	45	45,117
	-45	-45,867
ii) Control of reactive power through set-point signal / <i>Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe</i>	☐ Power factor / <i>Verschiebungsfaktor</i>	☒ Reactive power / <i>Blindleistung</i>
	P_{bin} at / bei Q_{max}	50% P_n
Slow settling time / <i>Längste Einschwingzeit</i>	Parameter	Settling time / <i>Einschwingzeit</i>
	Slow settling time / <i>Längste Einschwingzeit</i> ($3\tau = 60$ s)	48,94 s ($0 \rightarrow +Q_{max}$) 59,46 s ($+Q_{max} \rightarrow -Q_{max}$)
	Set-point / <i>Sollwert</i>	Measured value / <i>Istwert</i>
Set-point accuracy of reactive power / <i>Einstellgenauigkeit der Blindleistung</i>	0	-0,379
	45	45,000
	-45	-45,565

Note:

The setpoint was set by *SunSpec Dashboard* using the Ethernet connection.

The reactive power results of the SHP 75-10 can be applied to the STPS 60-10 directly directly and to the STP 60-10 scaled by the factor $P_{max,STP\ 60-10} / P_{max,SHP\ 75-10}$.

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

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

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

Remark / Anmerkung:

The Q(U) and Q(P) * control function were not tested, please see test report. /
Die Q(U)- und Q(P) *-Regelung wurden nicht geprüft, siehe Prüfbericht.

The reactive power Q with voltage limitation function was not tested. please see test report. /
Die Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion wurden nicht geprüft, siehe Prüfbericht.

End of Report



**BUREAU
VERITAS**

TEST REPORT / *PRÜFBERICHT*

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

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

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

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

Extract No. / *Auszug Nr.* : 14TH0075_TR3_Rev25_1_excerpt-part_3_1

Report reference number / *Referenzbericht* : 14TH0075_TR3_Rev25_1

Date of issue / *Ausstellungsdatum* : 2021-12-16

Total number of pages / *Gesamtseitenzahl* : 12

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

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

Accreditation / *Akkreditierung* :



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-12024-03-03

Applicant's name / *Antragsteller* : SMA Solar Technology AG

Address / *Adresse* : Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Germany

Test specification / *Prüfgrundlage*

Standard / *Norm* : Technical Guideline TG 3, Version 25 by 2019-01-22
(Published by FGW e.V. – Fördergesellschaft Windenergie und
andere Dezentrale Energien)

Test report form number. : TG3

Master TRF : Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

Test item description / *Prüflingstyp* : Grid connected photovoltaic inverter
Grid connected bidirectional battery inverter

Trademark / *Markenzeichen* :



Unit / Type	SHP 75-10 (Grid connected photovoltaic inverter)
	01 (S/N: 139F5006001401N297)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 02, Rev. 01, Assy rev. 02 PSU Board : 139b3120, Issue 08, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 05, Rev. 01, Assy rev. 00 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
MPP DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	75
Nominal active AC output power [kW]	75

Unit / Type	STP60-10 (Grid connected photovoltaic inverter)
	01 (S/N: 139F5006001401N297)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 00 PSU Board : 139b3120, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 00
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
MPP DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	60
Nominal active AC output power [kW]	60

Unit / Type	STPS 60-10 (Grid connected bidirectional battery inverter)
	01 (S/N: 139F5008010201N118)
Hardware version.....	Comm/Ctrl Board : 139b3128, Issue 04, Rev. 00, Assy rev. 01 Inverter Board : 139b3116, Issue 02, Rev. 01, Assy rev. 02 PSU Board : 139b3120, Issue 08, Rev. 00, Assy rev. 00 DC-link Board : 139b3124, Issue 05, Rev. 01, Assy rev. 00 IPV/RCMU Board : 139b3126, Issue 03, Rev. 00, Assy rev. 04 Grid RFI filter Board : 139b3118, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01 PV RFI filter Board : 139b3122, Issue 02, Rev. 00, Assy rev. 01
Firmware versions (tested)	Control : 02.04 Communication : 02.04
Ratings.....	
DC voltage range [V]	570 – 800
Nominal output AC voltage [V]	400 (3 Phasen + PE) @ 50 Hz
Nominal apparent AC output power [kVA]	75
Nominal active AC output power [kW]	75
Max. charging power (at DC voltage > 800 V) [kW].....	60

Testing Location	Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Address.....	Businesspark A96, 86842 Türkheim, Germany
Dates of testing	2017-11-07 – 2021-21-12
Tested by (name and signature).....	Josef Hirscheider 
Approved by (name and signature).....	Gerhard Lutzenberger 

Contents / Inhaltsverzeichnis		
No.	Contents / Inhalt	Page / Seite
1	Document History / <i>Dokumentenhistorie</i>	5
2	General remarks / <i>Allgemeine Anmerkungen</i>	6
3	Annex – Test Results / <i>Prüfergebnisse</i>	8
3.1.	4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID / <i>PGU DISCONNECTION FROM THE GRID</i>	9
3.2.	4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS / <i>NACHWEIS DER ZUSCHALTBEDINGUNGEN</i>	12

Document History / Dokumentenhistorie

Date / Datum	Internal reference / Interne Referenz	Modification status / <i>Änderungsstatus</i>	Revision
2021-11-19	Josef Hirscheider	Initial report was written / <i>Erstellung der Erstversion</i>	0
2022-02-14	Josef Hirscheider	Change of reference report / <i>Änderung des Referenzberichts</i>	1

Referred documents:

F.2 SHP75_Parameters.pdf

General remarks / Allgemeine Anmerkungen

Preface / Allgemeines:

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

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

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

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

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

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

Acronyms / Abkürzungen:

PGU : power generating unit / *Erzeugungseinheit*

PGS : power generating system / *Erzeugungsanlage*

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

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

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

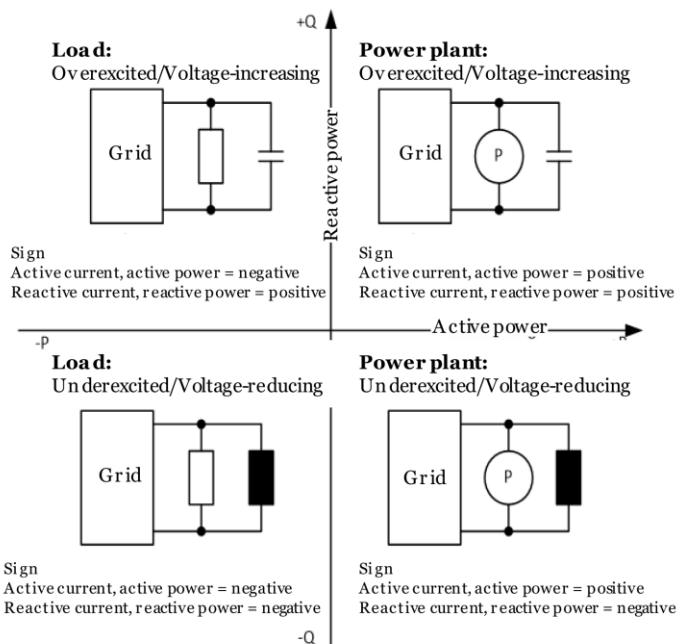


Figure 1 – Generator reference arrow system / Erzeugerzählpfeilsystem

General remarks / Allgemeine Anmerkungen		
Reference values / Bezugswert:		
Normalization reference values:		
PGU	SHP 75-10	STPS 60-10
Nominal voltage (line-to-line), U_n [V]	400	
Nominal current, I_n [A]	108,3	
Nominal AC output active power, P_n [kW]	75,0	
Max. AC output apparent power, S_{max} [kVA]	75,0	

Annex – Test Results / *Prüfergebnisse*

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

☒ Grid simulator (grid conditions varied)

☐ Test bench / free field test (internal limits of unit changed / status signal recorded)

The grid monitoring unit is integrated in the PGU and senses at the grid terminals of the PGU. The phase-to-phase voltages are monitored by the PGU. The following table shows phase-to-phase voltages. The shown disconnection times include the whole trip chain.

Tests were performed on the test terminals. The setup consists of a grid simulator connected directly to the test terminals of the grid protection device, simulation varying grid conditions the unit will trip on. The inverter runs on the grid in parallel, measuring the actual grid voltage and basing its current control on it.

SHP 75-10 (FW:1.90.002)

	Setting / <i>Einstellwert</i>		Release value / <i>Auslösewert</i> [V]		Disconnection time / <i>Abschaltzeit</i> [ms]		Resetting ratio / <i>Rückfallverhältnis</i>
	[% base U _n] / [Hz]	[ms]					
	Value / <i>Schwelle</i>	Time / <i>Zeit</i>	min.	max.	min.	max.	
Overvoltage protection / <i>Spannungssteigerungsschutz</i> : U>	100	6000*	398,5	398,7	5982	5996	☐
	130**	50	517,7	517,8	40	53	☐
Overvoltage protection**** / <i>Spannungssteigerungsschutz</i> : U>>	-	-	-	-	-	-	----
	-	-	-	-	-	-	----
Undervoltage protection / <i>Spannungsrückgangsschutz</i> : U<	10	50	39,5	39,7	40	51	☐
	100	6000*	399,1	400,6	5988	6000	☐
Undervoltage protection / <i>Spannungsrückgangsschutz</i> : U<<	10	50	39,5	39,8	53	39	----
	100	6000	399,1	400,6	5987	6005	----

Note:

* The trip time range is between 0,05 and 90 s, during the test the max. delay was limited to 6 s, according to manufacture, this has no influence on the evaluation algorithm of the voltage monitoring.

** According to manufacture the maximum possible measurable voltage trip limit is 130% U_n .

**** The 2nd level overvoltage protection function is disabled as default.

Voltage step for disconnection time of:

- Overvoltage event measured level -2% U_n → measured level +2% U_n

Note:

* The trip time range is between 0,05 and 90 s, during the test the max. delay was limited to 6 s, according to manufacture, this has no influence on the evaluation algorithm of the voltage monitoring.

Voltage step for disconnection time of:

- Undervoltage event measured level -2% U_n → measured level +2% U_n

4.4 PGU Disconnection from the Grid

	Underfrequency				Overfrequency			
	min. threshold		max. threshold		min. threshold		max. threshold	
	min. delay	max. delay	min. delay	max. delay	min. delay	max. delay	min. delay	max. delay
Setting [Hz]	47,50		49,99		50,01		52,00	
Measurement [Hz]	47,51	47,50	50,00	50,00	50,00	50,00	52,00	52,00
Delay setting [ms]	50	6000 *	50	6000 *	50	6000 *	50	6000 *
Disconnection time [ms]	63	6014	41	5991	40	5990	58	6010

Note:

* The trip time range is between 0,05 and 90 s, during the test the max. delay was limited to 6 s, according to manufacture, this has no influence on the evaluation algorithm of the frequency monitoring.

Frequency step for disconnection time of:

- overfrequency events: nominal frequency (or (max. threshold – 1 Hz) in case of max. threshold = 50 Hz) → measured level + 1 Hz
- underfrequency events: nominal frequency (or (min. threshold + 1 Hz) in case of min. threshold = 50 Hz) → measured level - 1 Hz

4.4 PGU Disconnection from the Grid

Note:

The following Maximum / Minimum Threshold / Trigger times were used for the test

	Trigger Values / times			
	Min threshold	Max Threshold	Min Delay	Max Delay
Overvoltage [U>]	$1,00 \cdot U_n$	$1,30 U_n$	0,05 s	90 s
Undervoltage [U<]	$0,10 \cdot U_n$	$1,00 \cdot U_n$	0,05 s	90 s
Undervoltage [U<<]	$0,10 \cdot U_n$	$1,00 \cdot U_n$	0,05 s	90 s
Overfrequency [f>]	50,01 Hz	55,0 Hz	0,05 s	90 s
Underfrequency [f<]	45,0 Hz	49,99 Hz	0,05 s	90 s

Hysteresis / Resetting ratio parameter name

Settable parameters (not tested)

Overvoltage 2nd trip limit

disabled

Underfrequency 2nd trip limit

disabled

Overfrequency 2nd trip limit

disabled

Operating range limits (*Manufacturer's data*)

Overvoltage at which a non-delayed self-protection tripping occurs (RMS P-P value)

135% U_n

Note:

The opening time of the contactor is between 13 and 16ms.

The maximum or minimum possible measurable trip limits and delay times were measured (according to TG 8 – 3.1.9) considering the inherent self-protection and parameter limits of the PGU and the test procedure according to TG 3.

The results of the STP 60-10 can be applied to the STPS 60-10 and SHP 75-10 directly.

4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS / NACHWEIS DER ZUSCHALTBEDINGUNGEN

4.5.2 Connection after triggering of the decoupling protection / Zuschalten nach Auslösung der Entkupplungsschutzes

SHP 75-10 (02.04)

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

Note / Anmerkung:

The reconnection results of the STP60-10 can be applied to the SHP 75-10 and STPS 60-10 directly.

End of Report