Type Certificate

Applicant:	**Zucchetti Centro Sistemi SpA**
Address:	Via Lungarno 305/A 52028 Terranuova Bracciolini (AR) Italy

Type of power generating unit:	**Grid-tied photovoltaic inverter**	**AZZURRO 3PH 50000TL-V1**	**AZZURRO 3PH 60000TL-V1**	**AZZURRO 3PH 70000TL-V1**
Technical data:	Nominal active output power:	50 kW	60 kW	70 kW
	Max. apparent power:	50 kVA	60 kVA	75 kVA
	Nominal output AC voltage:	400 V (3~ + N + PE)		480 V (3~ + PE)
	Nominal frequency:	50 Hz		
Technical data determined by measurements:	Max. active power P_{Emax} / Max. active power peak P_{600} [1)]:	--- [1)]	60,00 kW	70,07 kW
Software version:	**V2.00** or higher			

Validated type model:	Model file:	ZCS_21-0003_0_TR4_AZZURRO 3PH 50000-70000TL-V1_V1.zip
	Identification number (MD5):	af6e7dfb7054ab26eab142938a263333

Grid connection regulation:	**VDE-AR-N 4110:2018-11** – Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the medium voltage network (TCR medium voltage) [1]
Pertinent standards / Guidelines:	Technical guidelines: FGW TR 3 Rev. 25 [3], FGW TR 4 Rev. 09 [4], FGW TR 8 Rev. 09 [5]

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

- Quasi-steady-state operation
- Dynamic network stability (reactive current characteristic according to TCR medium voltage)
- Active power output and network security management
- Active power adjustment as a function of the grid frequency
- Protection technology and protection settings on generating unit level
- Power quality

The manufacturer has provided proof of certification of the quality management system of his production facility in accordance with ISO 9001

Restrictions, deviations or notes on usage: see *Supplement of Certificate* on p.2.

[1)] For details see *Supplement of Certificate* on p.2.

The certificate includes the following information:

- technical data of the power generating unit, the auxiliary equipment used and the software version used;
- schematic structure of the power generating units;
- summarized information on the properties of the power generating unit.

The certificate is comprised of 78 pages (including Annex of 76 pages).

BV project number	:	**19TH0183**			
Certificate no.	:	**21-0003_0**	**Certification scheme**	:	**NSOP-0032-DEU-ZE-V01**
Issued	:	**2021-03-18**	**Valid until**	:	**2026-01-11**

Certification body

Holger Schaffer

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

Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH accredited according to DIN EN ISO/IEC 17065

Supplement of Certificate (21-0003_0)

Note:

[1)] The P_{Emax} is *the highest 10-min mean of the active power of a power generating unit* defined according to VDE-AR-N 4110:2018 [1]. The P_{600} is t*he maximum active power peak of the overall system (averaging period 10 min)* defined according to FGW TR 3 Rev. 25 [3].

The stated values on the front page of this certificate were determined according to test 4.1.1, FGW TR 3 Rev. 25 [3].

The active power results of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* scaled (by the factor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$ = 0,833).

Restrictions, deviations or notes on usage:

- The PGUs in the series do not provide test terminals for on-site testing. For necessary on-site testing, a separate test terminal must be installed additionally.
- The on the PGU level implemented Q(U) control function deviates from requirements according to VDE-AR-N 4110:2018-11. This needs to be considered for project planning. If needed, this has to be implemented on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.
- The PGUs in the series provide only one kind of Q(U) control function. The on the PGU level implanted Q(U) control function can be used as *reactive power with voltage limitation function* by suitable setting of the characteristic curve. But this also deviates from requirements according to VDE-AR-N 4110:2018-11. This needs to be considered for project planning. If needed, this has to be implemented on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.
- No Q(P) control function implemented on the unit level. Instead, the cosφ(P) control function implemented in the software. This needs to be considered for project planning. If needed, this has to be implemented on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.
- The minimum setting step size of the displacement factor cosφ implemented on the PGU level is 0,01, to fulfil the requirement and if needed this has to be implemented on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.
- The default configuration of the units may not meet the reactive power requirement at the grid connection point (see p.44). A permanent active power reduction may be needed. This needs to be considered for project planning.
- The setting range of the stabilisation time of the automatic reconnection does not meet the requirement (adjustable between 0 and 600 s). If needed, this has to be implemented on PGS level via an external interface protection relay.
- In addition to the PGU integrated protection function a fault ride-through tripping curve function is implemented additionally in the software. This function defines a curve exceeding which the unit disconnects from the grid. This needs to be considered for parameterization of the protection relay. The defined self-protection setting of the PGU needs to be considered for parameterization of the protection relay.
- Note to simulation model:
  - The reactive power control functions implemented on the simulation model were not validated directly.
  - The active power control implemented in the simulation model is suitable for application of set point accuracy. The active power gradient is not implemented in the simulation model.
  - An apparent power /current limitation is not implemented in the model. The PQ characteristic curve of the model is not validated.

  These need to be considered on the project level.

The certificate is comprised of 78 pages (including Annex of 76 pages).

BV project number	:	**19TH0183**			
Certificate no.	:	**21-0003_0**	**Certification scheme**	:	**NSOP-0032-DEU-ZE-V01**
Issued	:	**2021-03-18**	**Valid until**	:	**2026-01-11**

Certification body

Holger Schaffer

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

Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH accredited according to DIN EN ISO/IEC 17065

Description of the revisions of certificate 21-0003_0	
Rev. 0	First issue

Annexes included in certificate 21-0003_0

1. Annex 1 – Guidelines, test reports and documents

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

Reference	Guidelines
[1]	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung), VDE-AR-N 4110:2018-11 / *Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the medium voltage network (TCR medium voltage), VDE-AR-N 4110:2018-11*
[2]	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung), VDE-AR-N 4120:2018-11 / *Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the high voltage network (TCR high voltage), VDE-AR-N 4120:2018-11*
[3]	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen TEIL 3 (TR3), Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz, Revision 25, Stand 01.09.2018 / *Technical Guidelines for Power Generating Units and Systems PART 3 (TG3), Determination of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems, Storage Systems as well for their Components in Medium-, High- and Extra-High Voltage Grids, Revision 25, Dated 01/09/2018*
[4]	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen TEIL 4 (TR4), Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie deren Komponenten, Revision 09, Stand 01.02.2019 / *Technical Guidelines for Power Generating Units and Systems PART 4 (TG4), Demands on Modelling and Validating Simulation Models of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems, Storage Systems as well as their Components, Revision 09, Dated 01/02/2019*
[5]	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten, -anlagen und Speicher sowie für deren Komponenten TEIL 8 (TR8), Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz, Revision 09, Stand 01.02.2019 / *Technical Guidelines for for Power Generating Units, Systems and Storage Systems as well as for their Components PART 8 (TG8), Determination of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems, Storage Systems as well for their Components in Medium-, High- and Extra-High Voltage Grids, Revision 09, Dated 01/02/2019*
[6]	Kurzschlussströme in Drehstromnetzen Teil 0: Berechnung der Ströme, DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12 / *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems Part 0: Calculation of currents (IEC 60909-0:2016)*

Reference	Test reports
[7]	19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0 TG3 test report according to FGW TG3 Rev.25, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 17. Mar. 2021
[8]	19TH0183_ZCS_TR8_Rev09_0 TG8 evaluation report according to FGW TG8 Rev.09, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 17. Mar. 2021
[9]	19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0_excerpt-part_1_0 Extract from the TG3 test report, Part 1: Power Quality, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 17. Mar. 2021
[10]	19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0_excerpt-part_2_0 Extract from the TG3 test report, Part 2: Grid Control Capability, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 17. Mar. 2021

1. Annex 1 – Guidelines, test reports and documents	
[11]	19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0_excerpt-part_3_0 Extract from the TG3 test report, Part 3: Protection System, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 17. Mar. 2021
[16]	19TH0183_ZCS_TR4_Rev09_0 TG4 test report according to FGW TG4 Rev.09, issued by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH on 17. Mar. 2021

The compliance to the grid connection regulation of the power generating units is shown by the results in the test report (*19TH0183_ZCS_TR3_Rev25*_0) which includes all type tests stated in the certificate. The type tests were conducted by Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH.

The compliance to the grid connection regulation of the simulation models is verified by the validation report (*19TH0183_ZCS_TR4_Rev09*_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

- *AZZURRO 3PH 50000TL-V1,*
- *AZZURRO 3PH 60000TL-V1*
- *AZZURRO 3PH 70000TL-V1*

is stated in the certification report (*19TH0183_ZCS_TR8_Rev09*_0).

Reference	Certification-relevant documents provided by manufacturer
[12]	Manufacturer's certificate on specific data, dated 16. Mar. 2021: • F.0_TR3_Manufacturer certificate_AZZURRO 3PH 50000TL-V1.pdf • F.0_TR3_Manufacturer certificate_AZZURRO 3PH 60000TL-V1.pdf • F.0_TR3_Manufacturer certificate_AZZURRO 3PH 70000TL-V1.pdf
[13]	Parameter list, dated 16. Mar. 2021: • F.2_TR3_Manufacturer certificate_AZZURRO 3PH 50000-70000TL-V1.pdf
[14]	Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11, dated 16. Mar. 2021: • F.4_TR3_Manufacturer certificate_AZZURRO 3PH 50000-70000TL-V1.pdf
[15]	*User manual - Grid-connected inverter 3PH 50000TL-70000TL-V1*, issued by Zucchetti Centro Sistemi S.p.A, Date: 19. Nov. 2020 • Manuale inverter 3PH 50000TL-70000TL-V1_EN.pdf

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

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

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten eines Photovoltaik-Wechselrichters vom Typ AZZURRO 3PH 50000TL-V1

Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter of the type AZZURRO 3PH 50000TL-V1

Datum/Date: 2021-03-16 | **Seite/Page 1/1**

1	**Allgemeines und Ausgangsgrößen**			**General and Output values**
1	Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 50000TL-V1		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	230	V	rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz	rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	0.153	kA	contribution to initial short circuit current (i_p according to IEC 60909-0)
2	**DC Eingangsgrößen**			**DC Input**
1	Min. MPP-Spannung	530	V	min. MPP voltage
2	Max. MPP-Spannung	800	V	max. MPP voltage
3	Max. PV-Eingangsspannung	1000	V	max. DC input voltage
4	Max. PV-Eingangsstrom	40/30/30	A	max. DC input current
5	Max. Modulleistung	60	kW_p	max. peak power
3	**Wechselrichter-Leistungsteil**			**Converter-Power section**
1	Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 50000TL-V1		type name
3	Nennscheinleistung	50	kVA	rated apparent power
4	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	Without		generic type (HF/LF-transformer, without)
5	Taktfrequenz	16	kHz	pulse rate of inverter
6	Art der Leistungsregelung (MPPT)	Perturbation & Observation		generic type of power control (MPPT)
7	Software-Version	V2.00		software version
4	**SonstigeelektrischeKomponenten**			**Other electric components**
1	Art der Netzkopplung	3/N/PE		generic type of interconnection
2	- Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		- manufacturer
3	- Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 50000TL-V1		- type
4	Netzschutzintegriert (Ja/Nein)	yes		integrated grid protection (Yes/No)
5	Netzschutzhersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		grid protection manufacturer
6	- Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 50000TL-V1		- type
7	Typenbezeichnung der Abschalteinheit (angesteuert vom Netzschutz)	(Hongfa) HF-167F		circuit breaker type controlled by the grid protection
8	Oberschwingungsfilter (ja/nein)	yes		harmonic filter (yes/no)
5	**Typenprüfung**			**Type test**
1	Prüfbehörde	BV CPS		testing authority
2	Aktenzeichen	19TH0183		reference
3	Seriennummer des Wechselrichters	SJ2ES150J6M015		serial number of converter

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer
Via Lungarno 305/A 52028 Terranuova Bracciolini (AR) Italy

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

Stempel, Datum, Unterschrift
AVERALDO FARRI.
March 16, 2021

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

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

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

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

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten eines Photovoltaik-Wechselrichters vom Typ AZZURRO 3PH 60000TL-V1

Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter of the type AZZURRO 3PH 60000TL-V1

Datum/Date: 2021-3-16 **Seite/Page 1/1**

1	**Allgemeines und Ausgangsgrößen**			**General and Output values**
1	Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 60000TL-V1		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	230	V	rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz	rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	0.188	kA	contribution to initial short circuit current (i_p according to IEC 60909-0)
2	**DC Eingangsgrößen**			**DC Input**
1	Min. MPP-Spannung	530	V	min. MPP voltage
2	Max. MPP-Spannung	800	V	max. MPP voltage
3	Max. PV-Eingangsspannung	1000	V	max. DC input voltage
4	Max. PV-Eingangsstrom	40*3	A	max. DC input current
5	Max. Modulleistung	70	kW_p	max. peak power
3	**Wechselrichter-Leistungsteil**			**Converter-Power section**
1	Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 60000TL-V1		type name
3	Nennscheinleistung	60	kVA	rated apparent power
4	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	Without		generic type (HF/LF-transformer, without)
5	Taktfrequenz	16	kHz	pulse rate of inverter
6	Art der Leistungsregelung (MPPT)	Perturbation & Observation		generic type of power control (MPPT)
7	Software-Version	V2.00		software version
4	**SonstigeelektrischeKomponenten**			**Other electric components**
1	Art der Netzkopplung	3/N/PE		generic type of interconnection
2	- Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		- manufacturer
3	- Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 60000TL-V1		- type
4	Netzschutzintegriert (Ja/Nein)	yes		integrated grid protection (Yes/No)
5	Netzschutzhersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		grid protection manufacturer
6	- Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 60000TL-V1		- type
7	Typenbezeichnung der Abschalteinheit (angesteuert vom Netzschutz)	(Hongfa) HF-167F		circuit breaker type controlled by the grid protection
8	Oberschwingungsfilter (ja/nein)	yes		harmonic filter (yes/no)
5	**Typenprüfung**			**Type test**
1	Prüfbehörde	BV CPS		testing authority
2	Aktenzeichen	19TH0183		reference
3	Seriennummer des Wechselrichters	SJ2ES160J5H010		serial number of converter

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer

Via Lungarno 305/A 52028 Terranuova Bracciolini (AR) Italy

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

Stempel, Datum, Unterschrift
AVERALDO FARRI.
March 16, 2021

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

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

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

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

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten eines Photovoltaik-Wechselrichters vom Typ AZZURRO 3PH 70000TL-V1

Manufacturer's certificate on specific data of a Photovoltaic Converter of the type AZZURRO 3PH 70000TL-V1

Datum/Date: 2021-3-16 **Seite/Page 1/1**

1	**Allgemeines und Ausgangsgrößen**			**General and Output values**
1	Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 70000TL-V1		type name
3	Einspeisung (einphasig/dreiphasig)	three-phase		no. of phases (single-phase/three-phase)
4	Nennscheinleistung	70	kVA	rated apparent power
5	Nennwirkleistung	70	kW	rated active power
6	AC-Nennspannung	277	V	rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz	rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i_p nach IEC 60909-0)	0.19	kA	contribution to initial short circuit current (i_p according to IEC 60909-0)
2	**DC Eingangsgrößen**			**DC Input**
1	Min. MPP-Spannung	660	V	min. MPP voltage
2	Max. MPP-Spannung	800	V	max. MPP voltage
3	Max. PV-Eingangsspannung	1000	V	max. DC input voltage
4	Max. PV-Eingangsstrom	40*3	A	max. DC input current
5	Max. Modulleistung	75	kW_p	max. peak power
3	**Wechselrichter-Leistungsteil**			**Converter-Power section**
1	Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 70000TL-V1		type name
3	Nennscheinleistung	70	kVA	rated apparent power
4	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	Without		generic type (HF/LF-transformer, without)
5	Taktfrequenz	16	kHz	pulse rate of inverter
6	Art der Leistungsregelung (MPPT)	Perturbation & Observation		generic type of power control (MPPT)
7	Software-Version	V2.00		software version
4	**SonstigeelektrischeKomponenten**			**Other electric components**
1	Art der Netzkopplung	3/PE		generic type of interconnection
2	- Hersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		- manufacturer
3	- Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 70000TL-V1		- type
4	Netzschutzintegriert (Ja/Nein)	yes		integrated grid protection (Yes/No)
5	Netzschutzhersteller	Zucchetti Centro Sistemi SpA		grid protection manufacturer
6	- Typenbezeichnung	AZZURRO 3PH 70000TL-V1		- type
7	Typenbezeichnung der Abschalteinheit (angesteuert vom Netzschutz)	(Hongfa) HF-167F		circuit breaker type controlled by the grid protection
8	Oberschwingungsfilter (ja/nein)	yes		harmonic filter (yes/no)
5	**Typenprüfung**			**Type test**
1	Prüfbehörde	BV CPS		testing authority
2	Aktenzeichen	19TH0183		reference
3	Seriennummer des Wechselrichters	SJ2ES170J7K023		serial number of converter

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer
Via Lungarno 305/A 52028 Terranuova Bracciolini (AR) Italy

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

Stempel, Datum, Unterschrift
AVERALDO FARRI.
March 16, 2021

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

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

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

Figure 1 – Manufacturer's certificate on specific data from [12]

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

2.2. Description of the power generating unit

Description of the power circuit (Figure 2)

The input and output are protected by SPDs to Earth. The unit is providing EMI 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 redundant by the high-power switching bridge and two relays. This assures that the opening of the output circuit can operate in case of one error.

The internal control is redundant built. It consists of Microcontroller master DSP (UC20) and slave DSP (UC73).

The master DSP (UC20) which can control the relays by switching signals; measures the voltage, frequency, AC current, DC-injection current, insulation resistance and residual current. In addition, it tests the array isolation impedance and the RCMU circuit before each start up.

The slave DSP (UC73) is user for detecting grid voltage, grid frequency and residual current, also can open the relay, and communicate with Main DSP (UC20) each other.

The unit provides two relays in series on each phase. When single-fault applied to one relay, an error code will appear on display panel, another redundant relay provides basic insulation maintained between the PV array and the mains. All the relays are tested before start up. Both ARM can open the relays.

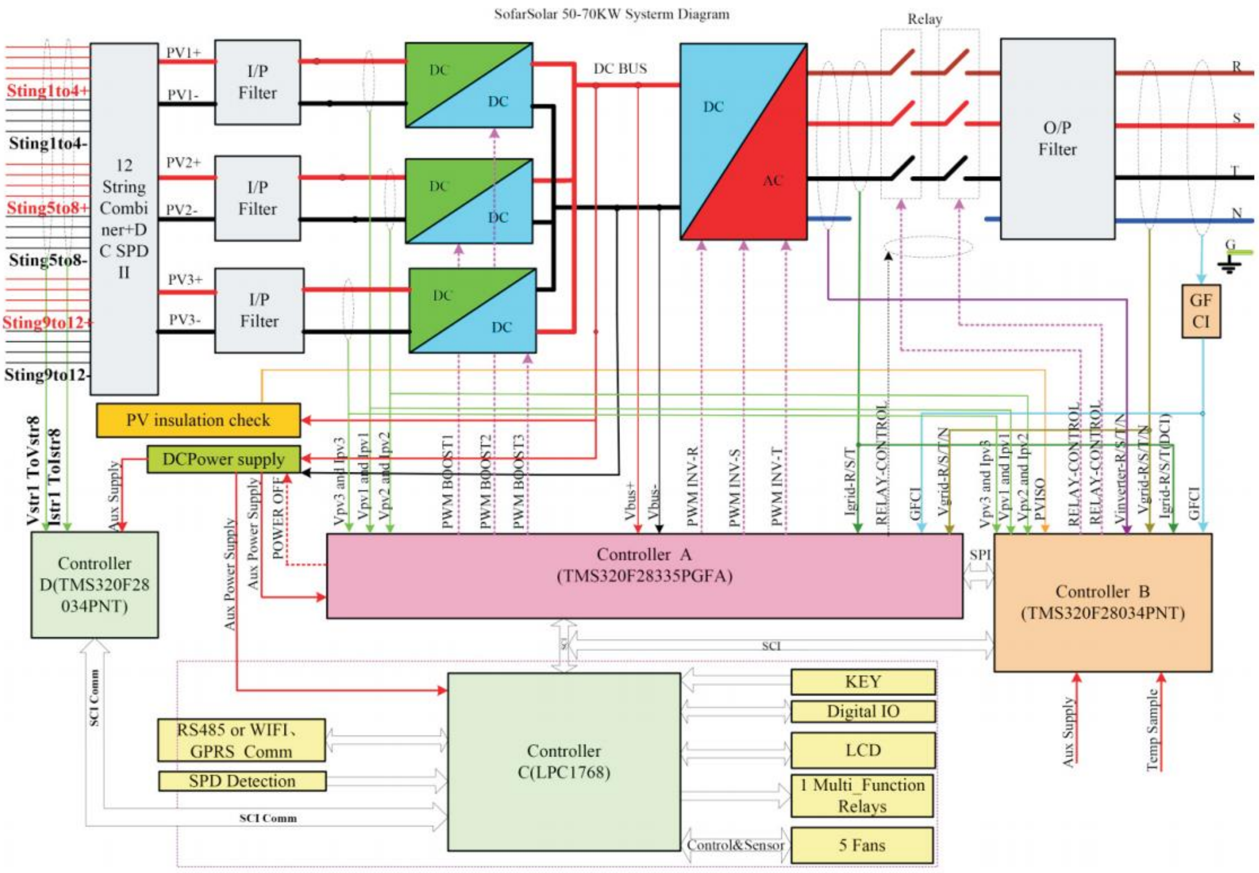


Figure 2 – Block diagram of the power circuit

Description of the differences of the models within a series:

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

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

Description of a typical installation (Figure 3 & Figure 4) *(Manufacturer's data,* [7] & [15]*)***:**

The inverter or a group of inverters can be monitored remotely through an advanced communication system based on RS-485 serial interface, or remotely via the WiFi (Figure 3):

- Using the RS485 interface the alarm information, operating data and status can be transferred to the PC terminal or local data acquisition device (e.g. an external data logger *S-WE01S*), then uploaded to the server.
- Via the integrate WiFi/GPRS module the units can be connected to the local data acquisition device or mobile devices for transmission of operation information (generated energy, alert, operation status).

A power generating subsystem can be set-up with up to 31 units (recommended by manufacturer) in daisy-chain topology via RS485 communication cable and connected to an external data logger. Data collected by the data logger can be transmitted to the monitoring portal via Ethernet, WiFi and GPRS, etc (Figure 4).

If a PGS controller used on the plant level, the active and reactive power control functions can also be taken over by a plant controller, which can be connected to the power generating system via Modbus protocol (for more detailed information, please contact the manufacturer.

The Software tools "*ZCSMonitor (50-70KW)*" (for PC terminal) and "*SolarMan APP*" (for mobile devices) 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 cosφ is guaranteed within 2 s.

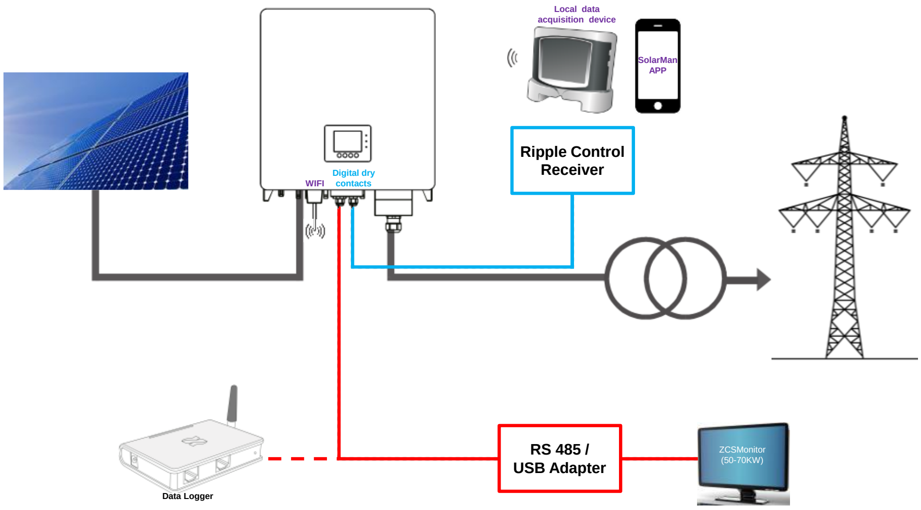


Figure 3 – Scheme of communication connection

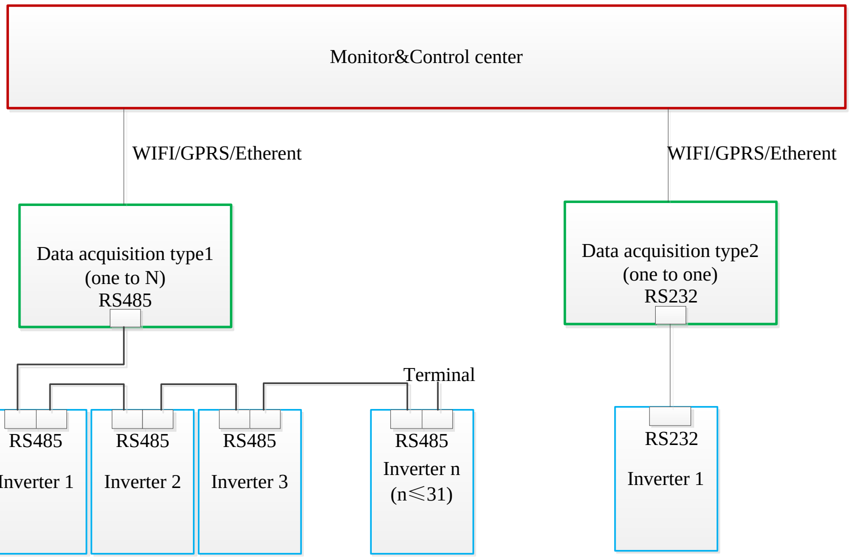


Figure 4 – Scheme of an installation

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

Description of the connection to the remote-control receiver (Figure 5) *(Manufacturer's data)*:

The ripple control receiver is connected to the unit via four digital inputs for active power regulation.

The corresponding conversion of the power set-point can be specified via the logical connection of the four registers.

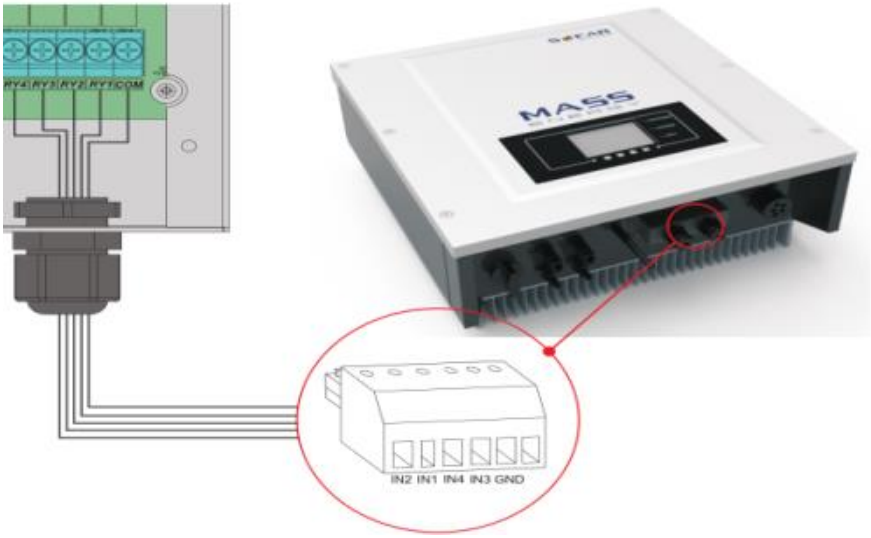


Figure 5 – Connection of the remote-control receiver in an installation

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

2.3. Description of software version and interfaces

Following is the software and firmware version used for the TG3 testing [13]:

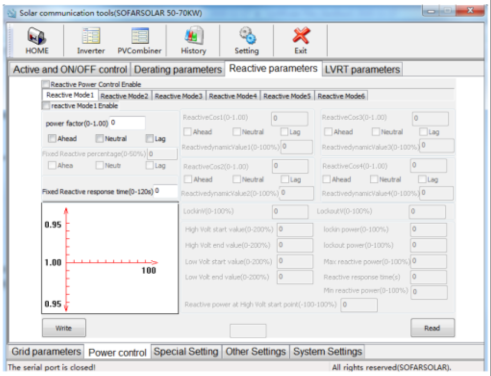
4. Main Components of the regulating system

Main components of the control system with firmware and software	
Main component(s) of the control system (Hardware on which the control software is operated)	TMS320F28335
Software version (clear identification of the software)	V2.00 (Created on 2020-3-1)

Figure 6 – Software and firmware version used for the TG3 testing from [13]

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

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

Die Arten der Sollwertvorgabe und Schnittstellen zur Regelung der Blindleistungsbereitstellung sind dokumentiert. Angabe der Q-Übergangsfunktion über eine Sprungantwort für die Schnittstellen/Sollwert-Kombinationen. / *The types of setpoint value specifications and interfaces for control of the reactive power provision are documented.* *The types of setpoint value specifications and interfaces for control of the reactive power provision are documented.*	 PGU reactive power controller: ZCSMonitor(50-70KW).exe via RS485 PGS controller： Modbus protocol, to get detailed information, please contact Zucchetti Centro Sistemi SpA

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum/*Date*:2021-03-16

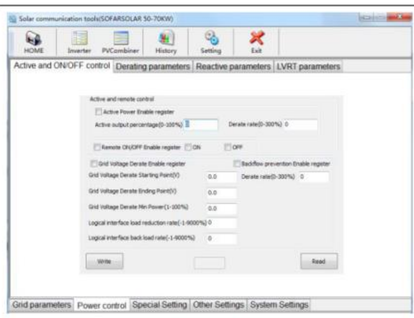
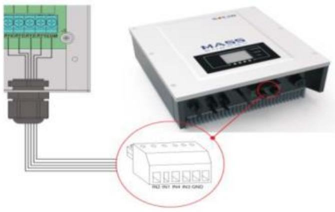
Anforderung /*Requirement*	**Erklärung / *Declaration***
4. Wirkleistung / *Active power*	
Angabe zu Schnittstellen zur Wirkleistungsvorgabe (Netzbetreiber, Direktvermarkter) getrennt umgesetzt sowie konzeptionell überprüft, ob niedrigster Wirkleistungswert übernommen wird (auch bei sich zeitlich überschneidenden Vorgaben). / *Details of interfaces for specifying active power (grid operator, direct seller) implemented separately as well as the concept checked to make sure lowest active power value is accepted (even if specifications overlap in time).*	 PGU active power controller1 for grid operator: ZCSMonitor(50-70KW).exe via RS485  PGU active power controller2 for direct seller: Digital dry contacts Minimum active power setpoint is effective. PGS controller：Modbus protocol, to get detailed information, please contact Shenzhen Zucchetti Centro Sistemi SpA Via Lungarno 305/A 52028 Terranuova Bracciolini (AR) Italy AZZURRO 3PH 50000TL-V1 AZZURRO 3PH 60000TL-V1 AZZURRO 3PH 60000TL-V1

Figure 7 – Interfaces provided on the PGU level for active and reactive power setting from [14]:

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.1. Power quality

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

4.3.2 Switching operations / *Schalthandlungen*

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

Case of switching operation / *Art der Schalthandlung*	Start-up at $P_{available}$ < 10%P_n / *Einschalten bei $P_{verfügbar}$ < 10%P_n*			
Max. number of switching operations / *Max. Anzahl Schalthandlungen*, N_{10} (Manufacturer's data / *Herstellerangabe*)	10			
Max. number of switching operations / *Max. Anzahl Schalthandlungen*, N_{120} (Manufacturer's data / *Herstellerangabe*)	120			
Grid impedance angle / *Netzimpedanzwinkel*, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / *Flickerformfaktor*, $k_f(\psi_k)$	0,03	0,04	0,05	0,05
Voltage change factor / *Spannungsänderungsfaktor*, $k_u(\psi_k)$	0,15	0,14	0,14	0,14
Case of switching operation / *Art der Schalthandlung*	Switch-on at $P_{available}$ = 100%P_n / *Einschalten bei $P_{verfügbar}$ = 100%P_n*			
Max. number of switching operations / *Max. Anzahl Schalthandlungen*, N_{10} (Manufacturer's data / *Herstellerangabe*)	10			
Max. number of switching operations / *Max. Anzahl Schalthandlungen*, N_{120} (Manufacturer's data / *Herstellerangabe*)	120			
Grid impedance angle / *Netzimpedanzwinkel*, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / *Flickerformfaktor*, $k_f(\psi_k)$	0,05	0,06	0,07	0,08
Voltage change factor / *Spannungsänderungsfaktor*, $k_u(\psi_k)$	0,98	0,83	0,60	0,38
Case of switching operation / *Art der Schalthandlung*	Service shutdown at $P_{available}$ = 100%P_n *Serviceabschaltung bei Nennleistung*			
Max. number of switching operations / *Max. Anzahl Schalthandlungen*, N_{10} (Manufacturer's data / *Herstellerangabe*)	10			
Max. number of switching operations / *Max. Anzahl Schalthandlungen*, N_{120} (Manufacturer's data / *Herstellerangabe*)	120			
Grid impedance angle / *Netzimpedanzwinkel*, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flicker step factor / *Flickerformfaktor*, $k_f(\psi_k)$	0,91	0,78	0,59	0,41
Voltage change factor / *Spannungsänderungsfaktor*, $k_u(\psi_k)$	1,01	0,87	0,72	0,55

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*	
Description of the service disconnection procedure / *Beschreibung der Durchführung einer Serviceabschaltung*	Turn off DC switch / *Trennen den DC-Schalter von den Energiequellen*

Note / *Anmerkung*:

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

For the same SCR $S_{k,fic}/S_n$ in the fictitious grid, the flicker step and voltage change factors of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* directly. / *Für das gleiche Verhältnis $S_{k,fic}/S_n$, die Flickerstufen- und Spannungsänderungsfaktoren des* AZZURRO 3PH 60000TL-V1 *können auf den* AZZURRO 3PH 50000TL-V1 *und* AZZURRO 3PH 70000TL-V1 *direkt übertragen werden.*

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

4.3.3 Flicker

AZZURRO 3PH 50000TL-V1 (V2.00)

Grid impedance angle / *Netzimpedanzwinkel*, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / *Betriebspunkt*, [%P_n]	Flicker coefficient / *Flickerkoeffizient*, c(ψ_k)			
0 - 5	0,51	0,51	0,48	0,48
10	0,50	0,42	0,35	0,33
20	0,39	0,35	0,31	0,29
30	0,38	0,34	0,31	0,29
40	0,34	0,32	0,30	0,28
50	0,40	0,36	0,33	0,31
60	0,39	0,36	0,32	0,31
70	0,39	0,37	0,35	0,34
80	0,39	0,38	0,38	0,36
90	0,40	0,39	0,44	0,49
100	0,41	0,41	0,42	0,45
Max. Flicker coefficient / *Max. Flickerkoeffizient*, c(ψ_k)	0,51	0,51	0,48	0,49
Max. Short-term flicker / *Max. Kurzzeitflickerstörfaktor*, P_{st}	0,03	0,03	0,02	0,02

Reactive power setpoint during testing / *Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen* [kvar]:	0
Ratio $S_{k,fic}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / *Das für die Auswertung genutzte Verhältnis* $S_{k,fic}/S_n$:	20

3. Annex 3 – Extract from the test report

Extract from the test report - Part 1: Power Quality

Page 12 of 24 Report No.: 19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0_excerpt-part_1_0

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

Grid impedance angle / *Netzimpedanzwinkel*, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / *Betriebspunkt*, [%P_n]	Flicker coefficient / *Flickerkoeffizient*, c(ψ_k)			
0 - 5	0,46	0,40	0,33	0,33
10	0,45	0,39	0,33	0,30
20	0,34	0,30	0,26	0,24
30	0,35	0,31	0,28	0,26
40	0,33	0,30	0,27	0,26
50	0,33	0,30	0,29	0,28
60	0,32	0,31	0,30	0,29
70	0,35	0,33	0,32	0,31
80	0,35	0,34	0,33	0,33
90	0,90	1,36	1,77	1,94
100	0,93	1,43	1,92	2,12
Max. Flicker coefficient / *Max. Flickerkoeffizient*, c(ψ_k)	0,93	1,43	1,92	2,12
Max. Short-term flicker / *Max. Kurzzeitflickerstörfaktor*, P_{st}	0,05	0,07	0,10	0,11

Reactive power setpoint during testing / *Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen* [kvar]:	0
Ratio $S_{k,fic}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / *Das für die Auswertung genutzte Verhältnis* $S_{k,fic}/S_n$:	20

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

AZZURRO 3PH 70000TL-V1 (V2.00)

Grid impedance angle / *Netzimpedanzwinkel*, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Operating point / *Betriebspunkt*, [% P_n]	Flicker coefficient / *Flickerkoeffizient*, $c(\psi_k)$			
0 - 5	0,40	0,36	0,32	0,33
10	0,33	0,29	0,26	0,24
20	0,26	0,24	0,23	0,22
30	0,28	0,26	0,24	0,24
40	0,29	0,27	0,25	0,24
50	0,28	0,27	0,25	0,24
60	0,27	0,27	0,26	0,26
70	0,28	0,28	0,28	0,28
80	0,90	1,15	1,33	1,38
90	0,94	1,25	1,47	1,54
100	0,93	1,29	1,56	1,69
Max. Flicker coefficient / *Max. Flickerkoeffizient*, $c(\psi_k)$	0,94	1,29	1,56	1,69
Max. Short-term flicker / *Max. Kurzzeitflickerstörfaktor*, P_{st}	0,05	0,06	0,08	0,08

Reactive power setpoint during testing / *Blindleistungsvorgabe während der Prüfungen* [kvar]:	0
Ratio $S_{k,fic}/S_n$ in the fictitious grid used for analysis / *Das für die Auswertung genutzte Verhältnis* $S_{k,fic}/S_n$:	20

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

4.3.4 Harmonics / *Oberschwingungen*

AZZURRO 3PH 50000TL-V1 (V2.00)

Harmonics / *Harmonische*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 72

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
Order	I_h [%I_n]											
1	2,89	10,25	20,34	30,42	40,57	50,71	60,77	70,80	80,75	90,88	100,39	100,39
2	0,09	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,10	0,18	0,26	0,31	0,29	0,31
3	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,15	0,17	0,13	0,17
4	0,09	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,07	0,08	0,04	0,07	0,09
5	0,29	0,17	0,21	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,23	0,26	0,29	0,29
6	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
7	0,24	0,14	0,13	0,15	0,17	0,17	0,18	0,18	0,16	0,15	0,15	0,24
8	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
9	0,03	0,07	0,05	0,05	0,07	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10
10	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
11	0,35	0,05	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,35
12	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
13	0,32	0,05	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,32
14	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
15	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
16	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
17	0,12	0,06	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,12
18	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
19	0,07	0,07	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08
20	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
22	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
23	0,08	0,04	0,03	0,01	0,03	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
25	0,08	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,08
26	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
28	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
29	0,06	0,08	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	0,08
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	0,03	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07
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	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
35	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07
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	0,04	0,05	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
38	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
39	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	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	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	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	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07
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	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
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	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
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	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,07
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
THC [%I_n]	0,67	0,31	0,32	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,50	0,54	0,54	0,67

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / *Maximalwerte über Oberschwingungsordnung*: 0,35

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

Interharmonics / *Zwischenharmonische*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 72

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
f [Hz]	I_h [%I_n]											
75	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
125	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
175	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
225	0,05	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,07	0,09	0,10	0,09	0,10
275	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
325	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
375	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06
425	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
475	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06	0,05	0,06
525	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
575	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
625	0,16	0,20	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,31	0,32	0,34	0,34
675	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
725	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
775	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
825	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
875	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
925	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
975	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1025	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1075	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1125	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	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	0,01	0,01
1225	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1275	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
1325	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1375	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
1425	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1675	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
1725	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1875	0,11	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,17
1925	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1975	0,10	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,18

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

Higher Frequencies components / *Höhere Frequenzen*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 72

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	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12
2,3	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
2,5	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10
2,7	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,04	0,07	0,07	0,06	0,08	0,11	0,11
2,9	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,08	0,12	0,12
3,1	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05
3,3	0,06	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06
3,5	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
3,7	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
3,9	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
4,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04
4,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	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

Note / *Anmerkung*:

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

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

4.3.4 Harmonics / *Oberschwingungen*

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

Harmonics / *Harmonische*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 87

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
Order	I_h [%I_n]											
1	3,08	10,27	20,50	30,59	40,69	50,83	60,89	70,94	80,90	90,10	99,77	99,77
2	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,08	0,17	0,25	0,25	0,22	0,16	0,25
3	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,08	0,12	0,12	0,14	0,18	0,18
4	0,06	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05	0,04	0,10	0,14	0,14
5	0,15	0,14	0,18	0,19	0,21	0,20	0,19	0,21	0,24	0,21	0,20	0,24
6	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
7	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,13	0,15
8	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
9	0,03	0,05	0,05	0,05	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09	0,09	0,09
10	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
11	0,22	0,05	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,08	0,09	0,22
12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
13	0,21	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,21
14	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
15	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
16	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
17	0,17	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,10	0,11	0,17
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
19	0,14	0,05	0,01	0,02	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,10	0,11	0,14
20	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
22	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
23	0,04	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,10	0,11	0,11
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
25	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,08	0,09	0,09
26	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
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	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07
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	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08
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	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
35	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,08
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	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06
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	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	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	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06
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	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09
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	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
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	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09
48	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
49	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
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
THC [%I_n]	0,46	0,25	0,27	0,28	0,31	0,33	0,37	0,44	0,45	0,49	0,51	0,51

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / *Maximalwerte über Oberschwingungsordnung*: 0,25

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

Interharmonics / *Zwischenharmonische*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 87

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
f [Hz]	I_h [%I_n]											
75	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,22	0,23	0,23
125	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,14	0,15	0,15
175	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,12	0,13	0,13
225	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,08	0,08	0,12	0,12	0,12
275	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,09	0,10	0,10
325	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08
375	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07
425	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06
475	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06
525	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05
575	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
625	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22	0,25	0,26	0,28	0,03	0,04	0,28
675	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
725	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
825	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
925	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1125	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	0,04	0,04	0,04
1275	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1325	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
1375	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1425	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	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	0,01	0,01
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
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	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1675	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1875	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,13	0,15	0,15
1925	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
1975	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,13	0,15	0,15

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

Higher Frequencies components / *Höhere Frequenzen*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 87

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	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,11	0,12	0,12
2,3	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,06	0,06	0,09	0,09	0,09
2,5	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08
2,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05	0,06	0,09	0,14	0,16	0,16
2,9	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,09	0,15	0,16	0,16
3,1	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06
3,3	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05
3,5	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
3,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
3,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06
4,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05
4,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
4,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
4,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
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

Note / *Anmerkung*:

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

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

4.3.4 Harmonics / *Oberschwingungen*

AZZURRO 3PH 70000TL-V1 (V2.00)

Harmonics / *Harmonische*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 84

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
Order	I_h [%I_n]											
1	3,15	10,27	20,34	30,45	40,58	50,71	60,72	70,72	80,12	90,11	100,13	100,13
2	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,10	0,17	0,21	0,19	0,13	0,21
3	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,09	0,12	0,12	0,15	0,15
4	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06
5	0,06	0,15	0,18	0,20	0,22	0,23	0,22	0,23	0,18	0,20	0,19	0,23
6	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06
7	0,27	0,10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,16	0,15	0,12	0,12	0,13	0,27
8	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06
9	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,13	0,12	0,12	0,13
10	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
11	0,30	0,06	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,04	0,08	0,09	0,08	0,30
12	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
13	0,21	0,03	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,07	0,06	0,05	0,21
14	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04
15	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05
16	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
17	0,09	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,09	0,08	0,07	0,09
18	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
19	0,09	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,09
20	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
22	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
23	0,10	0,05	0,02	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
24	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
25	0,08	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
27	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
28	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
29	0,03	0,05	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	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	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07
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	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
35	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07
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	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
38	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
39	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	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	0,04	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	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	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08
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	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
46	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
47	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08
48	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
49	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,06	0,07	0,06	0,06	0,04	0,04	0,07
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
THC [%I_n]	0,53	0,26	0,28	0,29	0,31	0,34	0,37	0,41	0,45	0,44	0,43	0,53

Maximum values over harmonic order (from 2nd order, I_n = f(h)) / *Maximalwerte über Oberschwingungsordnung*: 0,30

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

Interharmonics / *Zwischenharmonische*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 84

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
f [Hz]	I_h [%I_n]											
75	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,23	0,24	0,25	0,25
125	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,17	0,17	0,18	0,18
175	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,14	0,15	0,15	0,15
225	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,15	0,15	0,16	0,16
275	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,11	0,11	0,11	0,11
325	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,09	0,09	0,10	0,10
375	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,08	0,08	0,09	0,09
425	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,07	0,07
475	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,07	0,08	0,08
525	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
575	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05
625	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,26	0,25	0,04	0,04	0,04	0,26
675	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05
725	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
775	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
825	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
925	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
975	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1075	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
1125	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1275	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
1375	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1425	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	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	0,01	0,01
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1575	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
1725	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1875	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14
1925	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13	0,15	0,15

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

Higher Frequencies components / *Höhere Frequenzen*

Rated current / *Nennstrom* [A]: 84

P [%P_n]	0 - 5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
f [kHz]	I_h [%I_n]											
2,1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
2,3	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,09	0,09	0,10	0,10
2,5	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,09
2,7	0,06	0,06	0,04	0,03	0,04	0,07	0,09	0,08	0,09	0,13	0,15	0,15
2,9	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,14	0,16	0,16
3,1	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07
3,3	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
3,5	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04
3,7	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
3,9	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
4,1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
4,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	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	0,02	0,02	0,02	0,02
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

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

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.3 SYSTEM PERTURBATIONS / *NETZRÜCKWIRKUNGEN*

4.3.5 Unbalances of the current / *Umsymmetrien des Stroms*

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

P [%P_n]	P_+* [kW]	U_{1+}* [V]	U_{1-}* [V]	I_{1+}* [A]	I_{1-}* [A]	u_i* [%I_{1+}]
0 - 5	1,05	229,95	0,06	1,59	0,04	2,77
10	5,93	230,03	0,08	8,61	0,03	0,37
20	11,99	230,09	0,08	17,38	0,04	0,26
30	18,03	230,17	0,07	26,12	0,07	0,26
40	24,05	230,25	0,08	34,82	0,09	0,27
50	30,05	230,30	0,06	43,50	0,12	0,27
60	36,04	230,39	0,06	52,14	0,15	0,29
70	41,99	230,44	0,06	60,74	0,19	0,32
80	47,93	230,53	0,08	69,31	0,25	0,36
90	53,86	230,60	0,07	77,85	0,31	0,39
100	59,73	230,68	0,07	86,31	0,37	0,42
Maximum unsymmetry / *maximale Unsymmetrie* u_{imax} (≥10%P_n)						0,42

Note / *Anmerkung*:

The current unbalance of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1* directly. /
Die Unsymmetrie des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

Figure 8 – Results of power quality from [9]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.2. Active power

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / *WIRKLEISTUNGSABGABE*

4.1.1 Active power peaks / *Wirkleistungsspitzen*

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

Active power peaks / *Wirkleistungsspitzen* [kW]		Normalised active power peaks / *Normierte Wirkleistungsspitzen* [p.u. base / *Basis* P_n]		Number of 10-minute records used / *Anzahl der verwendeten 10-Minuten-Datensätze*
$P_{0,2}$	60,06	$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,00	2
P_{60}	60,01	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,00	
P_{600}	60,00	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,00	

AZZURRO 3PH 70000TL-V1 (V2.00)

Active power peaks / *Wirkleistungsspitzen* [kW]		Normalised active power peaks / *Normierte Wirkleistungsspitzen* [p.u. base / *Basis* P_n]		Number of 10-minute records used / *Anzahl der verwendeten 10-Minuten-Datensätze*
$P_{0,2}$	70,09	$p_{0,2} = P_{0,2}/P_n$	1,00	2
P_{60}	70,07	$p_{60} = P_{60}/P_n$	1,00	
P_{600}	70,07	$p_{600} = P_{600}/P_n$	1,00	

Note / *Anmerkung*:
AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* scaled (by the factor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$). /
Die Wirkleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$) übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report

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 EZEs können mit reduzierter Leistung betrieben werden.*	☒ Yes / *Ja*	☐ No / *Nein*
Disconnection from the grid at external active power set-points at / *Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von*:	At 0% setpoint the PGU stays connected without power feeding. The PGU can be disconnected from grid using the parameter *remoteONOFFenable* (usage: set the parameter *remoteONOFFenable* to enable, then set this to *OFF*). / *Bei 0% sollwertvorgabe bleibt die EZE am Netz ohne Einspeisung. Die EZE kann mittels Parameter* remoteONOFFenable *vom Netz getrennt werden (Anwendungshinweise: aktivieren den Parameter* remoteONOFFenable *und set diesen zu* OFF*).*	
AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)		
Max. deviation of power setting / *Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung*	Exceeding / *Überschreitung*: 0,5 kW	Undercut / *Unterschreitung*: -0,1 kW
Settling time of the power output after a change in set-point with minimal gradient: / *Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten:* 20,0%P_n/min (for both ramp up and down) corresponding to ±0,33 P_n/s / *20,0%P_n/min (für Anstiegs- und Abstiegsrampen) entsprechend ±0,33 P_n/s*	$P_{70\%} \rightarrow P_{50\%}$	Time / *Zeit*: 44,7 s Gradient: -0,336%P_n/s
	$P_{50\%} \rightarrow P_{70\%}$	Time / *Zeit*: 44,5 s Gradient: 0,336%P_{max}/s
Settling time of the power output after a change in set-point with maximum gradient / *Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten*: 38,4%P_n/min (for both ramp up and down) corresponding to ±0,64 P_n/s / *38,4%P_n/min (für Anstiegs- und Abstiegsrampen) entsprechend ±0,64 P_n/s*	$P_{90\%} \rightarrow P_{10\%}$	Time / *Zeit*: 118,9 s Gradient: -0,637%P_{max}/s
	$P_{10\%} \rightarrow P_{90\%}$	Time / *Zeit*: 118,4 s Gradient: 0,649%P_{max}/s

Note / *Anmerkung*:

The active power results of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* scaled (by the factor $P_{n,\ notmeasure}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$). /
Die Wirkleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ nichtgemessen}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$) übertragen werden.

The settling time results and active power gradient of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* directly. /
Die Einschwingzeiten und Gradienten der Wirkleistung des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT / *WIRKLEISTUNGSABGABE*

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

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)		
Overfrequency / *Überfrequenz*	Mean power gradient at overfrequency / *Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung*	Mean gradient / *Mittlerer Gradient* -39,97%P_{mom}/Hz
	Max. Settling time / *Max. Einschwingzeit*	0,4 s
	Power gradient after recovery of overfrequency / *Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz **	Mean gradient / *Mittlerer Gradient:* 7,7%P_n/min Max. gradient / *Max. Gradient:* 8,1%P_n/min
Underfrequency / *Unterfrequenz*	Mean power gradient at underfrequency / *Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung*	Mean gradient / *Mittlerer Gradient* 40,39%P_{mom}/Hz
	Max. Settling time / *Max. Einschwingzeit*	1,4 s
	Power gradient after recovery of underfrequency / *Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Unterfrequenz **	Mean gradient / *Mittlerer Gradient:* 7,7%P_n/min Max. gradient / *Max. Gradient:* 8,1%P_n/min

Note / *Anmerkung*:

* Default setting of the active power gradient after exiting the P(f) control function (8%P_n/min) was used for testing. / *Die Standardeinstellung des Wirkleistungsgradienten nach Verlassen der P(f)-Regelung (8%P_n/min) wurde zum Testen verwendet.*

The settling time results and active power gradient of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* directly. /
Die Einschwingzeiten und Gradienten der Wirkleistung des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

Figure 9 – Results of active power control from [10][12]

3. Annex 3 – Extract from the test report

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

At 0% setpoint the PGUs stay connected without power feeding. The PGU can be disconnected from grid using the parameter *remoteONOFFenable* (usage: set the parameter *remoteONOFFenable* to enable, then set this to *OFF*).

BUREAU VERITAS 1828

Page 18 of 484

Report No.: 19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0

4.1 ACTIVE POWER OUTPUT

4.1.2 Operating power limited by grid operator

a) Determine the setpoint accuracy

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

Active power step	Setpoint value		Actual value		Deviation	
[%P_n]	[kW]	[%P_n]	[kW]	[%P_n]	[kW]	[%P_n]
100	60,0	100,0	60,0	100,0	0,0	0,0
90	54,0	90,0	54,2	90,3	0,2	0,3
80	48,0	80,0	48,1	80,2	0,1	0,2
70	42,0	70,0	42,1	70,2	0,1	0,2
60	36,0	60,0	36,1	60,1	0,1	0,1
50	30,0	50,0	30,0	50,0	0,0	0,0
40	24,0	40,0	24,5	40,9	0,5	0,9
30	18,0	30,0	18,1	30,2	0,1	0,2
20	12,0	20,0	12,0	20,1	0,0	0,1
10	6,0	10,0	5,9	9,9	-0,1	-0,1
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1

	Power setpoint [%P_n]	Deviation [kW]	Deviation [%P_n]
Maximum active power above the defined setpoint (1-minute mean)	40	0,5	0,9
Maximum active power below the defined setpoint (1-minute mean)	10	-0,1	-0,1
Grid disconnection at xx% of P_n	*		

DC characteristics for test 4.1.2	
PV-curve simulated according to	EN 50530
Voltage of defined MPP [V]	800
Power of defined MPP [kW]	60
Internal impedance [Ω]	0

Note:
* At 0% setpoint the PGU stays connected without power feeding.
Method for remote disconnection of the unit from grid:
The PGU can be disconnected from grid using the parameter *remoteONOFFenable* (usage: set the parameter *remoteONOFFenable* to enable, then set this to *OFF*).

Note:
The output power is set in the control software with an accuracy of 1%P_n or better.
The setpoint was set by the "*ZCSMonitor (50-70KW)*" using the RS485-interface.

Figure 10 – Results of active power control from [7]

3. Annex 3 – Extract from the test report

The active power gradient is implemented on the PGU level.

Two interfaces for active power regulation are implemented separately on the PGU level:

- using software tool *ZCSMonitor (50-70KW)* via RS485 (see also Figure 3)
- via digital dry contact inputs (see also Figure 5)

prioritization of different setpoints is possible.

In case of two setpoints available, always the lowest active power value will be accepted.

The max. active power output of the PGU is dependent on ambient temperature [14]**:**

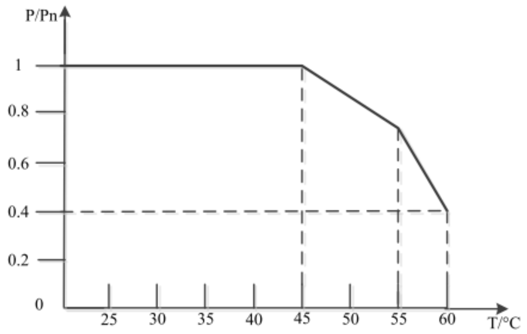
Angabe zur Wirkleistungsabgabe abhängig von Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftdruck). *Details of active power output dependent on environmental conditions (temperature, atmospheric pressure).*	If PGU environment temperatureexceeds 45°, PGU will decrease the active power output, P-T curve is shown as below. 

Figure 11 – Active power output dependent on ambient temperature from [14]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.3. Reactive power

BUREAU VERITAS 1828

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

Page 11 of 17 Report No.: 19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0_excerpt-part_2_0

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

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

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

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

	P/P_n [%]	Q_{ind}	Q_0 [kvar]	Q_{cap}	P/P_n [%]	Q_{ind}	Q_0 [kvar]	Q_{cap}
Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range / *Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich*	0	-28,7	0,9	29,0	60	-28,8	2,2	28,8
	10	-29,0	1,1	29,3	70	-29,0	2,4	28,9
	20	-29,1	1,4	29,0	80	-29,0	2,7	28,8
	30	-29,0	2,0	28,9	90	-26,1	2,6	26,2
	40	-29,1	1,8	28,8	100	-1,2	2,7	-1,2
	50	-28,8	2,0	28,7	---	---	---	---

Note / *Anmerkung*:

In the normal operating mode (Q = 0) the reactive power results of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* directly.

The reactive power results of the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* scaled (by the factor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL-V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL-V1}$).

The deviation of the reactive power results from the expected values (see p.13) the *AZZURRO 3PH 60000TL-V1* can be applied to the *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* scaled (by the factor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 70000TL-V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL-V1}$). /

Im Normalbetrieb (Q = 0) können die Blindleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

Für Messungen des maximalem Blindleistungsstellbereichs können die Blindleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL-V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL-V1}$) übertragen werden.

Für Messungen des maximalem Blindleistungsstellbereichs können die Abweichung der Blindleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 von den Erwartungswerte (siehe S.13) auf den AZZURRO 3PH 70000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 70000TL-V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL-V1}$) übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

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

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

	WP / *AP*	U/U_n [%]	P/P_n [%]	Q [kvar]
Working points of the voltage dependent P-Q-diagram / *Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms*	1 ind.	90,0	2,8	-28,8
	2 ind.	90,0	10,2	-29,0
	3 ind.	90,0	20,3	-28,7
	4 ind.	90,0	30,3	-28,9
	5 ind.	90,1	40,5	-29,0
	6 ind.	90,1	50,0	-29,0
	7 ind.	90,2	60,0	-29,1
	8 ind.	90,1	70,0	-29,1
	9 ind.	90,2	80,0	-28,5
	10 ind.	90,2	89,9	-14,4
	11 ind.	90,2	96,1	-1,1
	1 cap. / *kap.*	90,1	3,2	28,7
	2 cap. / *kap.*	89,9	10,0	29,4
	3 cap. / *kap.*	90,0	20,2	29,0
	4 cap. / *kap.*	90,0	30,0	28,8
	5 cap. / *kap.*	90,0	40,0	28,9
	6 cap. / *kap.*	90,0	50,2	28,8
	7 cap. / *kap.*	90,1	60,2	28,9
	8 cap. / *kap.*	90,0	70,0	29,3
	9 cap. / *kap.*	90,2	80,0	28,5
	10 cap. / *kap.*	90,2	89,9	14,4
	11 cap. / *kap.*	90,2	96,1	-1,1
	WP / *AP*	U/U_n [%]	P/P_n [%]	Q [kvar]
	1 ind.	110,0	3,0	-28,8
	2 ind.	110,0	10,2	-28,7
	3 ind.	110,0	20,0	-28,8
	4 ind.	110,1	30,2	-29,1
	5 ind.	110,1	40,3	-29,2
	6 ind.	110,1	50,5	-29,2
	7 ind.	110,0	60,5	-29,3
	8 ind.	110,1	70,5	-29,3
	9 ind.	110,1	80,5	-29,3
	10 ind.	110,2	90,0	-26,3
	11 ind.	110,2	100,5	-1,1
	1 cap. / *kap.*	110,0	3,2	28,8
	2 cap. / *kap.*	110,1	9,8	29,2
	3 cap. / *kap.*	110,1	20,2	28,7
	4 cap. / *kap.*	110,1	30,3	28,9
	5 cap. / *kap.*	110,1	40,5	28,8
	6 cap. / *kap.*	110,2	50,5	28,8
	7 cap. / *kap.*	110,2	60,7	28,8
	8 cap. / *kap.*	110,2	70,7	28,7
	9 cap. / *kap.*	110,3	80,7	28,7
	10 cap. / *kap.*	110,2	90,0	26,3
	11 cap. / *kap.*	109,9	100,0	1,1

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

Note / *Anmerkung*:

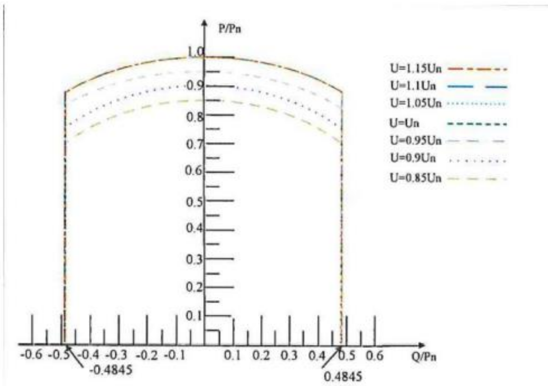
The voltage-dependent reactive power results of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 scaled (by the factor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$).

The deviation of the reactive power results from the expected values (see below) the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 70000TL-V1 scaled (by the factor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 70000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$). /

Die Abweichung der Blindleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 von den Erwartungswerte (siehe unten) können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 50000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$) übertragen werden.

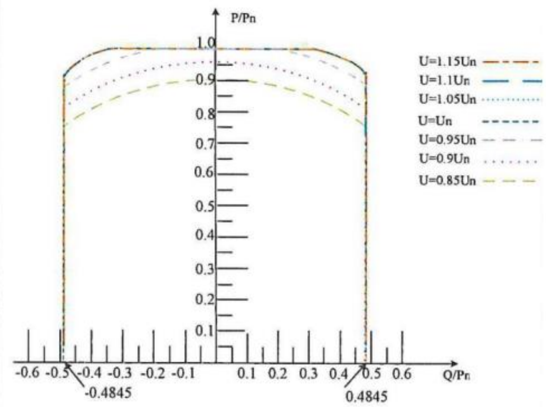
Die Spannungsabhängigen Blindleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 auf den AZZURRO 3PH 70000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 70000TL\text{-}V1}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$) übertragen werden.

Voltage-dependent PQ diagrams provided by manufacturer / *Spannungsabhängige PQ-Diagramme vom Hersteller*



Q(%Pn) U / P(%Pn)	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15
0~5	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
10	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
20	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
30	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
40	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
50	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
60	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
70	±48	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
80	±28.7	±41.2	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
90		0	±30.4	±43.5	±43.5	±43.5	±43.5
100				0	0	0	0

PQ diagram and data of AZZURRO 3PH 50000TL-V1 / AZZURRO 3PH 60000TL-V1



Q(%Pn) / P(%Pn) U	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15
0~5	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
10	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
20	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
30	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
40	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
50	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
60	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
70	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
80	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
90	±13.45	±39.1	±47.2	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
100			±18.2	±38.1	±38.1	±38.1	±38.1

PQ diagram and data of AZZURRO 3PH 70000TL-V1

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*		
4.2.4 Reactive power following setpont / *Blindleistung nach Sollwertvorgabe*		
AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)		
Control of reactive power through set-point signal / *Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe*	☐ Power factor / *Verschiebungsfaktor*	☒ Reactive power / *Blindleistung*
	P_{bin} at / *bei* Q_{max}	50%P_n
Longest settling time / *Längste Einschwingzeit*	Parameter	Settling time / *Einschwingzeit*
	Fast settling time / *Schnelle Einschwingzeit* (3τ = 1 s)	1,0 s (+Q_{max} → -Q_{max} and -Q_{max} → 0)
	t < 60 s (3τ = 60 s)	60,2 s (+Q_{max} → -Q_{max})
Control of reactive power through set-point signal / *Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe*	☒ Power factor / *Verschiebungsfaktor* 1)	☐ Reactive power / *Blindleistung*
	P_{bin} at / *bei* Q_{max}	50%P_n
Longest settling time / *Längste Einschwingzeit*	Parameter	Settling time / *Einschwingzeit*
	Fast settling time / *Schnelle Einschwingzeit* (3τ = 5 s)	5,0 s (+Q_{max} → -Q_{max})
	t < 60 s (3τ = 60 s)	56,8 s (+Q_{max} → -Q_{max})

Note / *Anmerkung*:

For country code setting VDE-AR-N 4110:2018-11, the Q and cosφ control functions show PT1 behaviour. The settling time was determined using a tolerance band of ±5%P_n. /

Für Ländereinstellung VDE-AR-N 4110:2018-11 zeigen die Q und cosφ Regelungsfunktionen PT1 Verhalten. Die Einschwingzeit wurde mit einem Toleranzband von ±5%P_n bestimmt.

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)		
Control of reactive power through set-point signal / *Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe*	☐ Power factor / *Verschiebungsfaktor*	☒ Reactive power / *Blindleistung*
	P_{bin} at / *bei* Q_{max}	50%P_n
Set-point accuracy of reative power / *Einstellgenauigkeit der Blindleistung*	Set-point / *Sollwert*	Measured value / *Istwert*
	-14,54 kvar	-14,52 kvar
	0,00 kvar	0,74 kvar
	14,54 kvar	14,55 kvar
Control of reactive power through set-point signal / *Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe*	☐ Power factor / *Verschiebungsfaktor*	☒ Reactive power / *Blindleistung*
	P_{bin} at / *bei* Q_{max}	100%P_n
Set-point accuracy of reative power / *Einstellgenauigkeit der Blindleistung*	Set-point / *Sollwert*	Measured value / *Istwert*
	-14,54 kvar	-14,52 kvar
	0,00 kvar	0,20 kvar
	14,54 kvar	14,55 kvar
Control of reactive power through set-point signal / *Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe*	☒ Power factor / *Verschiebungsfaktor*	☐ Reactive power / *Blindleistung*
	P_{bin} at / *bei* Q_{max}	50%P_n
Set-point accuracy of power factor / *Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors*	Set-point / *Sollwert*	Measured value / *Istwert*
	0,900 (ind.)	0,902 (ind.)
	1,000	0,999 (cap.)
	0,900 (cap.)	0,898 (cap.)
Control of reactive power through set-point signal / *Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe*	☒ Power factor / *Verschiebungsfaktor*	☐ Reactive power / *Blindleistung*
	P_{bin} at / *bei* Q_{max}	100%P_n
Set-point accuracy of power factor / *Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors*	Set-point / *Sollwert*	Measured value / *Istwert*
	0,875 (ind.)	0,870 (ind.)
	1,000	1,000
	0,875 (cap.)	0,871 (cap.)

Note / *Anmerkung*:

The reactive power results of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 scaled (by the factor $P_{n,\ notmeasure}$ / $P_{n,}$ AZZURRO 3PH 60000TL-V1).
The displacement factor results of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 directly.
The settling time results of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 directly. /
Die Blindleistungsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 relativ (über den Faktor $P_{n,\ notmeasure}$ / $P_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL-V1}$) übertragen werden.
Die Verschiebungsfaktorsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.
Die Einschwingzeitsergebnisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.2 Reactive power provision / *Blindleistungsbereitstellung*	
4.2.5 Q(U) control / *Q(U) Regelung* **4.2.6 Q(P) control / *Q(P) Regelung*** **4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function / *Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion***	
Remark / *Anmerkung:*	The Q(U) and cosφ(P) * control function were tested, please see test report. / *Die Q(U)- und cosφ(P) *-Regelung wurden geprüft, diese sind im Prüfbericht hinterlegt.* The reactive power Q with voltage limitation function was not tested. / *Die Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion wurden nicht geprüft.* * No Q(P) control function implemented on the unit level. Instead, the cosφ(P) control function implemented in the software. / *Keine Q(P)-Regelung implementiert auf EZE-Ebene, stattdessen wird die cosφ (P)-Regelung in der Software implementiert.*

Figure 12 – Results of reactive power control from [10]

3. Annex 3 – Extract from the test report

Note to control functions for reactive power supply implemented on the PGU level ([8]):

- The on the PGU level implemented Q(U) control function deviates from requirements according to [1].
- The PGUs in the series provide only one kind of Q(U) control function. The on the PGU level implanted Q(U) control function can be used as *reactive power with voltage limitation function* by suitable setting of the characteristic curve. But this also deviates from requirements according to [1].
- No Q(P) control function implemented on the unit level. Instead, the cosφ(P) control function implemented in the software.
- The minimum setting step size of the displacement factor cosφ implemented on the PGU level is 0,01.

These need to be considered for project planning. If needed, these have to be implemented on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.

3. Annex 3 – Extract from the test report

Description of methods for the reactive power supply and the reactive power provision within the voltage corridor [7]:

4.2 REACTIVE POWER PROVISION

Description of methods for the reactive power supply:

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

The *AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 60000TL-V1* und *AZZURRO 3PH 70000TL-V1* provide setting of the reactive power by:

a) Settable Q-parameter (range: +/- 48,45%P_n) [1)]
b) Settable cosφ-set-parameter (range: +/- 0,8)) [1)]
c) Configurable Q(U)-characteristic line (No. of supporting points: 4) [1), 2)]
d) Configurable cosφ(P)-characteristic line (No. of supporting points: 4) [1), 3)]

Note:

[1)] For country code setting VDE-AR-N 4110:2018-11:
for all abrupt set-point changes, the reactive power control methods a), b), c) and d) (see above) provide PT1 (1st order lowpass) filtering effect.

[2)] The PGUs in the series provide only one kind of Q(U) control function (methods c), see above), the Q(U)-characteristic line is free programmable using up to 4 supporting points.
The provided Q(U) control function can be used both for test *4.2.5 Q(U) control* and *4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function*.
The on the PGU level implanted Q(U) control function deviates from requirements according to VDE-AR-N 4110:2018-11. This needs to be considered for project planning. If needed, this has to be implemented on the plant level e.g. in the superimposed PGS controller.

[3)] No Q(P) control function implemented on the unit level. Instead, the cosφ(P) control function implemented in the software.

Note (*Manufacturer's data*)

The interface (RS485) and corresponding software tool (*ZCSMonitor (50-70KW)*) is available for setting / controlling active and reactive power.

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

The power provision is limited by the maximum apparent current and maximum apparent / active power.

The reactive power is prioritised versus the active power.

A maximum reactive power provision of 48,45%S_{max} (using Q set-point) or cosφ = 0,8 (using cosφ set-point) is possible.

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

The continuous provision is possible within the voltage corridor 77,5%U_n through 120,0%U_n (*AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 60000TL-V1*) or 87,9%U_n through 110%U_n (*AZZURRO 3PH 70000TL-V1*) and the frequency range between 45 and 55 Hz

A permanent active power reduction can only be achieved by setting the parameter P_n (see parameter No. 1 in *Annex 4 – Parameter list*, parameter only accessible to the manufacturer).

The power control is therefore based on the following values:

PGU	Apparent current limit [A]	Active / Apparent power limit [kW / kVA]
AZZURRO 3PH 50000TL-V1	80	50 / 50
AZZURRO 3PH 60000TL-V1	90	60 / 60
AZZURRO 3PH 70000TL-V1	90	70 / 75

The resulting voltage dependent PQ operating points can be found in manufacturer's declaration document *Annex 5*.

Note:

The table above and diagrams in Annex 5 show the PQ-capacity of the units with default configuration, in this case the reactive power supply at full load operation ($P = P_n = S_{max}$) and at $U = U_n$ as follows:

- *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 60000TL-V1*: zero (power factor = 1).
- *AZZURRO 3PH 70000TL-V1*: corresponding to cosφ = 0,936.

3. Annex 3 – Extract from the test report

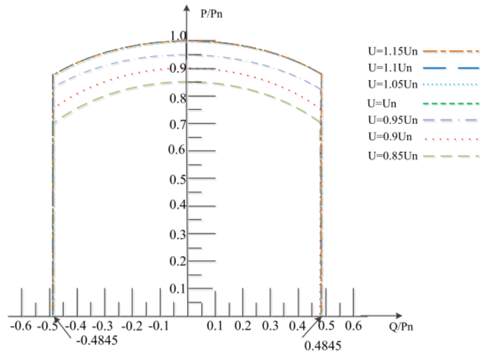
The resulting voltage dependent PQ operating points as follows ([14]):

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

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

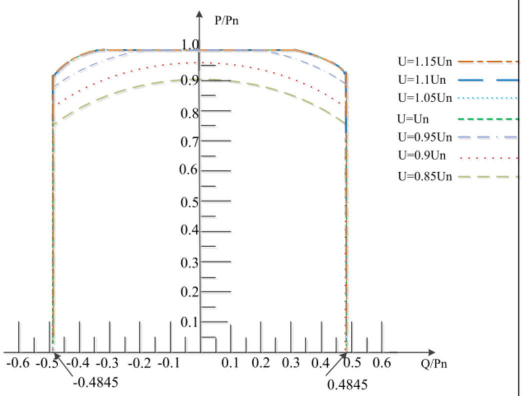
Datum/*Date*:2021-03-16

Anforderung /*Requirement*	Erklärung / *Declaration*
Graphische und tabellarische Darstellung des Blindleistungsvermögens in Abhängigkeit der Spannung und Einspeisewirkleistung – PQ Diagramm (Angaben für $0,85U_n$ – $1,15U_n$ in 5%-Schritten erfolgt) / *Representation of the reactive power capability as a function of the voltage and feed-in active power as an illustration and in a table – PQ diagram (Data for $0.85U_n$ – $1.15U_n$ provided in 5% steps)*	see below



Q(%Pn) U / P(%Pn)	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15
0~5	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
10	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
20	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
30	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
40	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
50	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
60	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
70	±48	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
80	±28.7	±41.2	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
90		0	±30.4	±43.5	±43.5	±43.5	±43.5
100				0	0	0	0

PQ diagram and data of AZZURRO 3PH 50000TL-V1 / AZZURRO 3PH 60000TL-V1



Q(%Pn) U / P(%Pn)	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15
0~5	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45

3. Annex 3 – Extract from the test report

Herstellererklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11
Datum/*Date*:2021-03-16

Anforderung /*Requirement*	Erklärung / *Declaration*

10	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
20	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
30	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
40	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
50	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
60	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
70	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
80	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
90	±13.45	±39.1	±47.2	±48.45	±48.45	±48.45	±48.45
100			±18.2	±38.1	±38.1	±38.1	±38.1

PQ diagram and data of AZZURRO 3PH 70000TL-V1

Figure 13 – Voltage dependent PQ operating points from [14]

Note to PQ capacity of the units:

According to defined current and power limitations of the units the reactive power supply at full load operation ($P = P_n = S_{max}$) and at $U = U_n$ as follows:

- *AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 60000TL-V1*: zero (power factor = 1).
- *AZZURRO 3PH 70000TL-V1*: corresponding to cosφ = 0,936.

Depending on connection requirement defined by grid operator, the default configuration of the units may not meet the reactive power requirement at the grid connection point according to [1]. A permanent active power reduction may be needed.

This has to be checked and considered for project planning.

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.4. Protection system (on PGU level)

The following tests were carried out on the PGU integrated protection relay and the generating unit switch, the possible parameter setting of the PGU integrated protection relay is documented in [13], see *Annex 5 – Certification-relevant parameters*:

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

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

AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)

	Setting / *Einstellwert* [p.u. U_n] / [Hz] Value / *Schwelle*	Setting / *Einstellwert* [ms] Time / *Zeit*	Release value / *Auslösewert* [p.u. U_n] / [Hz] min.	Release value max.	Disconnection time / *Abschaltzeit* [ms] min.	Disconnection time max.	Resetting ratio / *Rückfallverhältnis*
Overvoltage protection / *Spannungssteigerungsschutz*: U>	1,000	180000	1,004	1,005	180027	180028	☒ ≥ 0,98
	1,300	0	1,304	1,304	40,8	45,2	☐ < 0,98
Overvoltage protection / *Spannungssteigerungsschutz*: U≫	1,000	100	1,005	1,005	117,0	129,0	----
	1,300	0	1,304	1,304	36,6	446	----
Undervoltage protection / *Spannungsrückgangssschutz*: U<	0,100	0	0,099	0,100	28,0	46,0	☒ ≤ 1,02
	1,000	2400	1,000	1,000	2428,0	2436,0	☐ > 1,02
Undervoltage protection / *Spannungsrückgangssschutz*: U≪	0,100	0	0,099	0,100	43,2	52,6	----
	1,000	800	1,000	1,000	824,0	826,0	----
Overfrequncy protection / *Frequenzsteigerungsschutz*: f>	50,00	5000	50,01		5030,0		----
	55,00	0	55,01		38,0		----
Overfrequncy protection / *Frequenzsteigerungsschutz*: f≫	50,00	100	50,01		110,0		----
	55,00	0	55,01		45,2		----
Underfrequncy protection / *Frequenzrückgangssschutz*: f<	45,00	0	45,00		28,4		----
	50,00	100	50,01		137,0		----
Underfrequncy protection / *Frequenzrückgangssschutz*: f≪	----	----	----		----		----
	----	----	----		----		----
Operating time of circuit breaker / *Eigenzeit der Abschalteinheit* [ms] (Manufacturer's data / *Herstellerdaten*)	≤ 30	☐ by measurement / *aus Messung*		☐ by test certificate / *aus Prüfzertifikat*		☒ from manufacturer specification / *aus Herstellerangabe*	

Note / *Anmerkung*:
The following minimum / maximum threshold / trigger time were used for the testing /
Für die Prüfungen wurde die folgende minimale / maximale Schwelle / Auslösezeit verwendet:

3. Annex 3 – Extract from the test report

Extract from the test report - Part 3: Protection system

Page 9 of 11 Report No.: 19TH0183_ZCS_TR3_Rev25_0_excerpt-part_3_0

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

AZZURRO 3PH 70000TL-V1 (V2.00) [1]

	Setting / *Einstellwert*		Release value / *Auslösewert* [p.u. U_n] / [Hz]		Disconnection time / *Abschaltzeit* [ms]		Resetting ratio / *Rückfallverhältnis*
	[p.u. U_n] / [Hz]	[ms]					
	Value / *Schwelle*	Time / *Zeit*	min.	max.	min.	max.	[2]
Overvoltage protection / *Spannungssteigerungsschutz*: U>	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	☐ ≥ 0,98
	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	☐ < 0,98
Overvoltage protection / *Spannungssteigerungsschutz*: U≫	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	----
	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	----
Undervoltage protection / *Spannungsrückgangsschutz*: U< [2]	0,097	0	[2]	0,101	[2]	28,8	☐ ≤ 1,02
	1,000	2400	[2]	1,002	[2]	2424,0	☐ > 1,02
Undervoltage protection / *Spannungsrückgangsschutz*: U≪ [2]	0,097	0	[2]	0,099	[2]	44,2	----
	1,000	800	[2]	1,002	[2]	832,0	----
Operating time of circuit breaker / *Eigenzeit der Abschalteinheit* [ms] (Manufacturer's data / *Herstellerdaten*)	≤ 30	☐ by measurement / *aus Messung*		☐ by test certificate / *aus Prüfzertifikat*		☒ from manufacturer specification / *aus Herstellerangabe*	

Note / *Anmerkung*:
The following minimum / maximum threshold / trigger time were used for the testing /
Für die Prüfungen wurde die folgende minimale / maximale Schwelle / Auslösezeit verwendet:

	Trigger values / times			
	min. threshold	max. threshold	min. delay [1]	max. delay
Overvoltage [U>]	1,00·U_n	1,30·U_n	0 ms	180 s
Overvoltage [U≫]	1,00·U_n	1,30·U_n	0 ms	100 ms
Undervoltage [U<]	0,10·U_n	1,00·U_n	0 ms	2,4 s
undervoltage [U≪]	0,10·U_n	1,00·U_n	0 ms	800 ms
Overfrequency [f>]	50,0 Hz	55,0 Hz	0 ms	5 s
Overfrequency [f≫]	50,0 Hz	55,0 Hz	0 ms	100 ms
Underfrequency [f<]	45,0 Hz	50,0 Hz	0 ms	100 ms
Underfrequency [f≪]	---	---	---	---

Note / *Anmerkung*:

[1] A meaningful overvoltage protection setting is up to 1.220·U_n (<339.0 V, the overvoltage self-protection is defined as 1.225·U_n. / *Eine sinnvolle Einstellung für den Überspannungsschutz ist bis zu 1.220·U_n (<339.0 V) möglich, da der Überspannungseigenschutz bei 1.225·U_n liegt.*

[2] Due to spot testing the tests marked were not conducted. / *Aufgrund von Stichproben wurden die markierten Tests nicht durchgeführt.*

The units monitor the phase-to-neutral voltages. / *Die Eiheiten überwachen die Phase-Neutral-Spannungen.*

The results of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 directly./
Die Ergbenisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

3. Annex 3 – Extract from the test report

4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS / *NACHWEIS DER ZUSCHALTBEDINGUNGEN*			
4.5.1 Connection without previous protection trigger / *Zuschalten ohne vorherige Schutzauslösung*			
AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)			
	Range / Bereich [p.u. U_n] / [Hz]	Cut in occured within the given range / *Zuschaltung erfolgte im angegebenen Berich*	
Voltage / *Spannung*:	0,90 – 1,10	☒ Yes / *Ja*	☐ No / *Nein*
Frequency / *Frequenz*:	47,5 – 50,2	☒ Yes / *Ja*	☐ No / *Nein*
4.5.2 Connection after triggering of the decoupling protection / *Zuschalten nach Auslösung der Entkupplungsschutzes*			
AZZURRO 3PH 60000TL-V1 (V2.00)			
	Range / Bereich [p.u. U_n] / [Hz]	Cut in occured within the given range / *Zuschaltung erfolgte im angegebenen Berich*	
Undervoltage / Unter*spannung*:	< 0,95	☐ Yes / *Ja*	☒ No / *Nein*
Underfrequency / Unter*frequenz*:	≤ 49,9	☐ Yes / *Ja*	☒ No / *Nein*
Overfrequency / Über*frequenz*:	≥ 50,1	☐ Yes / *Ja*	☒ No / *Nein*

Note / *Anmerkung*:
The results of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 directly./
Die Ergbenisse des AZZURRO 3PH 60000TL-V1 können auf den AZZURRO 3PH 50000TL-V1 und AZZURRO 3PH 70000TL-V1 direkt übertragen werden.

Figure 14 – Results of grid protection from [11]

3. Annex 3 – Extract from the test report

Note (*manufacturer's data*):

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.

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

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

The generating units monitor the phase-to-neutral voltages.

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

Note:

A fault ride-through tripping curve function *VRT curve* is implemented additionally in the software. This function defines a curve exceeding which the unit disconnects from the grid (see p.51). This needs to be considered for parameterization of the protection relay.

Since the setting range of the voltage protection not limited (between 0 and 450V, see parameter No. 42/44/46/48, *Annex 5 – Certification-relevant parameters*), The overvoltage self-protection setting of the PGU (see parameter No. 90, *Annex 5 – Certification-relevant parameters*) needs to be considered for parameterization of the protection relay. E.g.:
a meaningful overvoltage protection setting of the PGU *AZZURRO 3PH* 70000TL-V1 is up to $1.220 \cdot U_n$ (<339.0 V), since the overvoltage self-protection is defined as $1.225 \cdot U_n$ (see parameter No. 90, *Annex 5 – Certification-relevant parameters*).

Description of the interface for on-site testing

The PGU does not provide test terminals for on-site testing. For necessary on-site testing, an external monitoring relay with corresponding test terminals must be installed and the PGU's monitoring parameters must be set accordingly. The integrated grid monitoring/protection parameters can be checked on display of the PGU or via remote monitoring tools (PC software tool or APP).

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.5. Self-protection

Following parameters defined the PGU internal self-protection ([13]).

Self-protection						
90	$U_{instantaneous}$	U>>> protection(P-N peak value)	V	0.0	500.0	430.0(50K/60K) 480.0(70K)
91	$t_{uinstantaneous}$	t_u>>> protection	us	0	10000	250
92	I_{rmsmax}	I> overcurrent protection	A	0.0	200.0	91.5
93	$t_{Irmsmax}$	t_I> overcurrent protection	ms	0	1000	500
94	$I_{rmsunbalancemax}$	I> unbalance current protection	A	0.0	100.0	10.0
95	$t_{Irmsunbalancemax}$	t> unbalance current protection	ms	0	1000	600
96	$I_{dcinstantaneous}$	I>> dc overcurrent protection	A	0.0	100.0	60.0
97	$t_{dcIinstantaneous}$	t>> dc overcurrent protection	us	0	10000	250
98	$U_{businstantaneous}$	U>> bus overvoltage protection	V	0.0	1100.0	980.0
99	$t_{businstantaneous}$	t>> bus overvoltage protection	us	0	10000	250

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.6. Quasi-static operation

Manufacturer's data from [7]

The unit can be continuously operated within the voltage range between 77,5%U_n and 120,0%U_n (*AZZURRO 3PH 50000TL-V1* and *AZZURRO 3PH 60000TL-V1*) or between 87,9%U_n and 110%U_n (*AZZURRO 3PH 70000TL-V1*) and the frequency range between 45 and 55 Hz. The operating range of voltage and frequency can also be limited using the protection functions.

(*Manufacturer's data*) [14]

The required quasi-steady-state operation in the frequency and voltage range according to [1] is possible.

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.7. Fault ride through capability

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

Additionally, a fault ride-through tripping curve function is implemented in the unit (parameter No. 67 – 74 and No. 79 – 86, see Annex 5). This function defines a curve exceeding which the unit disconnects from the grid.

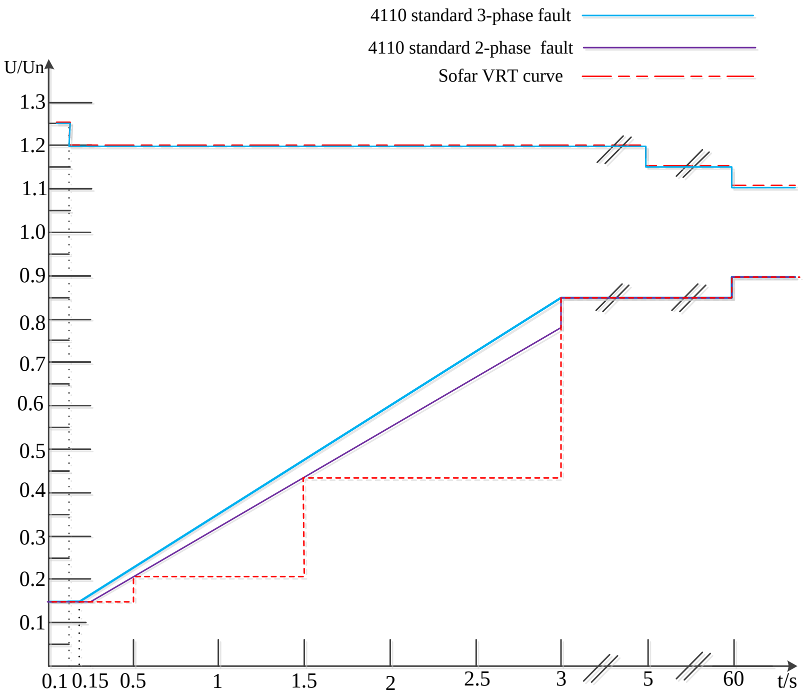


Figure 15 – Parameter setting of *VRT curve* [14]

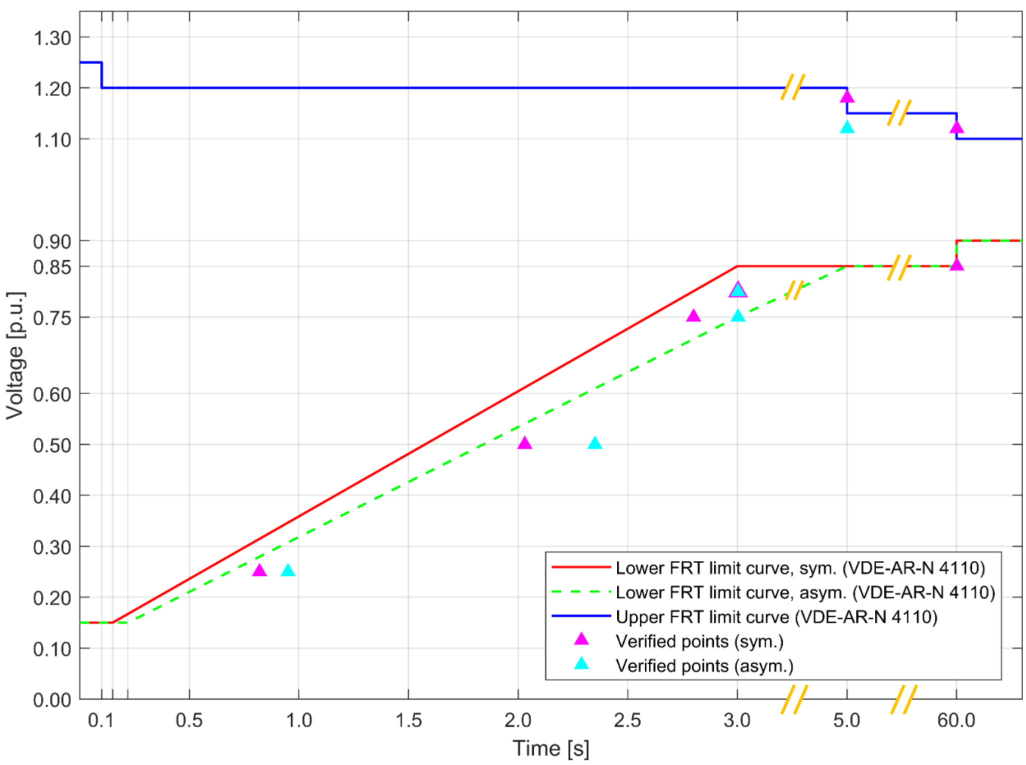


Figure 16 – Verified Fault Ride-Through (FRT) limit curve from [7]

3. Annex 3 – Extract from the test report

3.8. Short-circuit current contributions

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

AZZURRO 3PH 50000TL-V1

No. / *Nr.*	**Test no. 1) / *Test Nr. 1)***	**Short-circuit currents, peak value (max. of L1, L2, L3) [A] / *Kurzschlussströme Scheitelwerte (max. von L1, L2, L3) [A]***	***Short-circuit currents, 1-period RMS value (max. of L1, L2, L3) [p.u. based In] /***					
			t1 + 20ms	**t1 + 100ms**	**t1 + 150ms**	**t1 + 300ms**	**t1 + 500ms**	**t1 + 1000ms**
1	0.1	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
2	0.2	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
3	0.3	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
4	0.4	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
5	25.1	117,5	0,779	1,105	1,105	1,105	1,106	0,950
6	25.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
7	25.4	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
8	25.5	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
9	50.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
10	50.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
11	50.3	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
12	50.4	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
13	50.5	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
14	50.6	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
15	75.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
16	75.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
17	75.3	106,8	0,901	1,009	1,010	1,009	1,009	1,009
18	75.4	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
19	75.5	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
20	75.6	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
21	75.7	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
22	75.8	128,5	1,071	1,085	1,085	1,087	1,085	1,085
23	80.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
24	80.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
25	85.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
26	110.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
27	110.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
28	110.3	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
29	115.1	59,2	0,380	0,366	0,366	0,365	0,366	0,365
30	115.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)

Note: / Anmerkung:

1) Test no. defined according to [3]. / *Test Nr. definiert entspricht [3].*

2) Tests not required for [1] according to [3]. / *Gemäß [3] Tests für [1] nicht gefordert .*

3) Due to spot testing the tests marked were not conducted. / *Die markierten Tests wurden im Rahmen der Stichprobenvermessung nicht durchgeführt.*

3. Annex 3 – Extract from the test report

AZZURRO 3PH 60000TL-V1

No. / ***Nr.***	**Test no. 1) /** ***Test Nr. 1)***	**Short-circuit currents, peak value (max. of L1, L2, L3) [A] /** ***Kurzschlussströme Scheitelwerte (max. von L1, L2, L3) [A]***	***Short-circuit currents, 1-period RMS value (max. of L1, L2, L3) [p.u. based In] /***					
			t1 + 20ms	**t1 + 100ms**	**t1 + 150ms**	**t1 + 300ms**	**t1 + 500ms**	**t1 + 1000ms**
1	0.1	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
2	0.2	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
3	0.3	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
4	0.4	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
5	25.1	132,2	0,662	1,058	1,062	1,061	1,061	0,900
6	25.2	133,9	0,701	1,059	1,059	1,061	1,061	0,201
7	25.4	146,2	0,756	1,055	1,056	1,057	1,058	0,336
8	25.5	143,9	0,870	1,056	1,051	1,058	1,057	0,200
9	50.1	122,1	0,790	0,974	0,972	0,973	0,973	0,972
10	50.2	122,9	0,772	0,972	0,972	0,972	0,973	0,972
11	50.3	144,9	0,792	1,008	1,006	1,010	1,010	1,009
12	50.4	145,2	0,902	1,005	1,008	1,008	1,008	1,009
13	50.5	26,8	0,031	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
14	50.6	31,5	0,027	0,013	0,014	0,013	0,013	0,013
15	75.1	65,7	0,481	0,520	0,521	0,520	0,518	0,519
16	75.2	66,4	0,483	0,517	0,519	0,520	0,519	0,520
17	75.3	126,3	0,834	0,995	0,994	0,995	0,994	0,995
18	75.4	34,2	0,033	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047
19	75.5	132,3	0,831	1,028	1,027	1,026	1,025	1,026
20	75.6	71,1	0,545	0,527	0,528	0,527	0,527	0,527
21	75.7	80,8	0,547	0,527	0,528	0,528	0,526	0,526
22	75.8	142,3	1,019	1,038	1,039	1,039	1,040	1,039
23	80.1	53,9	0,417	0,416	0,416	0,418	0,416	0,416
24	80.2	67,4	0,435	0,412	0,413	0,411	0,412	0,411
25	85.1	34,3	0,254	0,251	0,253	0,251	0,252	0,252
26	110.1	49,5	0,250	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222
27	110.2	45,6	0,247	0,223	0,223	0,223	0,222	0,223
28	110.3	36,5	0,232	0,230	0,229	0,229	0,229	0,229
29	115.1	61,7	0,376	0,351	0,351	0,351	0,352	0,351
30	115.2	53,8	0,359	0,353	0,353	0,352	0,353	0,352

Note: / Anmerkung:

1) Test no. defined according to [3]. / *Test Nr. definiert entspricht [3].*

2) Tests not required for [1] according to [3]. / *Gemäß [3] Tests für [1] nicht gefordert .*

3. Annex 3 – Extract from the test report

AZZURRO 3PH 70000TL-V1

No. / *Nr.*	Test no. 1) / *Test Nr.* 1)	Short-circuit currents, peak value (max. of L1, L2, L3) [A] / *Kurzschlussströme Scheitelwerte (max. von L1, L2, L3) [A]*	*Short-circuit currents, 1-period RMS value (max. of L1, L2, L3) [p.u. based In] /*					
			t1 + 20ms	t1 + 100ms	t1 + 150ms	t1 + 300ms	t1 + 500ms	t1 + 1000ms
1	0.1	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
2	0.2	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
3	0.3	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
4	0.4	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
5	25.1	131,4	0,737	1,078	1,081	1,079	1,079	0,914
6	25.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
7	25.4	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
8	25.5	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
9	50.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
10	50.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
11	50.3	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
12	50.4	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
13	50.5	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
14	50.6	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
15	75.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
16	75.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
17	75.3	122,2	0,823	0,992	0,992	0,991	0,991	0,991
18	75.4	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
19	75.5	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
20	75.6	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
21	75.7	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
22	75.8	140,1	1,019	1,031	1,031	1,031	1,033	1,032
23	80.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
24	80.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
25	85.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
26	110.1	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
27	110.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
28	110.3	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
29	115.1	58,1	0,350	0,343	0,344	0,345	0,344	0,344
30	115.2	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)

Note: / Anmerkung:

1) Test no. defined according to [3]. / *Test Nr. definiert entspricht [3].*

2) Tests not required for [1] according to [3]. / *Gemäß [3] Tests für [1] nicht gefordert .*

3) Due to spot testing the tests marked were not conducted. / *Die markierten Tests wurden im Rahmen der Stichprobenvermessung nicht durchgeführt.*

Figure 17 – Summary results of short-circuit current contributions

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

	AZZURRO 3PH 50000TL-V1	AZZURRO 3PH 60000TL-V1	AZZURRO 3PH 70000TL-V1
Nominal active power, P_n [kW]	50	60	70
Nominal output voltage, U_n [V]	230 (phase-to-neutral)	230 (phase-to-neutral)	480 (phase-to-phase)
Nominal current, I_n [A]	72	87	84

3. Annex 3 – Extract from the test report

The FRT behaviour of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 directly.

The current peak values and current rms values of the AZZURRO 3PH 60000TL-V1 can be applied to the AZZURRO 3PH 50000TL-V1 and AZZURRO 3PH 70000TL-V1 scaled (by the factor $I_{n,notmeasure}$ / $I_{n,\ AZZURRO\ 3PH\ 60000TL\text{-}V1}$)

3. Annex 3 – Extract from the test report

Parameters necessary for calculating the short-circuit currents as specified in DIN EN 60909-0 (VDE 0102) [6] (*Manufacturer's data* from [14]):

Herstellerangabeerforderlich: /

Manufacturer specifications needed:

Table 12 – Extent of the information on short-circuit current contributions to be given in the unit certificate

Type of power generating unit	Information	Symbol
Power generating units with full-scale converters	R.m.s. value of the source current for three-phase fault	I_{skPF}
	R.m.s. value of the source current for two-phase fault	$I_{(1)sk2PF}$
	R.m.s. value of the source current for single-phase fault	$I_{(1)sk1PF}$
	Negative-sequence short-circuit impedance (manufacturer information for integer *k*-factors only)	$Z_{(2)PF}$

R.m.s. value of the source current for three-phase fault IskPF(First 1-2 cycles of the Fault) = 102A

R.m.s. value of the source current for two-phase fault I(1)sk2PF(First 1-2 cycles of the Fault) = 93.6A

R.m.s. value of the source current for single-phase fault I(1)sk1PF(First 1-2 cycles of the Fault) = 92.6A

Negative sequence short circuit impedance for all integer K factors is 1.618~9999 pu .

Figure 18 – Parameters necessary for calculating the short-circuit currents according to DIN EN 60909-0

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.1. General information about the simulation model [16]:

Simulation environment used for creation of the PGU model:	Matlab: 9.4 (R2018a, 64bit), Simulink: 9.1 (R2018a), Simscape: 4.4 (R2018a), Simscape Power Systems: 6.9 (R2018a)
Simulation environment used for conducting simulation/validation:	Matlab: 9.7 (R2019b, 64bit), Simulink: 10.0 (R2019b), Simscape: 4.7 (R2019b), Simscape Electrical: 7.2 (R2019b)
Data format of the simulation model:	.slx: Simulink model file .zip: Compressed file archive
Identification number of the validated model of the generating unit:	File name: ZCS_21-0003_0_TR4_AZZURRO 3PH 50000-70000TL-V1_V1.zip MD5 - Checksum: af6e7dfb7054ab26eab142938a263333 **Archive content:** File name: ZCS _V10.slx MD5 - Checksum: 5472fa2a407230f75dc8351aceeb7447
Certification the PGU according to:	☒ VDE-AR-N 4110:2018-11 ☐ VDE-AR-N 4120:2018-11
Available model documentation:	User Manual and Model Description of Matlab Model of ZCS PV Inverter AZZURRO 3PH 50000-60000TL-V1 (Date: 18.08.2020)
Model type:	☒ EMT model ☐ RMS model
The model is suitable for	☒ static simulation ☒ dynamic simulation ☒ simulation of symmetrical and asymmetrical faults ☐ only simulation of symmetrical faults
Implemented FRT modes:	☒ Full dynamic grid support ☒ Limited dynamic grid support
Is k-factor adjustable?	☒ yes ☐ no
Further functions implemented in the model:	See *4.3 Model parameters [16]*
Is a simulation on a PGS configuration with SCR = 5 possible?	☒ yes ☐ no
Limitation for usage of the simulation model:	• The reactive power control functions implemented on the simulation model were not validated directly • The active power control implemented in the simulation model is suitable for application of set point accuracy. The active power gradient is not implemented in the simulation model. • An apparent power /current limitation is not implemented in the model. The PQ characteristic curve of the model is not validated.

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.2. Description of the PGU simulation model [16]:

The provided EMT model the product series is implemented in Matlab/Simulink/Simscape. The model implements the characteristic behaviour according to TG 3. It is valid for the Simulink solver type '*ode45 (Dormand-Prince)*' and variable step-size.

In the simulation the model shall reach a stable operating point before tests can be conducted. According to the manufacturer a stable operation is reached after 0,5 s of simulation time. A simulation run with a start time of 0,0 s is recommended by the manufacturer.

Description of the main control circuit (Figure 19):

The simulation model consists of the following subsystems and Matlab Functions:

- The subsystem *PLL* determines the frequency for grid protection and phase angle for calculation of the pos. / neg. sequence of active / reactive current references;
- subsystem *Current Regulator*: pos. seq. current control loop, determines the pos. seq. d/q voltage set point;
- subsystem *Current dq-*: neg. seq. current control loop, determines the neg. seq. d/q voltage set point;
- subsystem *dqtoabc*: converts the pos. seq. voltages in d/q system into abc system;
- subsystem *dqtoabc*: converts the neg. seq. voltages in d/q system into abc system;
- The subsystem "Inverter" mirrors the behaviour of the PGU;
- Matlab Function 1: calculates the pre-fault voltage in pos. / neg. seq. system;
- Matlab Function 2: calculates the P and Q set points;
- Matlab Function 3: calculates the pos. / neg. seq. active / reactive current set points and P and Q set points. Disconnection signal "On/Off" will be sent if a protection events is detected

Detection of FRT event:

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

$U_n \pm 10\% U_n$ (default setting):

If the minimum (for LVRT) or maximum (for HVRT) value of the three phase-to-phase voltages exceeds the activation threshold, a FRT event will be detected.

Voltage reference for additional reactive current calculation:

The reference voltage is the 3 s (default setting, parameter "VRT Ud Filter time(s)" is adjustable) average of the positive sequence voltage before fault occurs.

4. Annex 4 – Validated simulation model

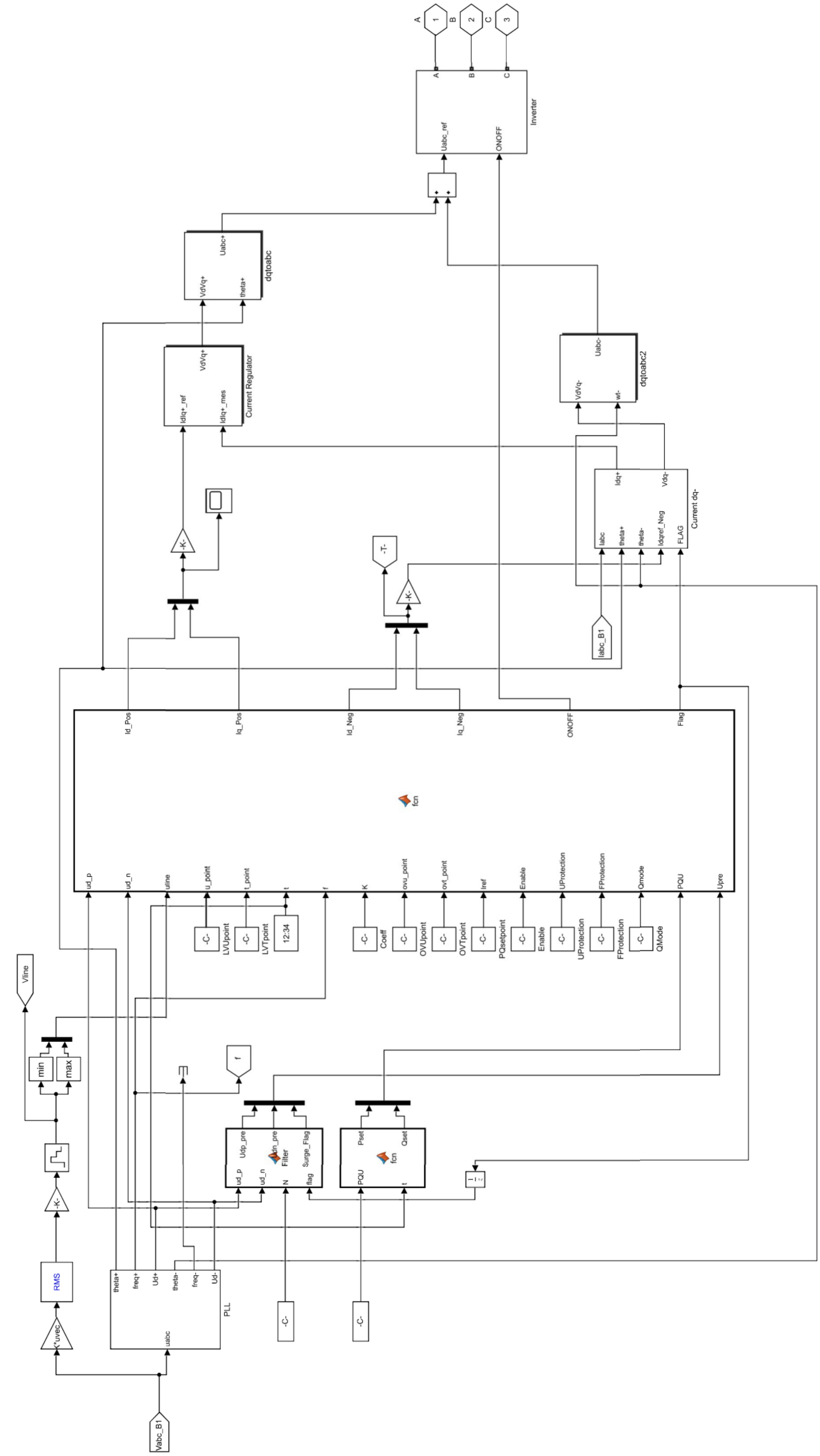


Figure 19 – Main control circuit of the simulation model

4. Annex 4 – Validated simulation model

Description of the interface to DC input and AC output (Figure 20 & Figure 21):

Connection to AC mains has to be established by three phases (A, B, C) of SimPower Systems / Simscape electrical grid type (complex simulated voltage and current fundamental based on a frequency of 50 Hz).

The primary energy is integrated in the model as a static not-limiting power source. So no explicit primary energy conversion is implemented.

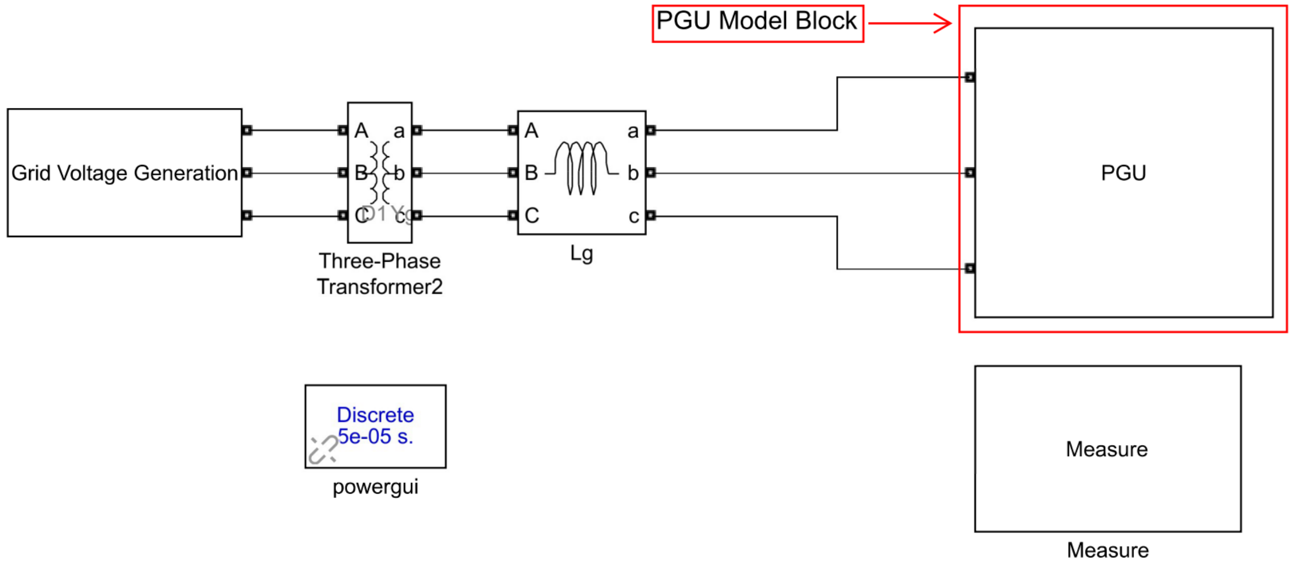


Figure 20 – Model block with application example

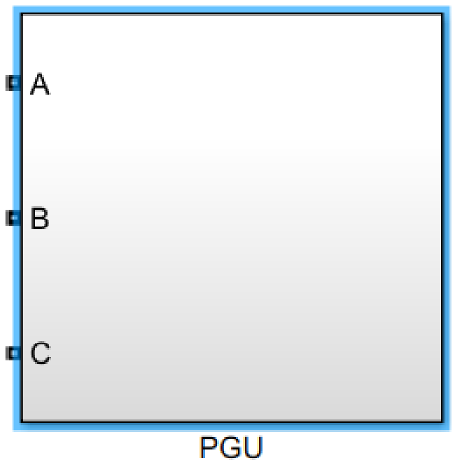


Figure 21 – Interface of the model towards the simulation environment

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.3. Model parameters [16]

Description of the accessible parameterization of the model:

The ranges of the following parameters need to be selected in a sensible way: i.e. using the default values or parameter ranges stated in the *parameter list* documented in TG 3 report [7].

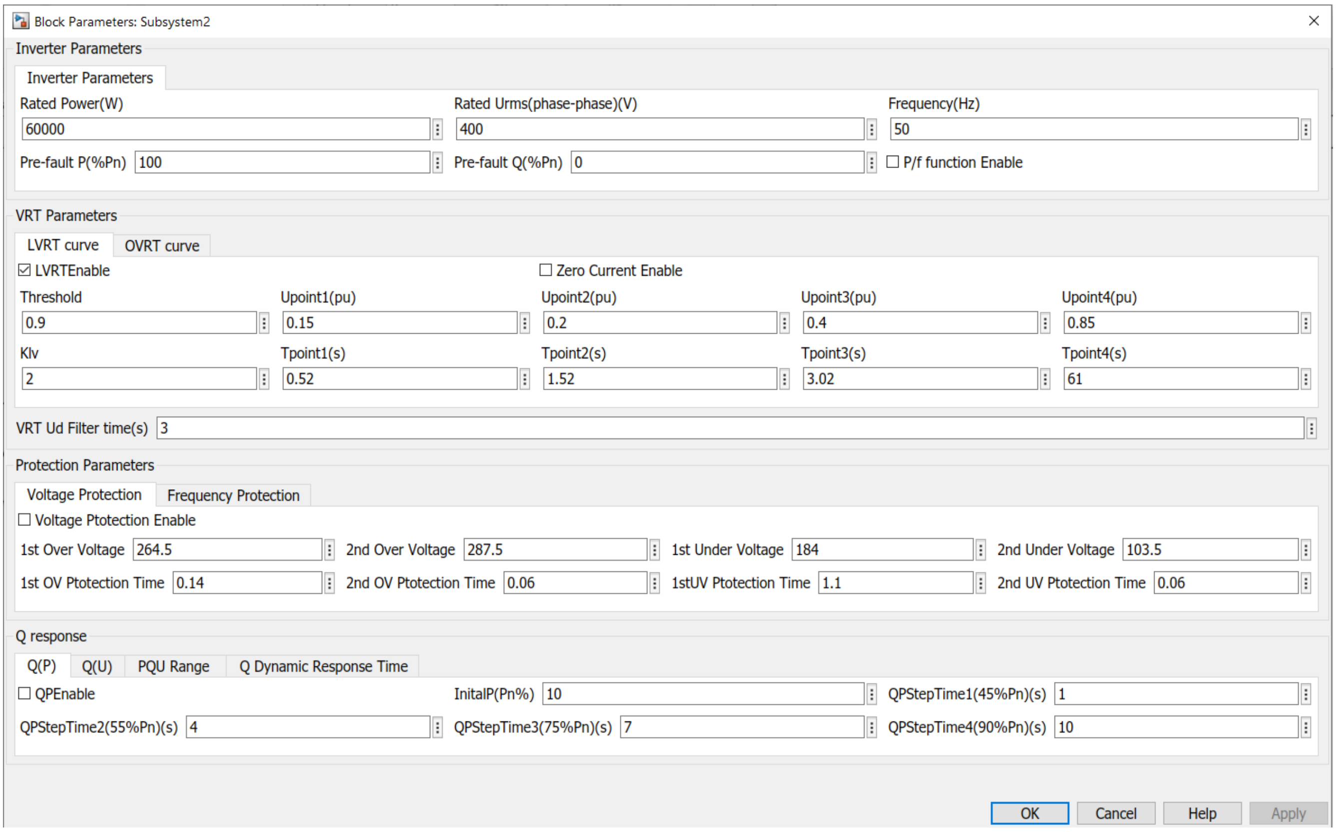


Figure 22 – Parameter setup of the model

Parameter group	Parameter name	Parameter description	Unit	Default
Inverter Parameters	Rated Power(W)	Reted power of the PGU.	[W]	60000
	Rated Urms(phase-phase)(V)	Reted voltage (line-to-line) of the PGU.	[V]	400
	Frequency(Hz)	Nominal frequency of the PGU.	[Hz]	50
	Pre- fault P(%Pn)	Set-point for active power production on AC side.	[%P_n]	100
	Pre-fault Q(%Pn)	Setpoint of reactive power control on AC side.	[%P_n]	0
	P-f function	P(f) function.	(Check Box) checked / not checked	not checked
VRT Parameters – LVRT curve	LVRT Enable	Enable / disable LVRT control function.	(Check Box) checked / not checked	checked
	Zero Current Enable	Enable / disable *Restricted dynamic network stability* control function. The activation threshold is set to 0,7 p.u. (based U_n, line-to-line voltage) as default in the internal Matlab Function.	(Check Box) checked / not checked	not checked
	Threshold	Activation threshold of the LVRT control function.	[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	0,9

4. Annex 4 – Validated simulation model

A4. Model parameters

Parameter group	Parameter name	Parameter description	Unit	Default
VRT Parameters – LVRT curve	Klv	Current scaling factor for reactive current during voltage dips (K factor) according to VDE-AR-N 4110:2018-11. Used for both pos. an neg. seq. reactive currentt control.	-	2
	Upoint1(pu)	Supporting points of the *VRT curve.* [1]	[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	0,15
	Tpoint1(s)		[s]	0,52
	Upoint2(pu)		[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	0,2
	Tpoint2(s)		[s]	1,52
	Upoint3(pu)		[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	0,4
	Tpoint3(s)		[s]	3,02
	Upoint4(pu)		[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	0,85
	Tpoint4(s)		[s]	61
VRT Parameters – OVRT curve	OVRT Enable	Enable / disable OVRT control function.	(Check Box) checked / not checked	checked
	Zero Current Enable	Enable / disable *Restricted dynamic network stability* control function. The activation threshold is set to 0,7 p.u. (based U_n, line-to-line voltage) as default in the internal Matlab Function. Note: The *Restricted dynamic network stability* control function only implemented for under voltage grid fault.	(Check Box) checked / not checked	not checked
	Threshold	Activation threshold of the LVRT control function.	[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	1,1
	Kov	Current scaling factor for reactive current during voltage increase (K factor) according to VDE-AR-N 4110:2018-11. Used for both pos. an neg. seq. reactive currentt control.	-	2
	Upoint1(pu)	Supporting points of the *VRT curve.* [1]	[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	1,25
	Tpoint1(s)		[s]	0,5
	Upoint2(pu)		[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	1,2
	Tpoint2(s)		[s]	6
	Upoint3(pu)		[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	1,15
	Tpoint3(s)		[s]	65
	Upoint4(pu)		[p.u. based U_n (line-to-line voltage)]	1,1
	Tpoint4(s)		[s]	66

4. Annex 4 – Validated simulation model

A4. Model parameters

Parameter group	Parameter name	Parameter description	Unit	Default
Inverter Parameters	VRT Ud Filter time(s)	Pre-fault voltage filter time (parameter set to 3 s as default, so that the simulation time can be reduced).	[s]	3
Protection Parameters – Voltage Protection	Voltage Protection Enable	Enable / disable voltage protection function.	(Check Box) checked / not checked	not checked
	1st Over Voltage	Tripping threshold for 1st level of overvoltage protection. 2)	[p.u. based U_n (line-to-neutral voltage)]	264,5
	1st OV Protection Time	Tripping delay for 1st level of overvoltage protection.	[s]	0,14
	2nd Over Voltage	Tripping threshold for 2nd level of overvoltage protection. 2)	[p.u. based U_n (line-to-neutral voltage)]	287,5
	2nd OV Protection Time	Tripping delay for 2nd level of overvoltage protection.	[s]	0,06
	1st Under Voltage	Tripping threshold for 1st level of undervoltage protection. 2)	[p.u. based U_n (line-to-neutral voltage)]	184
	1st UV Protection Time	Tripping delay for 1st level of undervoltage protection.	[s]	1,1
	2nd Under Voltage	Tripping threshold for 2nd level of undervoltage protection. 2)	[p.u. based U_n (line-to-neutral voltage)]	103,5
	2nd UV Protection Time	Tripping delay for 2nd level of undervoltage protection.	[s]	0,06
Protection Parameters – Frequency Protection	Frequency Protection Enable	Enable / disable frequency protection function.	(Check Box) checked / not checked	not checked
	1st Over Frequency	Tripping threshold for 1st level of over frequency protection. 2)	[Hz]	51,5
	1st OF Protection Time	Tripping delay for 1st level of overfrequency protection.	[s]	0,1
	2nd Over Frequency	Tripping threshold for 2nd level of overfrequency protection. 2)	[Hz]	52,5
	2nd OF Protection Time	Tripping delay for 2nd level of overfrequency protection.	[s]	0,06
	1st Under Frequency	Tripping threshold for 1st level of underfrequency protection. 2)	[Hz]	47,5
	1st UF Protection Time	Tripping delay for 1st level of underfrequency protection.	[s]	0,1
	2nd Under Frequency	Tripping threshold for 2nd level of underfrequency protection. 2)	[Hz]	45
	2nd UF Protection Time	Tripping delay for 2nd level of underfrequency protection.	[s]	0,06
Q response – Q(P)	QPEnable	Enable / disable Q(P) control function.	(Check Box) checked / not checked	not checked
	Initial P(%Pn)	Lower active power limit, above which the Q(P) control function will be effective.	[%P_n]	10
	Q step time1 (45%Pn)(s)	Simulation duration of each P-step.	[s]	1
	Q step time2 (55%Pn)(s)		[s]	4
	Q step time3 (75%Pn)(s)		[s]	7
	Q step time4 (90%Pn)(s)		[s]	10
Q response – Q(U)	QUEnable	Enable / disable Q(U) control function.	(Check Box) checked / not checked	not checked

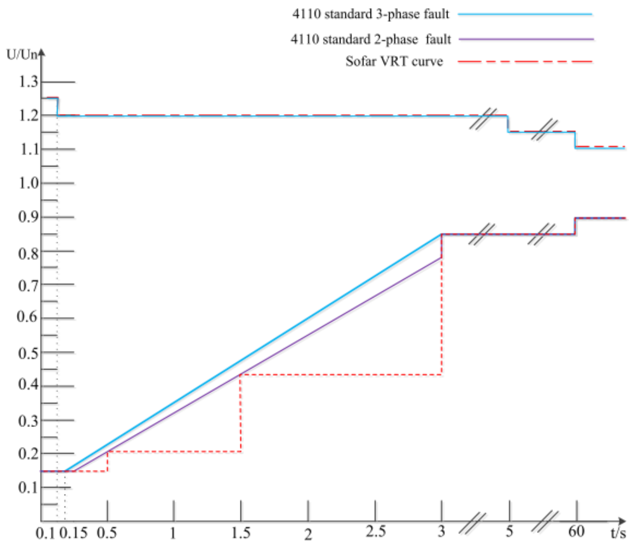
4. Annex 4 – Validated simulation model

A4. Model parameters

Parameter group	Parameter name	Parameter description	Unit	Default
Q response – PQU Range	PQUEnable	Enable / disable predefined PQ study cases..	(Check Box) checked / not checked	not checked
	PQUTestCase	Predefined study cases.	(drop-down list)	"Test 4.2.1.2"
	Each Step PQU Time	Simulation duration of each P-step	[s]	3
Q response – Q Dynamic response Time	Q Dynamic response Time	Response Time of Q Dynamic	[s]	1

Note:

1) Within the adjustable parameter ranges of the grid monitoring an undervoltage can be rode through until the grid monitoring triggers. Additionally, a fault ride-through tripping curve function *VRT curve* is implemented in the software. This function defines a curve exceeding which the unit disconnects from the grid.



2) The tripping threshold of the voltage protection is set base on line-to-neutral voltage, but the line-to-line voltages were monitored. This has to be considered by setting the voltage protection parameters.

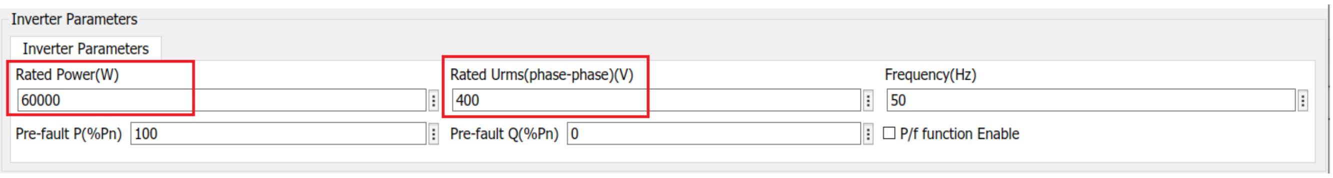
Figure 23 – Accessible parameters of the model from [16]

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.4. Model application guide [16]

Scaling of inverter model [16]

For application of other inverter types in the product series the parameters *Rated Power(W)* and *Rated Urms(phase-phase)(V)* need to be set accordingly.



Description of the steps for integration of the simulation model in a power generating system project (Manufacturer's information) [16]

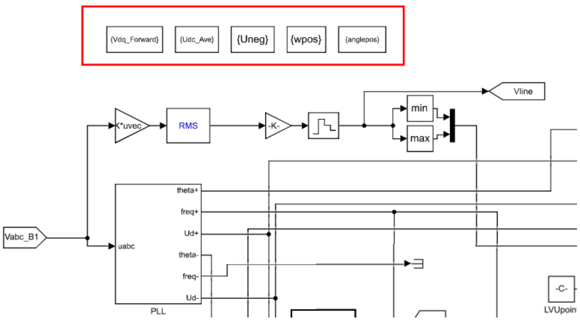
1. The current project path must contain the following files:
   a) inverter model "*ZCS_V10.slx*"
   b) PGS model as *.slx or *.mdl-file
2. The model block (see Figure 20) can be copied from the model file "*ZCS_V10.slx*" into a simulation project using copy&paste. The corresponding "powergui" is copied once into project. If more than 1 instance of model used for the simulation, the PGU model block (see Figure 20) has to be modified before copying *.
3. Electrical connection will be established by wiring the models' output terminals (A, B, C) into the SimPowerSystems / Simscap grid.
4. Solver configuration according to provided model documentation (see Annex 4 in [16])
5. Finally, the model has to be parameterized as needed.

The model reaches a stable operating point after the waiting time of 0,5 s expires. **

* Since in the model some global "*Goto*" tags are used, if more than 1 instance of model used for the simulation, the PGU model block (see Figure 20) has to be modified accordingly before copying. The tag visibility of following tags has to be set from *global* to *scoped:*

- *Vdq_Forward* in Subsystem *PLL*
- *Uneg* in Subsystem *PLL\Negative Sequence*
- *Udc_Ave* in Subsystem *Inverter*
- *anglepos* in Subsystem *PLL\Positive Sequence*
- *wpos* in Subsystem *PLL\Positive Sequence*

In addition, the *GotoTagVisibility* need to be set accordingly:

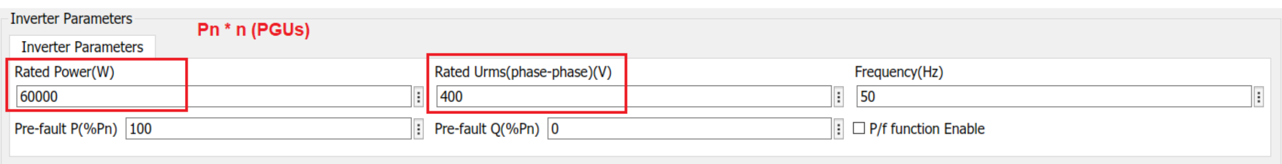


If needed, other global tags can be deleted (just follow the messages after initialization).

Furthermore, the Signal labels *Vabc_B1* and *Iabc_B1* of the Three-Phase VI Measurement in Subsystem *Inverter* have to be set different label names in every model Block.

Other way to build up a power plant with more than one unit with the same model type:

set the parameter *Rated Power(W)* to the total power of the power plant (P_n * n (PGUs)):



** Depending on the setup of the simulation environment a stable operation of the model may be reached longer than 0,5 s.

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.5. Scope of the validation and plausibility tests [16]

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

- Validation for active power set point accuracy (chapter 3.1.2 in [4])
- Function tests for grid protection (chapter 3.4 in [4])
- Validating all TG3 FRT tests (chapter 5 in [4])
- Plausibility tests on single model for different
    - fault types;
    - voltage depth;
    - pre-fault voltages
    - pref-fault active powers
    - pref-fault reactive powers
    - k-factors

  (chapter 5.5.2 in [4])
- Plausibility checks of the steady-state operation (chapter 5.5.2.2 in [4])
- Plausibility tests for typical PGS configuration for different
    - fault types;
    - voltage depth;
    - pre-fault voltages
    - pref-fault active powers
    - pref-fault reactive powers
    - k-factors

  (chapter 5.5.3.1 in [4])
- Simulating of unsuccessful automatic reconnection for typical PGS configuration (chapter 5.5.3.2 in [4])

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

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.6. Results of Validating simulation models (PGU) [16]

Summary of validation results - AZZURRO 3PH 50000TL-V1

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		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
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	0,015	0,012	0,012	0,016	0,009	0,009	0,014	0,011	0,011	0,016	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,001	0,003	0,006	-0,001	0,001
25.1 according to IEC	Fault	0,009	-0,014	0,006	0,030	0,033	0,029	0,035	-0,012	0,022	0,115	0,125	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	-0,003	0,005	0,011	0,003	0,004
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,017	-0,003	0,023	0,016	0,008	0,009	0,017	-0,003	0,023	0,016	0,006	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	-0,001	0,002	0,006	0,003	0,003
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.6 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. Annex 4 – Validated simulation model

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P			Q			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
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,005	-0,001	0,001	0,004	-0,001	0,002	0,005	-0,001	0,001	0,004	-0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	-0,001	0,001	0,004	0,001	0,001
75.3 according to IEC	Fault	0,013	0,010	0,012	0,045	0,045	0,044	0,017	0,014	0,016	0,059	0,060	0,058	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	-0,001	0,003	0,005	0,001	0,003
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,004	0,000	0,001	0,076	-0,004	0,007	0,004	0,000	0,001	0,076	-0,004	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,001	0,008	0,000	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.6 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.7 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,001	0,001	0,001	0,003	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
75.8 according to IEC	Fault	0,012	0,009	0,011	0,071	0,072	0,069	0,014	0,011	0,013	0,081	0,082	0,079	0,002	-0,002	0,002	0,008	-0,008	0,007	0,018	-0,017	0,016	0,063	-0,064	0,061
2ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	0,009	0,000	0,001	0,003	-0,001	0,002	0,009	0,000	0,001	0,004	-0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	-0,001	0,001	0,004	0,001	0,002
0,75 ≤ U_rest ≤ 0,85	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80.1	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75 ≤ U_rest ≤ 0,85	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80.2	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,85 ≤ U_rest ≤ 0,90	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,15	Pre	0,005	0,002	0,002	0,008	0,001	0,004	0,005	0,002	0,002	0,008	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	-0,001	0,002	0,006	0,002	0,003
115.1 according to IEC	Fault	0,008	0,005	0,006	0,027	-0,026	0,025	0,007	0,004	0,006	0,023	-0,022	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,004	0,007	0,010	0,000	0,005
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,027	-0,003	0,010	0,007	0,001	0,005	0,026	-0,003	0,010	0,007	0,001	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,007	0,000	0,003
U_rest ≥ 1,15	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 24 – Summary of validation results - AZZURRO 3PH 50000TL-V1 from [16]

4. Annex 4 – Validated simulation model

Summary of validation results - AZZURRO 3PH 60000TL-V1

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		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
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	0,008	0,005	0,005	0,013	0,007	0,007	0,008	0,005	0,005	0,013	0,007	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,003	0,003	0,006	0,001	0,002
25.1 according to IEC	Fault	0,008	-0,014	0,005	0,017	0,020	0,016	0,031	-0,014	0,019	0,063	0,074	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,004	0,004	0,011	0,006	0,005
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,010	-0,012	0,023	0,013	0,006	0,008	0,010	-0,012	0,023	0,013	0,004	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,001	0,003	0,007	0,002	0,003
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
25.2 according to IEC	Fault	0,008	-0,001	0,005	0,016	0,020	0,016	0,029	0,005	0,019	0,061	0,073	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,010	0,005	0,006
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,007	0,001	0,002	0,008	0,004	0,006	0,007	0,001	0,002	0,008	0,003	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	0,008	0,005	0,005	0,012	0,006	0,006	0,007	0,005	0,005	0,012	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,002	0,003	0,007	0,002	0,002
25.4 according to IEC	Fault	0,009	-0,010	0,008	0,023	0,026	0,022	0,014	-0,010	0,012	0,037	0,042	0,035	0,006	-0,006	0,006	0,011	-0,012	0,010	0,017	-0,016	0,015	0,029	-0,031	0,027
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,009	-0,017	0,018	0,012	0,005	0,006	0,009	-0,017	0,018	0,012	0,004	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,004	0,006	0,002	0,004
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,002	0,001	0,001	0,007	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
25.5 according to IEC	Fault	0,009	0,003	0,008	0,024	0,027	0,022	0,015	0,007	0,012	0,038	0,042	0,035	0,007	-0,005	0,006	0,011	-0,013	0,010	0,018	-0,014	0,015	0,031	-0,036	0,027
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,003	0,000	0,001	0,008	0,004	0,005	0,003	0,000	0,001	0,008	0,004	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	-0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	0,008	0,005	0,005	0,014	0,006	0,006	0,008	0,005	0,005	0,014	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	-0,001	0,002	0,006	0,002	0,003
50.1 according to IEC	Fault	0,009	-0,001	0,008	0,035	0,037	0,034	0,017	0,004	0,015	0,064	0,068	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,001	0,003	0,006	0,003	0,003
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,010	-0,012	0,022	0,012	0,004	0,006	0,010	-0,012	0,022	0,012	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,001	0,003	0,006	-0,001	0,003
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	0,004	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,004	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
50.2 according to IEC	Fault	0,009	0,006	0,008	0,038	0,040	0,037	0,017	0,012	0,015	0,069	0,074	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,004	0,007	0,002	0,003
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,003	0,001	0,001	0,008	0,004	0,006	0,003	0,001	0,001	0,008	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	0,004	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,004	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
50.5 according to IEC	Fault	0,005	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,010	0,007	0,009	0,004	0,004	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	0,004	0,000	0,001	0,008	0,005	0,005	0,004	0,000	0,001	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,003	0,000	0,000
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	0,008	0,005	0,005	0,019	0,008	0,008	0,007	0,005	0,005	0,019	0,008	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,003	0,006	0,000	0,002
50.3 according to IEC	Fault	0,010	0,001	0,009	0,030	0,031	0,029	0,012	0,002	0,011	0,039	0,040	0,037	0,004	-0,004	0,004	0,008	-0,008	0,008	0,016	-0,015	0,015	0,032	-0,033	0,031
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,010	-0,016	0,018	0,014	0,007	0,008	0,009	-0,016	0,018	0,014	0,007	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,006	0,000	0,004
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
50.4 according to IEC	Fault	0,009	0,007	0,009	0,032	0,033	0,031	0,012	0,009	0,011	0,041	0,043	0,040	0,004	-0,004	0,004	0,008	-0,009	0,008	0,016	-0,014	0,015	0,032	-0,035	0,031
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,005	0,001	0,001	0,008	0,004	0,005	0,005	0,001	0,001	0,008	0,004	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	-0,001	0,001	0,003	0,001	0,002
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,002	0,001	0,001	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
50.6 according to IEC	Fault	0,008	0,005	0,006	0,004	0,002	0,003	0,010	0,007	0,008	0,005	0,002	0,004	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,005	0,005	0,004
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	0,006	0,001	0,002	0,008	0,005	0,005	0,006	0,001	0,002	0,008	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,002	-0,001	0,001	0,011	0,003	0,004	0,002	-0,001	0,001	0,011	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,001	0,002	0,006	0,004	0,004
75.1 according to IEC	Fault	0,010	0,002	0,009	0,026	0,027	0,024	0,014	0,004	0,011	0,034	0,035	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,004	-0,001	0,001
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,014	-0,018	0,020	0,009	0,002	0,004	0,014	-0,018	0,020	0,009	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,001	0,003	0,006	0,003	0,003

4. Annex 4 – Validated simulation model

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P			Q			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
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
75.2 according to IEC	Fault	0,010	0,007	0,009	0,029	0,030	0,028	0,013	0,010	0,011	0,038	0,039	0,037	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	-0,001	0,001	0,003	-0,001	0,001
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,004	0,001	0,001	0,003	-0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,003	-0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,003	-0,001	0,001	0,004	-0,002	0,002	0,003	-0,001	0,001	0,004	-0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,004	0,000	0,001
75.3 according to IEC	Fault	0,011	0,009	0,010	0,027	0,027	0,027	0,015	0,012	0,014	0,036	0,036	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,001	0,003	0,006	0,002	0,003
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,004	0,000	0,001	0,079	-0,005	0,007	0,004	0,000	0,001	0,079	-0,005	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,001	0,001	0,013	0,000	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,005	0,002	0,002	0,006	-0,004	0,004	0,005	0,002	0,002	0,006	-0,004	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,001	0,003	0,000	0,001
75.4 according to IEC	Fault	0,005	0,002	0,004	0,031	0,033	0,030	0,007	0,003	0,005	0,041	0,043	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,047	0,001	0,002	0,075	0,002	0,007	0,048	0,001	0,002	0,075	0,002	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,001	0,001	0,019	0,001	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
75.5 according to IEC	Fault	0,012	0,009	0,011	0,071	0,073	0,069	0,015	0,012	0,014	0,092	0,095	0,091	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,007	0,002	0,003
3ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	0,003	0,000	0,001	0,003	-0,001	0,002	0,003	0,000	0,001	0,003	-0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,004	-0,001	0,001	0,010	0,002	0,004	0,004	-0,001	0,001	0,010	0,002	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,004	0,007	0,001	0,002
75.6 according to IEC	Fault	0,010	0,000	0,008	0,014	0,015	0,013	0,011	0,001	0,009	0,016	0,017	0,015	0,001	-0,001	0,001	0,002	-0,002	0,002	0,008	-0,008	0,007	0,018	-0,019	0,017
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,012	-0,020	0,021	0,008	0,000	0,004	0,012	-0,020	0,021	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,007	0,001	0,004
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,004	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
75.7 according to IEC	Fault	0,009	0,007	0,008	0,019	0,019	0,018	0,010	0,008	0,009	0,021	0,022	0,020	0,001	-0,001	0,001	0,002	-0,002	0,002	0,008	-0,007	0,007	0,018	-0,019	0,017
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,004	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,004	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
75.8 according to IEC	Fault	0,011	0,008	0,010	0,050	0,052	0,049	0,012	0,009	0,011	0,057	0,059	0,056	0,002	-0,002	0,002	0,005	-0,005	0,004	0,018	-0,017	0,016	0,038	-0,040	0,036
2ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	0,004	0,000	0,001	0,003	-0,001	0,002	0,004	0,000	0,001	0,003	-0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001
0,75 ≤ U_rest ≤ 0,85	Pre	0,002	-0,001	0,001	0,008	0,002	0,004	0,002	-0,001	0,001	0,008	0,002	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,003	0,005	-0,001	0,002
80.1	Fault	0,011	0,001	0,008	0,022	0,023	0,021	0,013	0,002	0,010	0,027	0,028	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,003	-0,001	0,001
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	0,015	-0,017	0,019	0,008	0,001	0,004	0,015	-0,017	0,019	0,008	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,001	0,003	0,006	0,002	0,003
0,75 ≤ U_rest ≤ 0,85	Pre	0,002	-0,001	0,001	0,008	0,002	0,004	0,002	-0,001	0,001	0,008	0,002	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	-0,001	0,002	0,006	0,003	0,003
80.2	Fault	0,008	0,002	0,008	0,011	0,011	0,010	0,009	0,003	0,009	0,012	0,012	0,011	0,001	-0,001	0,000	0,001	-0,001	0,001	0,006	-0,006	0,005	0,014	-0,013	0,012
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	0,012	-0,018	0,020	0,008	0,001	0,004	0,012	-0,018	0,020	0,008	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,007	0,000	0,004
0,85 ≤ U_rest ≤ 0,90	Pre	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
85.1 according to IEC	Fault	0,008	0,008	0,008	0,017	0,016	0,016	0,010	0,009	0,009	0,019	0,018	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,004	0,001	0,001	0,003	-0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,003	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
U_rest ≥ 1,10	Pre	0,012	-0,011	0,011	0,012	0,003	0,004	0,002	-0,001	0,001	0,012	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,001	0,003	0,006	0,000	0,002
110.1 according to IEC	Fault	0,007	0,004	0,006	0,013	0,011	0,011	0,007	0,004	0,006	0,011	0,009	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	-0,001	0,001	0,008	-0,008	0,007
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,020	-0,010	0,012	0,009	0,002	0,004	0,010	0,000	0,004	0,009	0,002	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	-0,002	0,003	0,006	0,000	0,003
U_rest ≥ 1,10	Pre	0,002	-0,002	0,002	0,003	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
110.2 according to IEC	Fault	0,007	0,006	0,006	0,016	0,015	0,015	0,007	0,005	0,006	0,014	0,013	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	-0,001	0,001	0,008	-0,007	0,007
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,005	-0,001	0,002	0,003	0,000	0,001	0,004	0,001	0,001	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
U_rest ≥ 1,10	Pre	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
110.3 according to IEC	Fault	0,007	0,006	0,006	0,007	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,007	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,002	0,005	0,009	0,002	0,005
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
U_rest ≥ 1,15	Pre	0,003	-0,001	0,001	0,010	0,003	0,004	0,002	-0,001	0,001	0,010	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,001	0,003	0,005	0,001	0,002
115.1 according to IEC	Fault	0,006	0,003	0,005	0,009	-0,008	0,007	0,005	0,002	0,004	0,007	-0,007	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,004	0,007	0,010	0,001	0,004
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,009	-0,001	0,004	0,009	0,003	0,004	0,009	-0,001	0,004	0,009	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,007	-0,001	0,003
U_rest ≥ 1,15	Pre	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
115.2 according to IEC	Fault	0,006	0,005	0,005	0,004	-0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,003	-0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,001	0,005	0,010	0,003	0,006
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,005	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,005	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001

Figure 25 – Summary of validation results - AZZURRO 3PH 60000TL-V1 from [16]

4. Annex 4 – Validated simulation model

Summary of validation results - AZZURRO 3PH 70000TL-V1

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		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
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest < 0,05	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	0,003	-0,002	0,002	0,019	0,011	0,011	0,003	-0,002	0,002	0,019	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	-0,002	0,003	0,007	-0,003	0,003
25.1 according to IEC	Fault	0,007	-0,015	0,005	0,020	0,024	0,019	0,026	-0,015	0,019	0,074	0,084	0,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,005	0,004	0,007	-0,003	0,006
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,015	-0,019	0,019	0,017	0,009	0,011	0,015	-0,019	0,019	0,017	0,008	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	-0,001	0,002	0,007	-0,004	0,004
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20 ≤ U_rest ≤ 0,30	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,45 ≤ U_rest ≤ 0,60	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.6 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2 / Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. Annex 4 – Validated simulation model

Test label according to TG3, chapter 4.6 - Behavior during grid disturbance - Table 4-68 and 4-69		Positive Sequence												Negative Sequence											
		P			Q			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
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,004	-0,002	0,002	0,007	-0,004	0,004	0,004	-0,002	0,002	0,007	-0,004	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	-0,001	0,001	0,003	0,000	0,001
75.3 according to IEC	Fault	0,010	0,008	0,010	0,023	0,024	0,023	0,013	0,011	0,013	0,031	0,031	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,003	0,003	0,005	-0,003	0,004
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,003	-0,001	0,001	0,082	-0,007	0,007	0,003	-0,001	0,001	0,081	-0,007	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	-0,001	0,001	0,011	-0,001	0,001
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.4 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.5 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.6 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.7 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70 ≤ U_rest ≤ 0,80	Pre	0,001	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000
75.8 according to IEC	Fault	0,009	0,007	0,009	0,055	0,056	0,054	0,010	0,008	0,010	0,063	0,064	0,061	0,002	-0,002	0,002	0,005	-0,005	0,005	0,018	-0,016	0,016	0,042	-0,043	0,040
2ph / Partial Load / Kp = 4, Kn=4	Post	0,003	0,000	0,001	0,004	0,000	0,002	0,003	0,000	0,001	0,004	-0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	-0,001	0,001	0,003	0,001	0,002
0,75 ≤ U_rest ≤ 0,85	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80.1	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75 ≤ U_rest ≤ 0,85	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80.2	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2, Limited Mode	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,85 ≤ U_rest ≤ 0,90	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.1 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,10	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.3 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_rest ≥ 1,15	Pre	0,006	-0,005	0,005	0,009	0,001	0,004	0,006	-0,005	0,005	0,009	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	-0,002	0,003	0,005	-0,003	0,003
115.1 according to IEC	Fault	0,005	0,001	0,004	0,014	-0,013	0,012	0,004	0,001	0,003	0,012	-0,011	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,001	0,005	0,010	0,001	0,006
3ph / Full Load / Kp = 2, Kn=2	Post	0,018	-0,008	0,010	0,008	0,001	0,005	0,017	-0,008	0,010	0,008	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	-0,002	0,003	0,007	-0,003	0,004
U_rest ≥ 1,15	Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115.2 according to IEC	Fault	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3ph / Partial Load / Kp = 2, Kn=2	Post	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 26 – Summary of validation results - AZZURRO 3PH 70000TL-V1 from [16]

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

Parameter list from:

SOFAR SOLAR

Parameter list of PGU

1. General information regarding the Parameter list

Manufacturer:	Zucchetti Centro Sistemi SpA
Created by:	Dongguan SOFAR SOLAR Co., Ltd.
Created on:	Dongguan SOFAR SOLAR Co., Ltd.
Revised on:	Dongguan SOFAR SOLAR Co., Ltd.

2. Information regarding the power generating unit

Type designation (clear identification of the type)	Rated power [kW]	Rated active current [A] (with statement of displacement factor at which the current is valid)
AZZURRO 3PH 50000TL-V1	50	72
AZZURRO 3PH 60000TL-V1	60	87
AZZURRO 3PH 70000TL-V1	70	84

3. Parameter set during the measurement

☒ No adaptations to the standard parameter set were carried out during the measurement.

4. Main Components of the regulating system

Main components of the control system with firmware and software	
Main component(s) of the control system (Hardware on which the control software is operated)	TMS320F28335
Software version (clear identification of the software)	V2.00 (Created on 2020-3-1)

5. Relevant parameters for the electrical behaviour

General parameter settings (rated values or reference values)	
Parameter set for the default values	AZZURRO 3PH 50000TL-V1 AZZURRO 3PH 60000TL-V1 AZZURRO 3PH 70000TL-V1

No.	Name	Description	Unit	Setting range Min.	Setting range Max.	Default value (acc. to parameter set)
1	P_n	Rated active power	kW	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 0 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 0 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 0	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 50 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 60 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 70	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 50 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 60 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 70
2	S_n	Rated apparent power	kVA	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 50 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 60 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 70	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 50 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 60 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 70	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 50 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 60 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 70
3	U_n	Rated voltage	V	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 230 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 230 AZZURRO 3PH	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 230 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 230 AZZURRO 3PH	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 230 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 230 AZZURRO 3PH

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

SOFAR SOLAR

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
				70000TL-V1: 277	70000TL-V1: 277	70000TL-V1: 277
4	I_n	Rated current	A	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 72 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 87 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 84	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 72 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 87 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 84	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 72 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 87 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 84
5	f_n	Rated frequency	Hz	50	50	50
6	Q_{max}	Maximum reactive power limit	kvar	AZZURRO 3PH 50000TL-V1 -24.23 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: -29.07 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: -33.92	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 24.23 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 29.07 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 33.92	AZZURRO 3PH 50000TL-V1: 0.00 AZZURRO 3PH 60000TL-V1: 0.00 AZZURRO 3PH 70000TL-V1: 0.00
Operating power limited by grid operator						
7	$P_{command}$	Active power setting point by grid operator	%Pn	0	100	100
8	P_{ramp}	Active power ramp(increase or decrease)	%Pn/min	0.0	300.0	300.0
Active power feed-in as a function of grid frequency						
	Frequency characteristic VDE 4110					
9	$Slope_{\_P/f}$	Active power gradient (P_m per Hz - normal frequency band)	%Pm/Δf	0	100	40
10	f_{over_start}	Start frequency P(f) (Start of frequency regulation - power reduction)	Hz	40.00	70.00	50.20
11	$f_{over\_maxback}$	Max frequency of overfrequency back to normal range	Hz	40.00	70.00	50.10
12	$f_{over\_minback}$	Min frequency of frequency back to normal range	Hz	40.00	70.00	49.90
13	$P_{ramp\_frequencyback}$	Active power gradient with P(f)	%Pn/min	0	100	8
14	f_{under_start}	Start frequency P(f) (Start of frequency regulation - power increase)	Hz	40.00	70.00	49.80
15	$f_{under\_maxback}$	Max frequency of underfrequency back to normal range	Hz	40.00	70.00	50.10
16	$f_{under\_minback}$	Min frequency of underfrequency back to normal range	Hz	40.00	70.00	49.90
17	$P_{ramp\_afterfault}$	Active power gradient after fault (P per min) related to reference values	%Pn/min	0	300	9
Reconnection time following disconnection from the grid						
18	$T_{reconnect}$	Time until reconnection	s	0	600	60
Reactive power provision						
19	PF*	Cos phi specifications		0.80	1.00	1.00
20	Q*	Q specifications	%Pn	0.00	48.45	0.00
21	$Q_{max\_overexcited}$	Q limit overexcited	%Pn	0.00	48.45	0.00
22	$Q_{max\_underexcited}$	Q limit under-excited	%Pn	0.00	48.45	0.00

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

SOFAR SOLAR

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
23	I_{max}	Apparent current limit	A	0.0	91.5	91.5
24	Q_{Ulimit}	Q limit at U110% under-excited	%Pn	0.00	48.45	0.00
25	$T_{Qresponse}(3\tau)$	Setting time cos phi specification	s	0	60	1
		Setting time Q specification	s	0	60	1
		Setting time Q(U) characteristic	s	0	60	1
		Setting time cosφ(P) characteristic	s	0	60	1
	Cosphi(P) characteristic					
26	P1	cosφ(P) characteristic Node 1 P	%Pn	0	100	50
27	Cosφ1	cosφ(P) characteristic Node 1 cosφ		0.90	1.00	1.00
28	P2	cosφ(P) characteristic Node 2 P	%Pn	0	100	50
29	Cosφ2	cosφ(P) characteristic Node 2 cosφ		0.90	1.00	1.00
30	P3	cosφ(P) characteristic Node 3 P	%Pn	0	100	50
31	Cosφ3	cosφ(P) characteristic Node 3cosφ		0.90	1.00	1.00
32	P4	cosφ(P) characteristic Node 4 P	%Pn	0	100	100
33	Cosφ4	cosφ(P) characteristic Node 4cosφ		0.90	1.00	0.90
	Q(U) characteristic					
34	Q1	Q(U) characteristic node 1 Q	%Pn	0.00	48.45	48.45
35	U1	Q(U) characteristic node 1 U	%Un	0	110	90
36	Q2	Q(U) characteristic node 2 Q	%Pn	0.00	48.45	48.45
37	U2	Q(U) characteristic node 2 U	%Un	0	110	96
38	Q3	Q(U) characteristic node 3 Q	%Pn	-48.45	0.00	-48.45
39	U3	Q(U) characteristic node 3 U	%Un	0	110	104
40	Q4	Q(U) characteristic node 4 Q	%Pn	-48.45	0.00	-48.45
41	U4	Q(U) characteristic node 4 U	%Un	0	110	110
		PGU disconnection from the grid				
42	U_{2nd}>>	U>> protection	V	0.0	450.0	287.5
43	t_{U2nd}>>	t_u>> protection	ms	0	200000	60
44	U_{1st}>	U> protection	V	0.0	450.0	264.5
45	t_{U1st}>	t_u> protection	ms	0	200000	140
46	U_{1st}<	U< protection	V	0.0	450.0	184.0
47	t_{U1st}<	t_u< protection	ms	0	200000	1100
48	U_{2nd} <<	U<< protection	V	0.0	450.0	103.5
49	t_{U2nd}<<	t_u<< protection	ms	0	200000	60
50	f_{2nd}>>	f>>frequency	Hz	40.00	70.00	52.50

F.2 BUREAU VERITAS CPS Germany – Parameter list / V03 01/20
Page 3/6

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
51	t_{f2nd}>>	t_f>>frequency	ms	0	100000	60
52	f_{1st}>	f>frequency	Hz	40.00	70.00	51.50
53	f_{f1st}>	t_f> frequency	ms	0	100000	100
54	f_{1st}<	f<frequency	Hz	40.00	70.00	47.50
55	f_{f1st}<	t_f< frequency	ms	0	100000	100
56	f_{2nd} <<	f<<frequency	Hz	40.00	70.00	45.00
57	f_{f2nd}<<	t_f<< frequency	ms	0	100000	60
Connection conditions						
58	$U_{connect\_upperlimit}$	Limit value connection U>	V	0.0	450.0	273.0
59	$U_{connect\_lowerlimit}$	Limit value connection U<	V	0.0	450.0	216.5
60	$f_{connect\_upperlimit}$	Limit value connection f>	Hz	40.00	70.00	50.55
61	$f_{connect\_upperlimit}$	Limit value connection f<	Hz	40.00	70.00	47.50
Response during grid faults						
62	$U_{uvrt\_threshold}$	UVRT trigger threshold	%Un	0	100	90
63	$U_{uvrt\_hysteresis}$	UVRT hysteresis	V	0	10	4(unadjustable)
64	K_{uvrt}	k factor		0.0	6.0	2.0
65	$U_{deadband}$	Voltage deadband for K factor	%Un	0	100	10
66	U_{zcm}	Voltage for no reactive power feed-in no active power feed-in	%Un	0	100	70
67	U_{uvrt1}	UVRT curve node 1 U	%Un	0	120	15
68	t_{uvrt1}	UVRT curve node 1 t	ms	0	65535	500
69	U_{uvrt2}	UVRT curve node 2 U	%Un	0	120	20
70	t_{uvrt2}	UVRT curve node 2 t	ms	0	65535	1500
71	U_{uvrt3}	UVRT curve node 3 U	%Un	0	120	40
72	t_{uvrt3}	UVRT curve node 3 t	ms	0	65535	3000
73	U_{uvrt4}	UVRT curve node 4 U	%Un	0	120	85
74	t_{uvrt4}	UVRT curve node 4 t	ms	0	65535	60000
75	$P_{ramp\_aftervrt}$	Active power gradient of the PGU after the UVRT/OVRT	%Pn/min	0	1000	200
Dynamic response for fault ride-through (FRT) in the case of overvoltage						
76	$U_{ovrt\_threshold}$	OVRT trigger threshold	%Un	0	150	110
77	$U_{ovrt\_hysteresis}$	OVRT hysteresis	V	0	10	4(unadjustable)
78	K_{ovrt}	k factor acc. to 4110		0.0	6.0	2.0
79	U_{ovrt1}	OVRT curve node 1 U	%Un	0	150	125
80	t_{ovrt1}	OVRT curve node 1 t	ms	0	65535	100
81	U_{ovrt2}	OVRT curve node 2 U	%Un	0	150	120
82	t_{ovrt2}	OVRT curve node 2 t	ms	0	65535	5000
83	U_{ovrt3}	OVRT curve node 3 U	%Un	0	150	115

F.2 BUREAU VERITAS CPS Germany – Parameter list / V03 01/20
Page 4/6

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

No.	Name	Description	Unit	Setting range		Default value (acc. to parameter set)
				Min.	Max.	
84	t_{ovrt3}	OVRT curve node 3 t	ms	0	65535	60000
85	U_{ovrt4}	OVRT curve node 4 U	%Un	0	150	110
86	t_{ovrt4}	OVRT curve node 4 t	ms	0	65535	60020
Restricted dynamic response for fault ride-through (FRT) in the case of overvoltage						
87	Zcm_Enable	Zero current mode enable		Disable	Enable	Disable
88	U_{zcm1}	Zero current mode threshold1	%Un	0	150	70
89	U_{zcm2}	Zero current mode threshold2	%Un	0	150	120
Self-protection						
90	$U_{instantaneous}$	U>>> protection(P-N peak value)	V	0.0	500.0	430.0(50K/60K) 480.0(70K)
91	$t_{uinstantaneous}$	t_u>>> protection	us	0	10000	250
92	I_{rmsmax}	I> overcurrent protection	A	0.0	200.0	91.5
93	$t_{Irmsmax}$	t_I> overcurrent protection	ms	0	1000	500
94	$I_{rmsunbalancemax}$	I> unbalance current protection	A	0.0	100.0	10.0
95	$t_{Irmsunbalancemax}$	t> unbalance current protection	ms	0	1000	600
96	$I_{dcinstantaneous}$	I>> dc overcurrent protection	A	0.0	100.0	60.0
97	$t_{dcIinstantaneous}$	t>> dc overcurrent protection	us	0	10000	250
98	$U_{businstantaneous}$	U>> bus overvoltage protection	V	0.0	1100.0	980.0
99	$t_{businstantaneous}$	t>> bus overvoltage protection	us	0	10000	250

6. Relevant parameters for the electrical behaviour

Reading out the parameters

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

Name:	ZCSMonitor(50-70KW).exe
Version:	V1.45

7. Interfaces

7.1. Active power specification

Interfaces for the active power reduction by defined setpoint	
Digital interfaces for active power specification (e.g. potential-free inputs, protocol IEC 60870-5-104)	Four digital dry interfaces for active power regulation
Active power setting from the operator	ZCSMonitor(50-70KW).exe via RS485 SolarMan APP via WIFI
Measured interface(s)	ZCSMonitor(50-70KW).exe via RS485 SolarMan APP via WIFI

7.2. Reactive power specification

Interfaces for the provision of reactive power	
Types of reactive power specification (e.g. cosφ and Q, Q(U) characteristic, cosφ(P) characteristic)	ZCSMonitor(50-70KW).exe via RS485 SolarMan APP via WIFI

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

5. Annex 5 – Certification-relevant parameters

SOFAR SOLAR

Measured interface(s)	ZCSMonitor(50-70KW).exe via RS485 SolarMan APP via WIFI

F.2 BUREAU VERITAS CPS Germany – Parameter list / V03 01/20
Page 6/6

ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI SpA
Via Lungarno, 305/A
52028 TERRANUOVA B.NI (AR)
P. I.V.A.: 01262190513

Figure 27 – Parameter list from [13]