

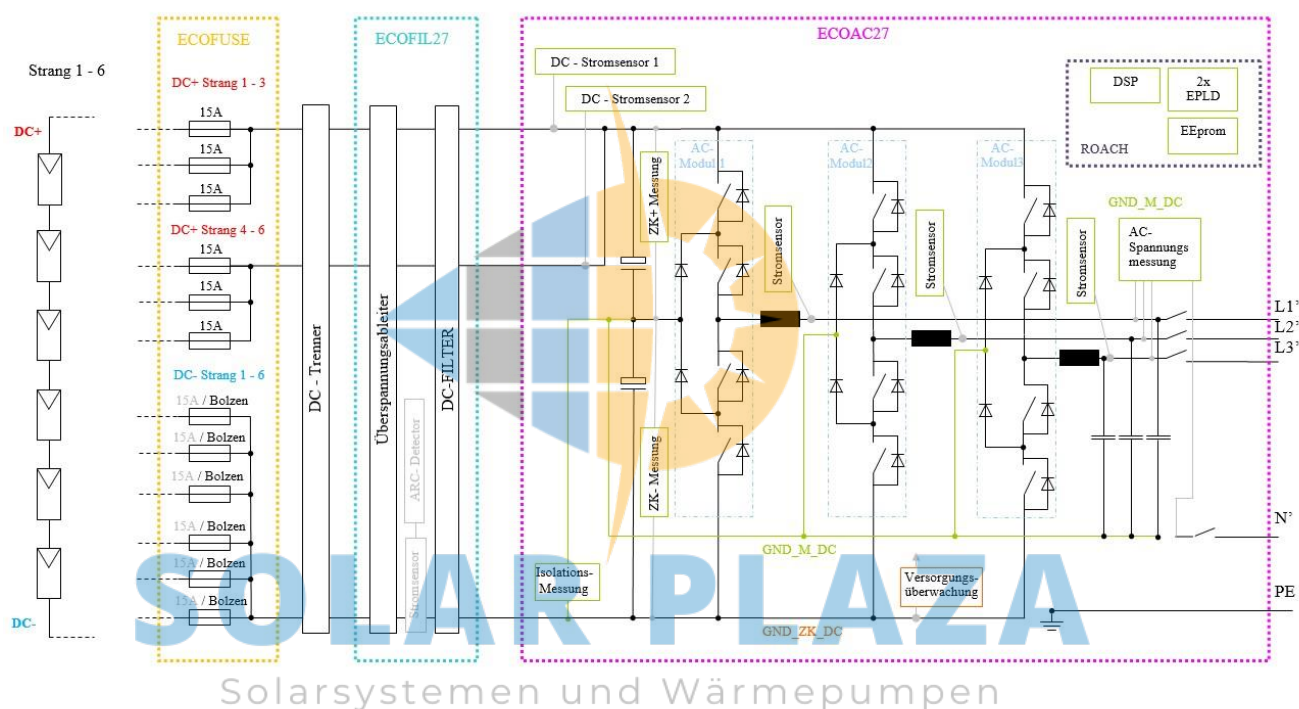
Herstellererklärung Fronius Eco – Beschreibung der EZE

Allgemeines

Diese Herstellererklärung ist gültig für:

- Fronius Eco 25.0-3-S
- Fronius Eco 27.0-3-S

1. Übersichtsschaltbild



Der Fronius Eco besteht im Wesentlichen aus einer traflosen 3-phasige Wechselrichterbrücke. Die PV – Energie wird mit einer 3phasigen Multilevel IGBT-Brücke umgerichtet. Ein nachfolgender LC-Filter (Drosselsatz und Kondensator) filtert die Schaltfrequenzanteile heraus. Die Schaltfrequenz liegt bei 20 kHz. An der DC-Eingangs- und AC-Ausgangsseite befindet sich jeweils ein EMV-Filter.

Als Kuppelschalter sind im WR je 2 Stück 2 polige Laststromschaltendfähige Relais in Serie geschaltet und trennen den PV Generator allpolig und galvanisch vom Netz.

Als Überstromschutz vom Netzübergabepunkt zum Wechselrichter muss ein externes Sicherungsgerät (Schmelzsicherungen oder Leistungsschutzschalter) installiert werden.

2. Technische Daten

Siehe Anhang A.

3. Leistungsbereich

Unter Vernachlässigung der Schutzeinstellwerte und der Auslöseschwellen für FRT gilt:

Der Wechselrichter kann im Spannungsbereich 80%...125% U_n und im Frequenzbereich 45Hz...65Hz dauernd betrieben werden.

Im Spannungsbereich 93%...125% U_n ist dies mit Volllast möglich. Bei Spannungen kleiner 93% U_n sinkt die Leistung linear mit der Netzspannung.

Der tatsächliche Betriebsbereich orientiert sich an den eingestellten Schutzeinstellwerten bzw. den gewählten Auslöseschwellen für FRT.



4. WIRK- UND BLINDLEISTUNGSSTEUERUNG

Folgende verschiedene Wirk- und Blindleistungssteuer-Modi sind für den Fronius Eco auswählbar:

1. Manual Power Reduction
2. Off ($\cos \phi = 1$)
3. Cos ϕ (P)
4. Constant Qabs
5. Constant Qrel
6. Constant cos ϕ
7. Q(P)
8. Q(U)

Weiters werden die einzelnen Modi kurz erläutert, in der darauffolgenden **Tabelle 1** sind die entsprechenden Einstellbereiche zusammengefasst. Diagramme und Kennlinien folgen weiter darunter.

1. Manual Power Reduction

Es kann die maximale Wirkleistungsabgabe des Wechselrichters limitiert werden. Dies ist auch während des Einspeisebetriebs möglich. Diese Funktion beeinflusst nur die Wirkleistungsabgabe und wirkt unabhängig vom eingestellten Blindleistungs-Modus.

2. Off

Es wird keine Blindleistung eingespeist ($\cos \phi = 1$).

3. Cos ϕ (P)

In Abhängigkeit von der eingespeisten Wirkleistung wird der Cos ϕ nach einer einstellbaren Kennlinie geregelt.

4. Constant Qabs

In diesem Modus kann ein konstanter Absolutwert für die abzugebende Blindleistung eingestellt werden. Hier ist anzumerken, dass die Blindleistung gegenüber der Wirkleistung priorisiert wird. D.h., bei Erreichen der maximal erlaubten Gerätescheinleistung wird die Wirkleistung reduziert.

5. Constant Qrel

In diesem Modus kann ein Relativwert der Nennscheinleistung für die abzugebende Blindleistung eingestellt werden. Es gilt wiederum, dass die Blindleistung gegenüber der Wirkleistung priorisiert wird. D.h., bei Erreichen der maximal erlaubten Gerätescheinleistung wird die Wirkleistung reduziert.

6. Constant Cos ϕ

Wirk- und Blindleistung werden ständig so geregelt, damit sich ein konstanter Cos ϕ einstellt. Auch hier gilt wiederum, dass die Blindleistung gegenüber der Wirkleistung priorisiert wird. D.h., bei Erreichen der maximal erlaubten Gerätescheinleistung wird die Wirkleistung reduziert.

7. Q (P)

Dieser Modus stellt einen Kennlinienbetrieb mit einstellbaren Parametern dar. Die Blindleistung wird in Abhängigkeit von der Wirkleistung geregelt.

8. Q (U)

Dieser Modus stellt einen Kennlinienbetrieb mit einstellbaren Parametern dar. Die Blindleistung wird in Abhängigkeit von der gemessenen Netzspannung geregelt.

Die zuvor angeführten Modi können entweder

- direkt am Display oder
- von extern mittels Fronius Interface-Protokoll

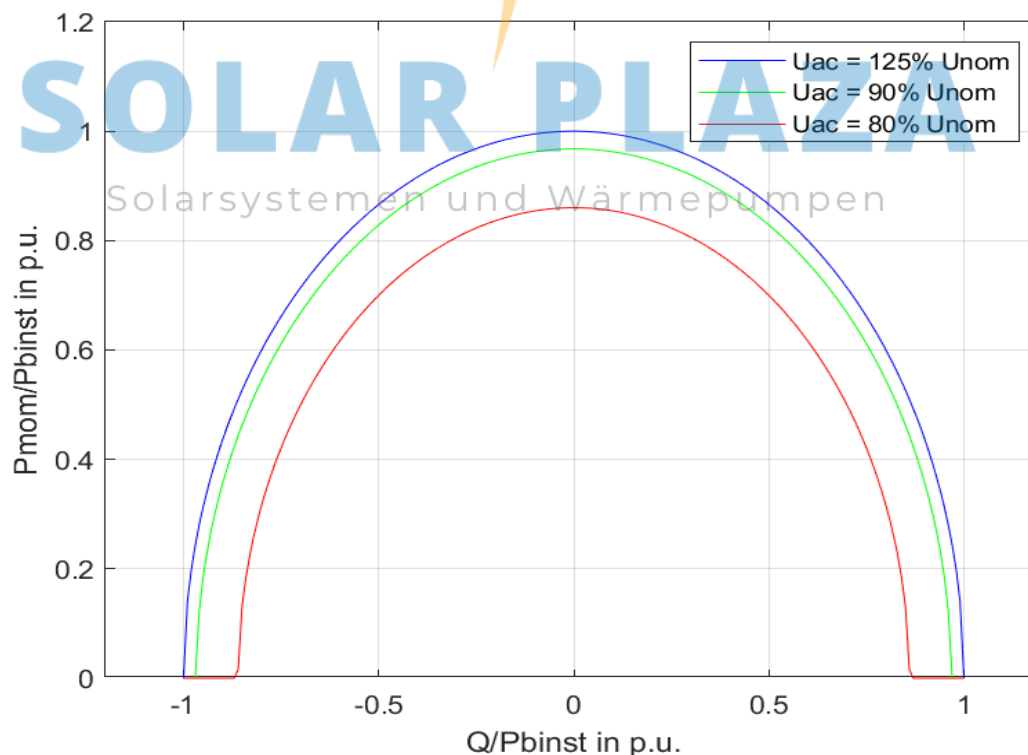
eingestellt werden. Neben zusätzlichen Fronius-Erweiterungen gibt es von 3rd-Party Herstellern diverse Umsetzer auf andere Protokolle oder analoge und digitale Schnittstellen.

Tabelle 1: Einstell-Modi

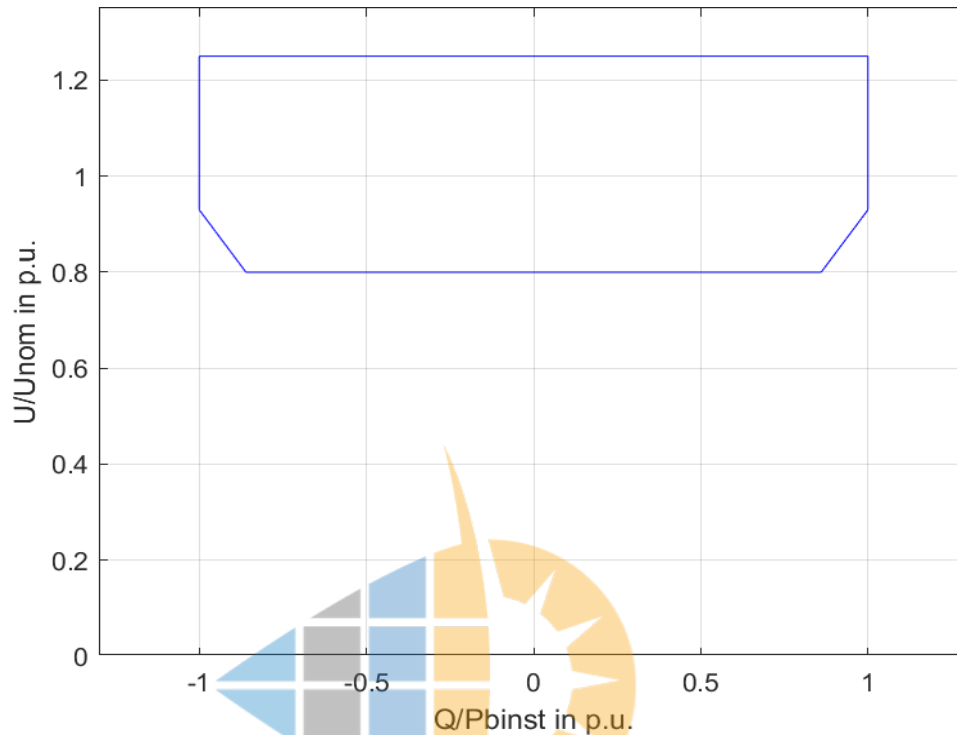
Art der Vorgabe	Min	Max	Schrittweite	Einheit	Änderungsgradient Schrittweite	Änderungsgradient Einheit	Änderungsgradient Wertebereich
Power Reduction	0	100	1	%	1	[%] / sek	1-100, Sonderwert 0xFFFF = 'as fast as possible'
Off	-	-	-	-	-	-	-
Cosphi (P)	Siehe Kennlinie						
Const Qabs	-27.0 kvar	27.00 kvar	0.01 kvar	kvar	10	kVar / sek	
Const Qrel	-100 %	100 %	1 %	%	1	[%] / sek	1-100, Sonderwert 0xFF = 'as fast as possible'
Const CosPhi	0	0	0,001		0,001	1 / sek	1-100, Sonderwert 0xFFFF = 'as fast as possible'
Q (P)	Siehe Kennlinie						
Q (U)	Siehe Kennlinie						

Vorzeichen cos phi Vorgabewert: negativ = übererregt, positiv = untererregt

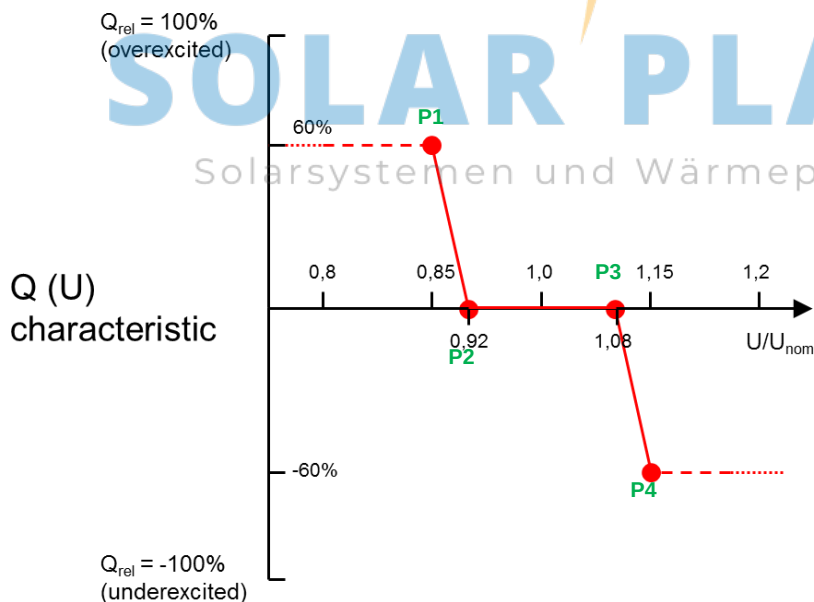
Blindleistungsbereich des Fronius Eco 27.0-3-S (ebenso ist dieses Diagramm auch für den Fronius Eco 25.0-3-S verwendbar:



Q(U) - Blindleistungsbereich:



Q(U)-Kennlinie mit Standard-Parameter:



Die Kennlinien-Eckpunkte können innerhalb folgender Wertebereiche eingestellt werden:

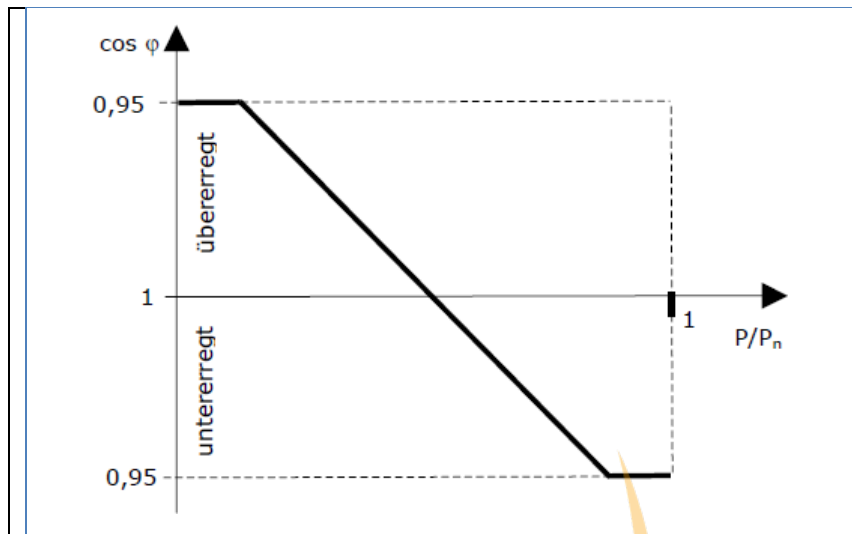
X(1): 0 – 150%
Y(1): 60% CAP – 60% IND

X(2): 0 – 150%
Y(2): 60% CAP – 60% IND

X(3): 0 – 150%
Y(3): 60% CAP – 60% IND

X(4): 0 – 150%
Y(4): 60% CAP – 60% IND

Cos ϕ (P)-Kennlinie:



Die Kennlinien-Eckpunkte können innerhalb folgender Wertebereiche eingestellt werden:

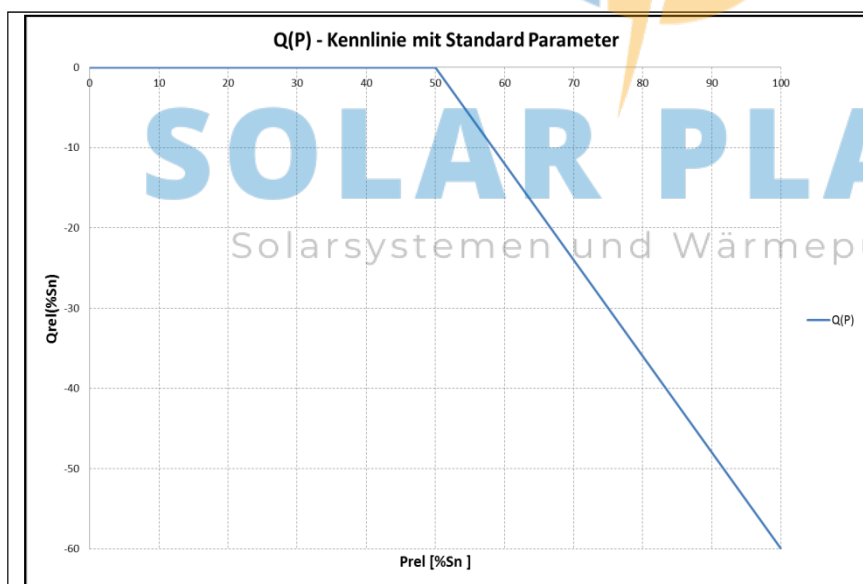
X(1): 0 – 100%
Y(1): 0,8 CAP – 0,8 IND

X(2): 0 – 100%
Y(2): 0,8 CAP – 0,8 IND

X(3): 0 – 100%
Y(3): 0,8 CAP – 0,8 IND

X(4): 0 – 100%
Y(4): 0,8 CAP – 0,8 IND

Q (P)-Kennlinie:



Die Kennlinien-Eckpunkte können innerhalb folgender Wertebereiche eingestellt werden:

X(1): 0 – 100%
Y(1): 60% CAP – 60% IND

X(2): 0 – 100%
Y(2): 60% CAP – 60% IND

X(3): 0 – 100%
Y(3): 60% CAP – 60% IND

X(4): 0 – 100%
Y(4): 60% CAP – 60% IND

5. WIRKLEISTUNGSANPASSUNG BEI ÜBER- UND UNTERFREQUENZ

a) Verhalten der EZE bei Überschreiten der Nennfrequenz

Überschreitet die Netzfrequenz 50,2 Hz, wird der aktuelle Wirkleistungswert eingefroren und die Wirkleistung mit einem Gradient von 40% / Hz reduziert. Nach Rückkehr der Netzfrequenz unter 50,02Hz wird die Wirkleistung mit einem Rückfahr-Gradienten von maximal 10% P_n / Minute wieder auf den maximal technisch möglichen Wert gesteigert. Bevor die Messung durchgeführt wird, wird die maximal mögliche Wirkleistung mittels Sollwertvorgabe auf 50% P_n reduziert.

Im Bereich 47,5 Hz < f_{Netz} ≤ 50,2 Hz erfolgt keine Wirkleistungsbeschränkung.

Bei f_{Netz} unterhalb 47,5 Hz und f_{Netz} ≥ 51,5 Hz wird der Wechselrichter vom Netz getrennt.

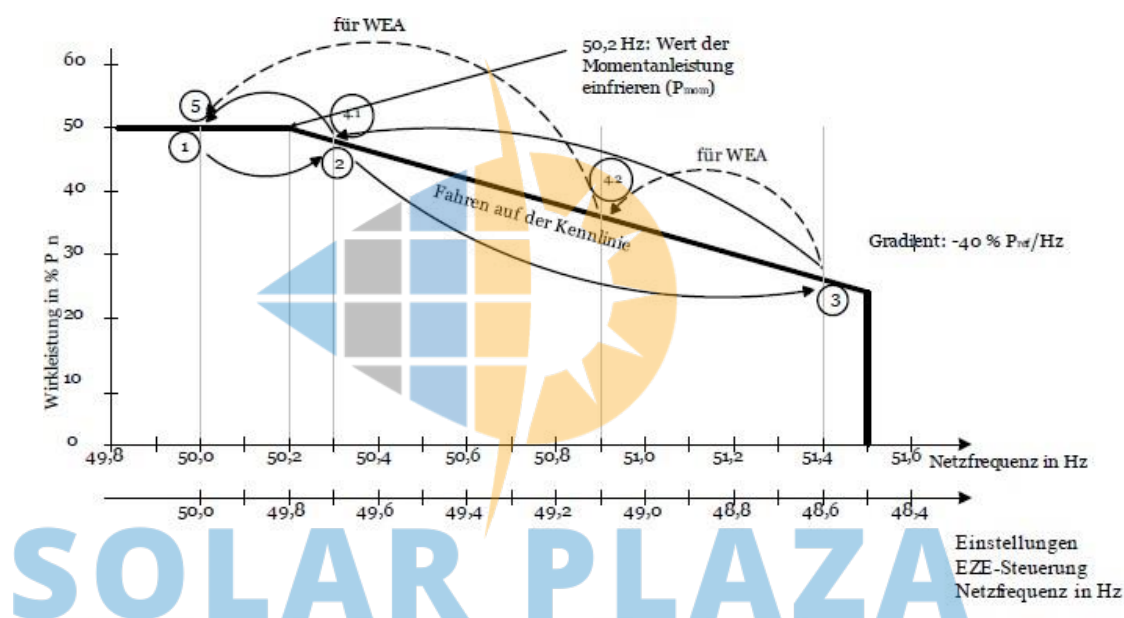


Abb. 4-4: Darstellung des Wirkleistungsverhaltens bei Überfrequenz und Nennleistung

Frequenzstufe	Simulierte Netzfrequenzen	Anmerkung
1	50 Hz ± 0,05 Hz	
2	50,3 Hz ± 0,05 Hz	
3	51,4 Hz ± 0,05 Hz	
4	4.1: 50,3 Hz ± 0,05 Hz 4.2: Für WEA: 50,9 Hz ± 0,05 Hz	Nachweis des Fahrens auf der Kennlinie
5	50 Hz ± 0,05 Hz	Leistungssteigerung auf die maximal mögliche Wirkleistung mit max. Gradient $\Delta P / \Delta t$ von 10 % von P _n /min

Tbl. 4-7: Simulierte Netzfrequenzen bei Überfrequenz

b) Verhalten der EZE bei Unterschreiten der Nennfrequenz

Unterschreitet die Netzfrequenz 49,8 Hz, wird der aktuelle Wirkleistungswert eingefroren und die Wirkleistung mit einem Gradient von 40 % / Hz erhöht. Nach Rückkehr der Netzfrequenz über 49,8 Hz wird die Wirkleistung mit einem Rückfahr-Gradienten von maximal 10 % P_n / Minute wieder auf den maximal technisch möglichen Wert gesteigert. Bevor die Messung durchgeführt wird, wird die maximal mögliche Wirkleistung mittels Sollwertvorgabe auf 10 % P_n reduziert.

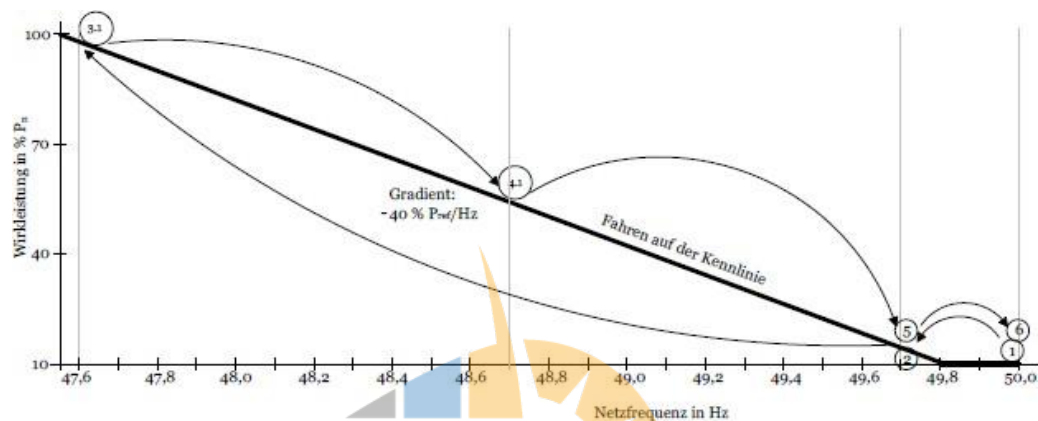


Abb. 4–6: Darstellung des Wirkleistungsverhaltens bei Unterfrequenz

Frequenzstufe	Simulierte Netzfrequenzen	Anmerkung
1	50,0 Hz $\pm$ 0,05 Hz	
2	49,7 Hz $\pm$ 0,05 Hz	
3	3.1: 47,6 Hz $\pm$ 0,05 Hz 3.2: Für WEA: 49,2 Hz $\pm$ 0,05 Hz	
4	4.1: 48,7 Hz $\pm$ 0,05 Hz 4.2: Für WEA: 48,4 Hz $\pm$ 0,05 Hz	
5	49,7 Hz $\pm$ 0,05 Hz	
6	50,0 Hz $\pm$ 0,05 Hz	Leistungssteigerung auf die maximal mögliche Wirkleistung mit max. Gradient $\Delta P/\Delta t$ von 10 % von P_n /min

Tbl. 4–8: Simulierte Netzfrequenzen bei Unterfrequenz

6. Verhalten bei Voltage Fault Ride Through (FRT)

Für genauere Erklärung siehe „Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28468_Dynamische Netzstützung.docx“

Bei Netzspannungseinbrüchen oder Überspannungen reagiert der Wechselrichter mit 2 voneinander unabhängigen Funktionen, die gleichzeitig wirken:

1. Grid Limits (Spannungssteigerungs- und Spannungsrückgangsschutz)

Bricht die Netzspannung für eine definierte Zeitdauer unter eine einstellbare Abschaltschwelle ein, trennt sich der Wechselrichter vom Netz. Dieser Unterspannungsschutz besteht aus einem 2-stufigen Konzept:

- Spannungssteigerungsschutz $U >>$
- Langsamer Spannungsrückgangsschutz $U <$
- Schneller Spannungsrückgangsschutz $U <<$

Für beide Schutzarten können die Zeitdauer und die Abschaltschwelle eingestellt werden. Die erlaubten Einstellbereiche sind im Anhang B aufgelistet.

2. Dynamische Netzstützung (Low Voltage Ride Through-LVRT, High Voltage Ride Through-HVRT)

Bei aktivierter FRT-Funktion erkennt der Wechselrichter z.B. Netzspannungseinbrüche und wirkt diesen entgegen, damit der Wechselrichter auch bei unsauberen Netzen weiterhin einspeisen kann.

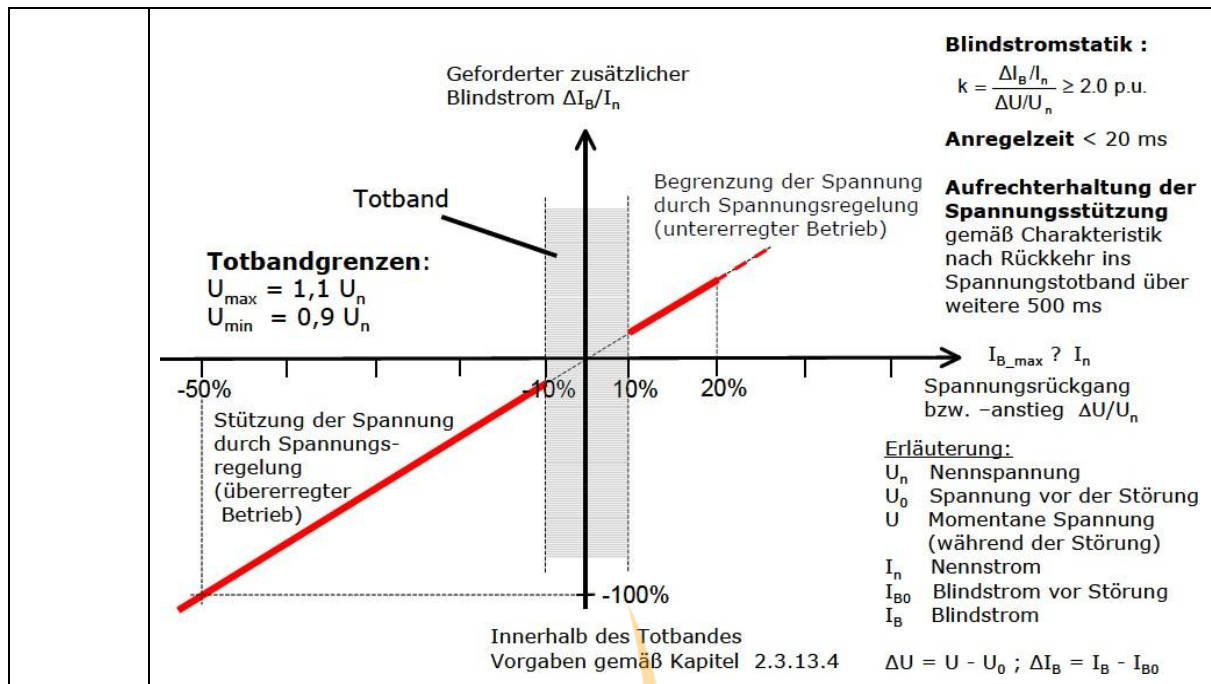
Die Photovoltaik-Wechselrichtereinheit Fronius Eco 27.0-3-S verfügt mit der Umrichter- Regelung ROACH über die Fähigkeit, symmetrische und unsymmetrische Spannungseinbrüche bis zu einer Dauer von 3 s und einer Residualspannung von 0% bis 60% U_N durchzufahren (Low- Voltage- Ride- Through; LVRT) und während des Fehlers einen Blindleistungsbeitrag als dynamische Netzstützung zu liefern, anschließend kommt es zu einer kontrollierten Abschaltung.

Bei Einbrüchen bis auf 60% U_N kann die EZE auch dauerhaft im LVRT Modus verbleiben. Bei entsprechender Parametrierung des Spannungsrückgangsschutzes kann dieser auch schon vorher eine Abschaltung der EZE erzwingen.

Die Entkuppelungsschutzfunktionen agieren unabhängig.

Die beiden Funktionen (Dynamische Netzstützung & Schutzfunktionen) sind zwei voneinander Soft- & Hardware mäßig getrennte Einheiten.

Zusätzlich kann die Netzspannung während des FRT durch Einspeisen eines Blindstroms gestützt werden. Die Höhe des Blindstroms kann mit einem einstellbaren K-Faktor beeinflusst werden. Die Blindstromeinspeisung verhält sich nach folgender Kennlinie:



Standardeinstellungen:

K- Faktor: 2

LVRT Limit 90%

HVRT Limit 110%

Außerhalb der Totbandgrenzen (grauer Bereich) ist die Blindstromeinspeisung aktiv. Wird der K-Faktor auf Null gesetzt, wird kein zusätzlicher Blindstrom eingespeist. In Tabelle 2 sind die entsprechenden Parameter und ihre Einstellbereiche dargestellt. Die Wirkstromeinspeisung bleibt im LVRT-Fall aufrecht, wird aber, wenn notwendig, zugunsten des Blindstroms abgesenkt. Ebenso ist es möglich 3 unterschiedliche k-Faktoren für jede Region aus zu wählen.

Region 1 (R1): HVRT Region

Region 2 (R2): LVRT Region 1

Region 3 (R3): LVRT Region 2 (wäre möglich ist jedoch nur bei dynamischer Netzstützung in Verwendung)

Für genauere Erklärung siehe „Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28468_Dynamische Netzstützung.docx“

Bis zum Erreichen der Spannungsabschaltgrenzen, die in den Unterspannungsschutz-Funktionen des Wechselrichters definiert sind, kann der entsprechende Blindstrom gemäß Spannungseinbruchstiefe und K-Faktor dauerhaft zur Verfügung gestellt werden.

Steigt der Wert der Mitsystemspannung der Halbschwingungseffektivwerte der drei Leiter-Erde- Spannungen nach Spannungswiederkehr über die „LVRT Limit“ oder unter die „HVRT Limit“ Schwelle, so schaltet die EZE sofort und ohne ein Übergangsverhalten wieder mit der gleichen Blindstrom-Vorgabe wie direkt vor dem Fehler in den Normalbetrieb. Durch zahlreiche Versuche konnte nachgewiesen werden, dass es zu keinen Instabilitäten oder Aufschwingvorgängen der Netzspannung an der EZE kommt.

Beispiel:

LVRT-Limit = 90% U_n , Unterspannungsabschaltung = 80% U_n .

Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28460_Beschreibung der EZE_V0.2.docx

Bei einem Einbruch auf 85% U_n tritt die dynamische Netzstützung in Kraft, die Unterspannungsschutzfunktion jedoch nicht. Daher wird in diesem Fall dauerhaft ein zusätzlicher Blindstrom eingespeist.

Es ist daher auf eine richtige Abstimmung der Parameter der Unter- und Überspannungsschutzfunktion und der dynamischen Netzstützung zu achten.

7. SCHUTZEINRICHTUNGEN

1. Interner Netz- und Anlagenschutz

Der Wechselrichter besitzt einen internen Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz), der folgende Funktionen umfasst:

- Langsamer Spannungsrückgangsschutz $U_{<}$
- Schneller Spannungsrückgangsschutz $U_{<<}$
- Spannungssteigerungsschutz $U_{>>}$
- Frequenzrückgangsschutz
- Frequenzsteigerungsschutz

Im Anhang B sind die Einstellmöglichkeiten der einzelnen Funktionen aufgelistet.

Der interne Netz- und Anlagenschutz ist auf einem eigenen, soft- und hardwaremäßig getrenntem Controller realisiert, der unabhängig zur Anlagensteuerung (P-, Q-, $\cos(\varphi)$ – Regelung, FRT- Funktion...) wirkt. Auch bei Ausfall der AC Versorgung wird über ein DC Schaltnetzteil die Aufrechterhaltung der Schutzfunktionen für mindestens 5 Sekunden gewährleistet.

Detektiert der interne NA-Schutz eine Grenzwertüberschreitung, wird der Wechselrichter galvanisch vom Netz getrennt.

Anschließend schaltet der Wechselrichter unter Einhaltung der Netzbedingungen automatisch wieder ans Netz und steigert die Einspeiseleistung mit einem Gradienten von 10% P_n / Minute.

Solarsystemen und Wärmepumpen



FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
Güter Fronius Str. 17 A-4600 Wels / Österreich
Tel: +43 / (0) 72 42 / 341-0, Fax: 47 8 25

Montag, 06.12.2021

Josef Feichtinger

Anhang A: Technische Daten

	Hersteller	Type	technische Daten
Wechselrichterregelung	Fronius	ROACH	-
Oberschwingungsfilter	Fronius	ECOFIL27	-
USV	keine	-	-
Abschalteinheit	Zettler	ASZR250	Max. Schaltstrom: 50 A @ 277Vac Max. Schaltleistung: 2300 W / 20000 VA
DC-Trenner	Benedict GmbH	LS55 E 7898	 Datenblatt DC Trenner_Fronius Eco

KURZSSCHLUSSSTROMWERTE

L1 → N	peak value	256 A
	RMS value over duration	42,6 A
	short circuit duration	157 ms
	I²t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	43,7 A
	RMS value over 20ms	42,5 A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	42,1 A
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	42,4 A
	RMS value over 250ms	--
	RMS value over 500ms	--
	RMS value over 1000ms	--
L2 → N	peak value	352 A
	RMS value over duration	42,5 A
	short circuit duration	157,8 ms
	I²t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	45,8 A
	RMS value over 20ms	43,2 A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	42,5 A
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	42,7 A
	RMS value over 250ms	--
	RMS value over 500ms	--
	RMS value over 1000ms	--
L3 → N	peak value	368 A
	RMS value over duration	42,5 A
	short circuit duration	152,7 ms
	I²t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	45,9 A
	RMS value over 20ms	43,1 A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	42,5 A
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	42,6 A
	RMS value over 250ms	--

Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28460_Beschreibung der EZE_V0.2.docx

L1 → L2	RMS value over 500ms	--
	RMS value over 1000ms	--
	peak value	388 A
	RMS value over duration	44,7 A
	short circuit duration	156 ms
	I ² t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	51,1A
	RMS value over 20ms	48,1 A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	46,6 A
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	46,5 A
	RMS value over 250ms	--
	RMS value over 500ms	--
	RMS value over 1000ms	--
L2 → L3	peak value	424 A
	RMS value over duration	41,6 A
	short circuit duration	158,8 ms
	I ² t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	45,7 A
	RMS value over 20ms	43,1 A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	41,8 A
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	41,8 A
	RMS value over 250ms	--
	RMS value over 500ms	--
	RMS value over 1000ms	--
L3 → L1	peak value	284 A
	RMS value over duration	46,2 A
	short circuit duration	156,7 ms
	I ² t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	47,7 A
	RMS value over 20ms	46 A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	46,2 A
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	46,3 A
	RMS value over 250ms	--
	RMS value over 500ms	--
	RMS value over 1000ms	--
All phases → N → PE	peak value	--
	RMS value over duration	27.6A
	short circuit duration	278ms
	I ² t value over SC duration	--
	RMS value over 10ms	--
	RMS value over 20ms	98.3A
	RMS value over 50ms	--
	RMS value over 60ms	--
	RMS value over 83ms	--
	RMS value over 100ms	44.4A

	RMS value over 250ms	28.9A
	RMS value over 500ms	21.5A
	RMS value over 1000ms	--

Anhang B: Schutzeinrichtung / Einstellmöglichkeiten

Frequenzsteigerungsschutz f>>		
Auslösewert	52,5	Hz
Einstellbereich*	45 - 65	Hz
Schrittweite	0,001	Hz
Schutzverzögerung	100	ms
Einstellbereich*	60 - 1000000	ms
Schrittweite	20	ms

Frequenzrückgangsschutz f<		
Auslösewert	47,5	Hz
Einstellbereich*	45 - 65	Hz
Schrittweite	0,001	Hz
Schutzverzögerung	100	ms
Einstellbereich*	60 - 1000000	ms
Schrittweite	20	ms

Frequenzsteigerungsschutz f>		
Auslösewert	51,5	Hz
Einstellbereich*	45 - 65	Hz
Schrittweite	0,001	Hz
Schutzverzögerung	5000	ms
Einstellbereich*	60 - 1000000	ms
Schrittweite	20	ms

Spannungsrückgangsschutz U<<		
Auslösewert	103,5	V
Einstellbereich*	23 - 300	V
Schrittweite	0,1	V
Schutzverzögerung	300	ms
Einstellbereich*	0 - 1000	s
Schrittweite	20	ms

Spannungssteigerungsschutz U>>		
Auslösewert	287,5	V
Einstellbereich*	23 - 300	V
Schrittweite	0,1	V
Schutzverzögerung	100	ms
Einstellbereich*	0 - 1000	s
Schrittweite	20	ms

Spannungsrückgangsschutz U<		
Auslösewert	184	V
Einstellbereich*	23 - 300	V
Schrittweite	0,1	V
Schutzverzögerung	1000	ms
Einstellbereich*	0 - 1000	s
Schrittweite	20	ms

*Es sind realistische Einstellbereiche zu wählen. Siehe dazu die getesteten Grenzwerte im Prüfbericht.

Anhang C: Softwareversionen

Display & Setupwerte	
Printname	RECERBO
Hardware	1.4B
Software	V0.3.21.0
Regelungssoftware	
Printname	ROACH
Hardware	0.8B
Software	V1.1.11.1
Leistungsteil AC	
Printname	ECOAC27
Hardware	0.7C
Software	----

Filterprint	
Printname	ECOFIL27
Hardware	0.6C
Software	V0.11.6.1

Anhang D: Zusätzliche Herstellererklärungen

- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28461_Bindleistung nach Sollwertvorgabe
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28462_Bindleistungsbereitstellung
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28463_Quasistationärer Betrieb_V0.2
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28464_Schutzeinrichtung und Zuschaltbedingungen
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28465_Wirkleistung
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28466_Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28467_Wirkleistung nach Sollwertvorgabe
- Herstellererklärung_Fronius Eco_TR28468_Dynamische Netzstützung