

Aurora-Wechselrichter von Power-One: Beschreibung des Anti-Islanding-Schutzes

Autor: Antonio Rossi	Genehmigung: Marco Trova, Danio Nocentini	Datum: 21.12.2011
-----------------------------	---	-----------------------------

THEMA

In diesem Dokument werden kurz die Insel-Situation und die Anforderungen an einen Schutz gegen diese Insel-Situation beschrieben (Anti-Islanding-Schutz). Schließlich wird der Anti-Islanding-Schutz beschrieben, der in den Aurora-Zentralwechselrichtern von Power-One implementiert ist.

ANWENDUNGSBEREICH

Das Dokument bezieht sich auf die in der Tabelle unten aufgelisteten Wechselrichter.

HF-isolierter Strangwechselrichter ohne Transformator	55 kW-Modul-basierte modulare Zentralwechselrichter (PLUS-Serie)	Monolithischer Zentralwechselrichter (LITE-Serie)	350 kW-Modul- basierte modulare Zentralwechselrichter (ULTRA-Serie)
PVI-10.0-TL-OUTD	PVI-55.0 / PVI-55.0-TL	PVI-250.0-TL	ULTRA-700.0-TL
PVI-12.5-TL-OUTD	PVI-110.0 / PVI-110.0-TL	PVI-500.0-TL	ULTRA-1050.0-TL
PVI-10.0-I-OUTD	PVI-165.0 / PVI-165.0-TL		ULTRA-1400.0-TL
PVI-12.0-I-OUTD	PVI-220.0 / PVI-220.0-TL		
TRIO-20.0-TL-OUTD	PVI-275.0 / PVI-275.0-TL		
TRIO-27.6-TL-OUTD	PVI-330.0 / PVI-330.0-TL		

Tabelle 1: Wechselrichter, auf die sich das vorliegende Dokument bezieht

DIE „INSEL“-SITUATION

Die Wechselrichter für Netz-parallelen Betrieb (Netz-interaktive Wechselrichter) arbeiten als Stromquellen, die Energie in das Versorgungsnetz speisen. Diese Art Wechselrichter können typischerweise nicht in das Versorgungsnetz einspeisen, weil sie nicht als Spannungsquelle funktionieren. Die netzgekoppelten Wechselrichter speisen Energie in das Netz als Wechselstrom mit derselben Frequenz wie die Netzspannung ein.

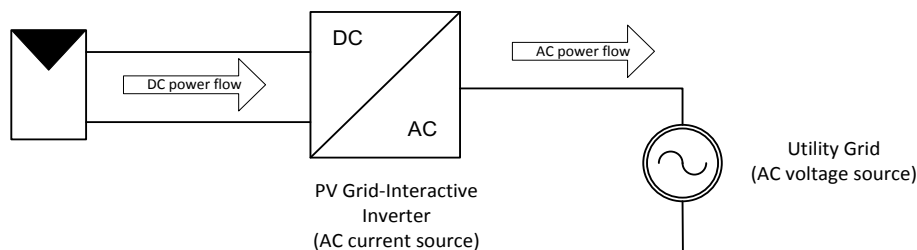


Abbildung 1: Normalbetrieb eines netzgekoppelten Wechselrichters

Die „Insel“-Situation ist eine Netz-parallele Situation, in der der Wechselrichter dem Stromnetz immer noch Energie liefert, obwohl keine Spannung vom Stromversorger mehr vorhanden ist. Die Definition von „Insel“ gemäß IEEE Std. 1547.1-2005 ist wie folgt:

Insel: Eine Situation, bei der ein Teil eines lokalen Elektrizitätssystems (EPS) nur durch ein oder mehr lokale EPS über die verbundenen Verknüpfungsstellen (PCC) mit Energie versorgt wird, wobei dieser Teil des lokalen EPS vom Rest des lokalen EPS elektrisch getrennt ist.

In der Ausgabe 1.0 2008-09 von IEC62116 wird „Insel“ wie folgt definiert:

Insel: Ein Zustand, in dem ein Teil des elektrischen Versorgungsnetzes, der Last und Erzeugung enthält, weiterhin isoliert vom übrigen Netz funktioniert. Die Erzeugung und die Last kann jede beliebige Kombination von Kunden-eigen und Versorger-eigen annehmen.

Die „Insel“-Situation liegt vor, wenn das Netz aufgrund eines Fehlers im Netz oder aufgrund einer besonderen Lastsituation im Netz ein resonantes Lastverhalten aufweist. In solchen Situationen hält die Resonanz zwischen der L-C-Komponente die Spannung an der Ausgangsklemme des Wechselrichters, auch wenn die Spannung des Netzwerks nicht mehr vorhanden ist, und so kann der Wechselrichter nicht erkennen, dass keine Netzspannung mehr vorhanden ist. Wenn in diesem Fall die ohmsche Belastung der vom Wechselrichter erzeugten Energie entspricht, ist der parallele Betrieb immer noch möglich und erzeugt die „Insel-Situation“.

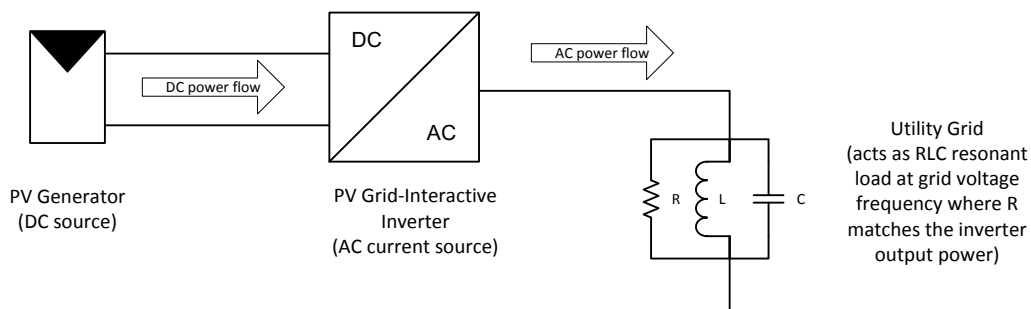


Abbildung 2: Schaltkreis-Darstellung der Insel-Situation

Die Insel-Situation kann hauptsächlich aus vier Gründen gefährlich werden:

1. Sicherheitsbedenken: Im Falle einer Insel-Situation können Mitarbeiter mit Kabeln in Kontakt kommen, die unerwartet Strom führen.
2. Beschädigung der Geräte: Geräte des Kunden könnten theoretisch beschädigt werden, wenn die Betriebsparameter erheblich von der Norm abweichen. In diesem Fall haftet der Versorger für den Schaden.
3. Beenden des Ausfalls: Das Wiedereinschalten auf einer aktiven Insel kann Probleme mit den Geräten des Versorgers verursachen oder dazu führen, dass die automatischen Recloser-Systeme das Problem nicht bemerken.
4. Beschädigung des Wechselrichters: Das Wiedereinschalten auf einer aktiven Insel kann zu Schäden an den Wechselrichtern führen.

ANTI-ISLANDING-SCHUTZ – ANFORDERUNGEN UND STANDARD

Aufgrund der oben genannten Hauptgründe soll der Wechselrichter mit Anti-Islanding-Erkennung und -Schutzmechanismen ausgerüstet werden, um eine Insel-Situation zu vermeiden. Die anwendbaren Regeln zur Erkennung und Unterbrechung von Insel-Situationen unterscheiden sich von Land zu Land. Hier unten sind einige Normen aufgelistet, mit der Angabe der Länder, in denen sie gelten.

Land	Normen, die Anti-Islanding-Schutzanforderungen definieren
Australien	AS4777.3-2005
Asiatische Länder (außer Thailand)	IEC62116 Edition 1.0 2008-09
Deutschland	VDE-AR-N 4105:2011-08 (*)
USA, Kanada	IEEE Std. 1547-2003 / IEEE Std. 1547.1-2005 (**)
<p>Anmerkungen: (*) Anti-Islanding-Anforderungen gelten nur für Wechselrichter mit einer Nennleistung unter 30 kVA. (**) Wie durch UL1741 verlangt.</p>	

Tabelle 2: Normen, die Anti-Islanding-Schutzanforderungen definieren

Verschiedene Normen stellen typischerweise verschiedene Anforderungen an die Zeiträume zwischen Erkennung und Abschaltung der Insel-Situation und können verschiedene Prüfaufbauten und Prüfverfahren definieren: Die Unterschiede zwischen den Prüfaufbauten werden von dem unterschiedlichen Q-Faktor der LC-Resonanzlast repräsentiert, während die Nutzung der Netzfrequenz-Resonanzlast für die Prüfung allen Normen gemeinsam ist.

Als Beispiel für einen Prüfaufbau ist unten der sogenannte „Nicht-beabsichtigte Islanding-Prüfaufbau“ gemäß Norm IEEE 1547.1-2005 (siehe Paragraf 5.7.1) abgebildet. Für die anderen Normen ist der Aufbau ähnlich.

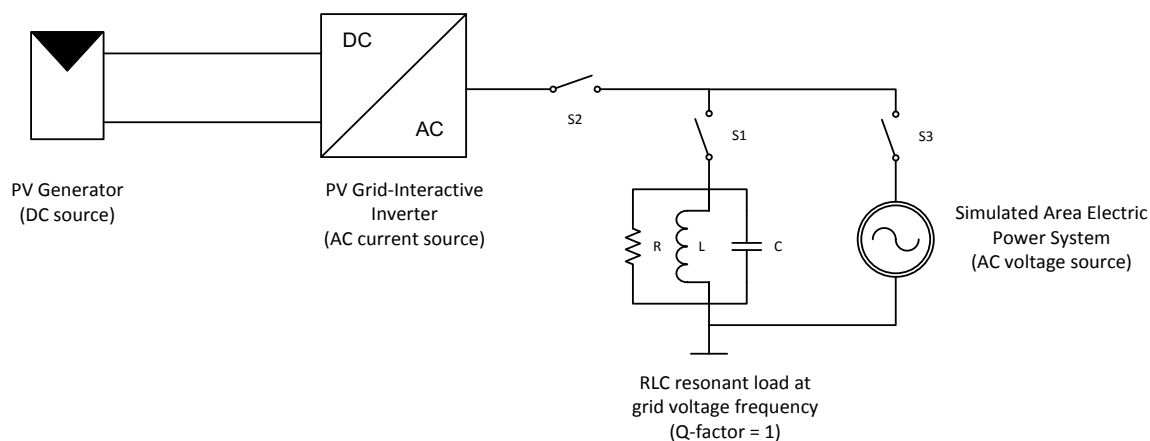


Abbildung 3: IEEE Std. 1547.1-2005 Prüfschaltkreis

Das Prüfverfahren erfordert eine Wiederholung des Tests bei verschiedenen Ausgangsleistungsniveaus des Wechselrichters. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte der gültigen Norm.

POWER-ONE ZENTRALWECHSELRICHTER – BESCHREIBUNG DES ANTI-ISLANDING-SCHUTZES

Unabhängig von dem Referenzstandard, der die Anti-Islanding-Schutzanforderungen definiert, bieten die in Tabelle 1 aufgelisteten Power-One-Wechselrichter denselben Erkennungsmechanismus wie im Folgenden beschrieben.

Abhängig von dem Referenzstandard, der die Anti-Islanding-Schutzanforderungen definiert, bieten die in Tabelle 1 aufgelisteten Power-One-Wechselrichter die von der Norm geforderten Schutzmerkmale (Erkennungszeit, Abschaltzeit).

Die Erkennung der Insel-Situation erfolgt durch Messen der zeitlichen Variabilität der Netzfrequenz.

Der Wechselrichter „induziert“ die Frequenzvariation durch periodisches Einspeisen einer kapazitiven Blindleistung ins Netz. Die Dauer der Einspeisung der Blindleistung ins Netz hängt ab von der erforderlichen Erkennungszeit (Netzstandard); die Menge der Blindleistung liegt typischerweise zwischen 3 und 5 % der tatsächlichen aktiven Leistung, die der Wechselrichter konvertiert.

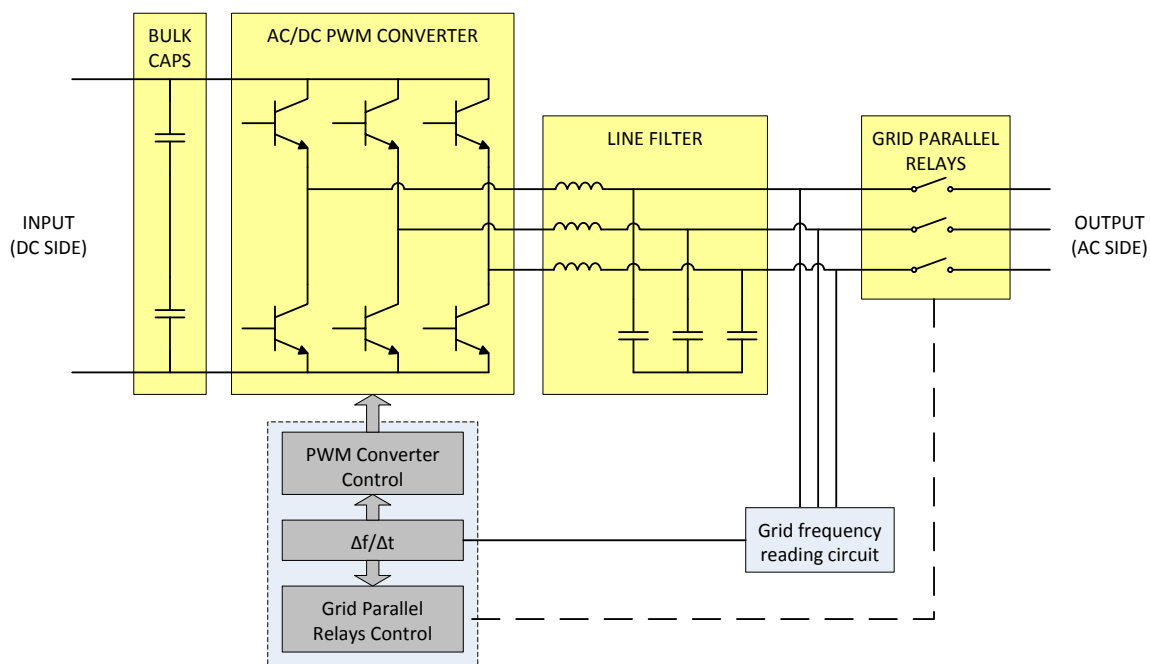


Abbildung 4: AC/DC-Umwandler und Blockdiagramm des logischen Schaltkreises in Bezug auf Anti-Islanding-Schutz

Falls der Wechselrichter ans Netz angeschlossen ist (keine Insel-Situation vorliegt), verursacht die kapazitive Blindleistung keine Änderungen der Netzfrequenz, die vom Versorgernetz überlagert wird.

Falls eine Insel-Situation vorliegt, verursacht die kapazitive Blindleistung einen Fehlabgleich mit der Resonanzfrequenz der LC-Last; nach Einspeisung der Blindleistung prüft der Wechselrichter $\Delta f/\Delta t$ (zeitliche Variation der Netzfrequenz) und schaltet sich von der Insel ab.

Die Dauer der Einspeisung der Blindleistung, die Menge der in das Netz eingespeisten Blindleistung und der $\Delta f/\Delta t$ -Schwellwert sind die drei Parameter, die den Anti-Islanding-Schutz im Wechselrichter definieren, um die Anforderungen der verschiedenen Netzstandards zu erfüllen.