
Praxissemester / Bachelorarbeit / Masterarbeit
am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Die Abteilung „Neue Bauelemente und Technologien“ des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg entwickelt Umrichter auf Basis von neuartigen Galliumnitrid (GaN) und Siliziumkarbid (SiC) Halbleitern. Das Spektrum reicht dabei von hochkompakten und hocheffizienten Umrichtern im Bereich 300 W mit GaN bis hin zu Mittelspannungsumrichtern mit SiC. Im Rahmen der aktuellen Forschungsprojekte sind hier einige sehr interessante Arbeiten ausgeschrieben:

- **Online Electrochemical Impedance Spectroscopy for batteries using a high frequency GaN DC/DC converter** (*ISE-2021-223*)
- **Entwicklung und Simulation eines Kühlkonzeptes für einen Mittelspannung-PV-Stringwechselrichter** (*ISE-2021-219*)
- **Analyse von Resonanzschwingungen im Verbundnetz mit hoher Einspeisung durch Erneuerbare Energiequellen mit netzbildenden Eigenschaften** (*ISE-2021-222*)
- **Ökodesign bei der Entwicklung eines PV-Wechselrichters** (*ISE-2021-221*)

Aufbau und Inbetriebnahme eines Teststandes für Isolations-Belastungstests bei extremen Spannungssteilheiten (*ISE-2021-220*)

Unter <https://www.ise.fraunhofer.de/de/studium-jobs-und-karriere.html> sind die ausführlichen Beschreibungen und Ansprechpartner zu finden. Auch Initiativbewerbungen sind immer möglich.



Standort: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg

Master thesis

„Online Electrochemical Impedance Spectroscopy for batteries using a high frequency GaN DC/DC converter“

Task:

The group „Efficient and High-Frequency Power Electronics“ develops battery charge controllers with GaN transistors which are operating at high switching frequencies.

These DC/DC converters provide the inherent capability to perform an online Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) to determine parameters such as State of Charge (SoC) or State of Health (SoH).

The main challenges are the measurement of the responding waveforms to the excitation at different frequencies.

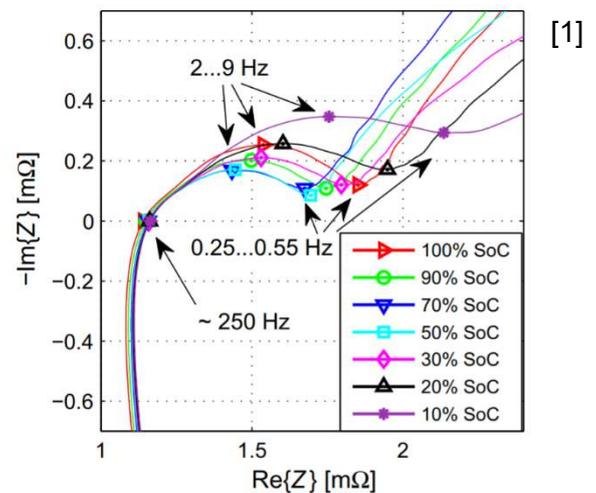
In this thesis, different methods to perform an online EIS shall be evaluated in simulations and with a hardware demonstrator. An existing DC/DC converter shall be adjusted so that it is capable to perform the characterization. Additionally, the software for the microcontroller needs to be programmed in order to determine the phase and amplitude of the responding signal.

The online EIS system shall then also be verified with different batteries available in the lab.

Work packages of thesis:

- Literature review on online EIS and DC/DC battery converters
- Simulations of different methods for EIS in PLECS
- Schematics and Layout of revised DC/DC converter in Altium Designer
- Coding the software for TI F28388x in Code Composer
- Commissioning of the converter and test measurements with different batteries
- Presentation and documentation of results

Focus: Power Electronics, Electrical Engineering
Begin: September 2021
Duration: At least six months
Supervisor: Leonhard Probst
 Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems ISE
 79110 Freiburg, Heidenhofstraße 2
Email: leonhard.probst@ise.fraunhofer.de



Praxissemester

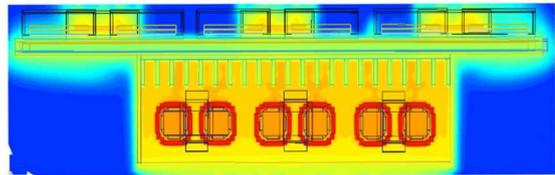
"Entwicklung und Simulation eines Kühlkonzeptes für einen Mittelspannung-PV-Stringwechselrichter"

Aufgabenstellung

PV-Stringwechselrichter arbeiten meist im Außenbereich und sind damit großen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Dabei muss eine ausreichende Kühlung in allen Arbeitspunkten gewährleistet sein. Gleichzeitig konzentriert sich die Verlustwärme durch den Einsatz von SiC-Leistungshalbleitern und den damit einhergehenden, immer kompakteren Umrichteraufbauten ebenfalls in einem immer kleineren Volumen. Dies erschwert die Wärmeabfuhr.

In einem aktuellen Projekt wird ein Mittelspannungsumrichter bestehend aus DC/DC-Steller und Wechselrichter mit einer Ausgangsspannung von 1500 V_{AC} für den Einsatz in zukünftigen PV-Großkraftwerken entwickelt.

Im Zuge der Arbeit soll für diesen Umrichter ein kompaktes, aber gleichzeitig kosten- und volumeneffizientes Kühlsystem entwickelt werden. Ein Schwerpunkt liegt dabei in einem durchdachten Konzept zur Wärmespreizung. Denkbar ist auch ein Ansatz unter Nutzung von Heatpipes zum Wärmetransport. Nach der simulativen Ermittlung der Verluste und der Erarbeitung eines möglichen Kühlkonzeptes soll dieses mittels FEM-Simulation überprüft werden.



Temperaturprofil eines Fluidgekühlten Mittelspannungsumrichters

Arbeitspakete:

- Einarbeitung und Recherche aktueller und zukünftiger technischer Möglichkeiten
- Erarbeiten eines Kühlkonzeptes für den gesamten Umrichter
- Schaltungssimulation mit PLECS zur Bestimmung der Verlustleistungen
- Thermische FEM-Simulation mit FLOWtherm
- Dokumentation der Ergebnisse

Schwerpunkte:

Beginn:

Bearbeitungszeit

Betreuer:

Konstruktion, Leistungselektronik, FEM-Simulation
 ab Oktober 2021 oder nach Vereinbarung

4 - 6 Monate

M. Sc. Michael Geiss

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
 79110 Freiburg, Heidenhofstraße 2

michael.geiss@ise.fraunhofer.de

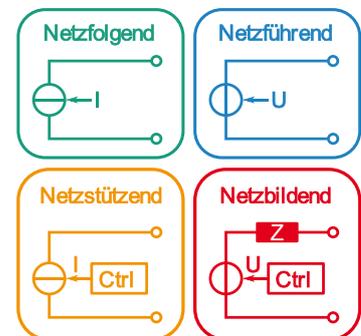
Email:

Bachelorarbeit / Projektarbeit / Praxissemester

„Analyse von Resonanzschwingungen im Verbundnetz mit hoher Einspeisung durch Erneuerbare Energiequellen mit netzbildenden Eigenschaften“

Aufgabenstellung

Mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien werden immer mehr leistungselektronische Stromrichter am Netz betrieben. Da diese vermehrt im Nieder- und Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, ist eine Änderung der Netzstruktur hin zu einer dezentralen Stromversorgung zu beobachten. Um auch konventionelle „Must-Run“-Anlagen ersetzen zu können, ist der Einsatz von stromrichterbasierten Anlagen mit spannungs-einprägendem Verhalten notwendig. Hierfür kann eine netzbildende Regelung eingesetzt werden. Mit Hilfe der netzbildenden Regelung, welche sich am Verhalten von Synchrongeneratoren orientiert, können diese Wechselrichter als



geregelt Spannungsquelle mit virtueller Innenimpedanz betrieben werden. Ein noch offenes Thema beim Einsatz von netzbildenden Wechselrichtern stellt das Auftreten von Resonanzschwingungen und die dadurch entstehende Verminderung der Leistungsqualität dar. Dies beinhaltet zum einen harmonische Schwingungen, welche u. a. durch nichtlineare Lasten injiziert werden, aber auch subsynchrone Schwingungen, welche durch die Interaktion zwischen den verbundenen Energiequellen, Lasten und dem Netz entstehen können.

Ziel dieser Arbeit ist es zu definieren, unter welchen Bedingungen Resonanzschwingungen auftreten können und geeignete Simulationsmodelle und Referenzszenarien auszuarbeiten. Hierfür soll zunächst mit Hilfe einer Literaturrecherche erörtert werden, wo und wann Resonanzschwingungen bereits aufgetreten sind und was diese verursacht hat. Im nächsten Schritt sollen Simulationsmodelle entwickelt werden, um das Auftreten von Resonanzschwingungen nachzubilden. Hierbei soll überprüft werden, welchen Einfluss der Einsatz von netzbildenden Wechselrichtern auf die Resonanzbildung hat.

Arbeitspakete:

- Literaturrecherche zum aktuellen Stand der Technik
- Entwicklung geeigneter Simulationsmodelle in MATLAB/Simulink, PowerFactory oder PScad
- Definition und Simulation von Referenzszenarien
- Darstellung und Präsentation der Ergebnisse

Schwerpunkte:

Energie- und Regelungstechnik

Beginn:

ab Sommer/Herbst 2021

Bearbeitungszeit:

6 Monate

Betreuer/in:

Rebekka Denninger, Philipp Ernst
 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
 79110 Freiburg, Heidenhofstraße 2

Email:

rebekka.denninger@ise.fraunhofer.de

Masterarbeit

„Ökodesign bei der Entwicklung eines PV-Wechselrichters“

Aufgabenstellung:

Die europäische Kommission plant derzeit die Einführung von Ökodesign-Vorgaben und Energie-Labels für die PV-Produktkette:

<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/462/home>

In dieser Arbeit soll ein bestehender Wechselrichter weiterentwickelt werden, sodass er den derzeit in Planung befindlichen Vorgaben entspricht. Dabei soll bereits beim Design die spätere Reparierbarkeit berücksichtigt werden, sodass die Vorgaben in der geplanten Ökodesign-Richtlinie zur Bauteilverfügbarkeit möglichst effizient eingehalten werden können.

Des Weiteren sollen mögliche Vorgaben für ein späteres EU-Ökolabel für PV-Wechselrichter implementiert und damit deren Machbarkeit nachgewiesen werden. Am Ende dieser Arbeit soll ebenfalls der ökologische Fußabdruck des Wechselrichters basierend auf einem bereits vorhandenen Modell analysiert werden und die Umsetzbarkeit einer Berichtspflicht des „Ecological Profile“ für die Ökodesign-Vorgaben evaluiert werden.

Damit soll ein wichtiger Beitrag zur Implementierung von möglichst zielführenden Ökodesign-Richtlinien für PV-Wechselrichter geleistet werden.

Eine Bewerbung von Frauen und Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen ist ausdrücklich erwünscht.

Arbeitspakete:

- Literaturrecherche zum Ökodesign-Prozess auf europäischer Ebene und zu verschiedenen Ökolabels für PV-Wechselrichter (z. B. die Vorgaben für den Blauen Engel)
- Simulation und Optimierung des Wechselrichters in PLECS
- Schaltplan und Layout des Wechselrichters in Altium Designer
- Ökobilanzierung des Wechselrichters mit CODDE EIME und Ecoinvent
- Dokumentation der Ergebnisse (gemäß den Ökodesign-Berichtspflichten)
- Präsentation und Erstellung der Abschlussarbeit

Studienfächer:

Leistungselektronik, Elektrotechnik, Erneuerbare Energien

Beginn:

ab September 2021

Bearbeitungszeit:

mind. 6 Monate

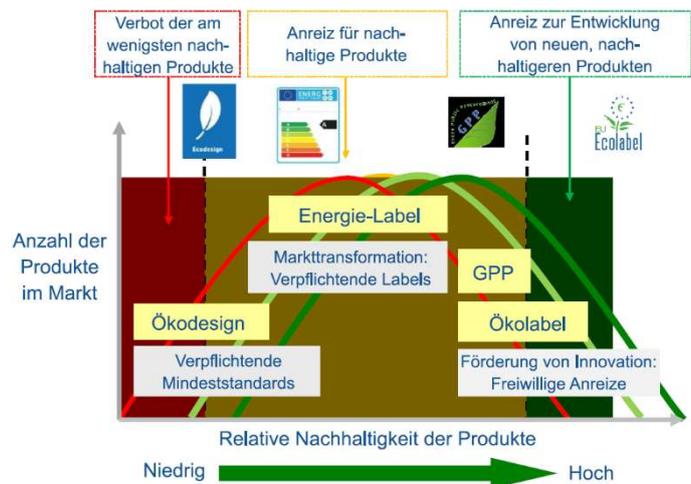
Betreuer:

Dipl.-Ing. Leonhard Probst

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Email:

leonhard.probst@ise.fraunhofer.de



Praxissemester

"Aufbau und Inbetriebnahme eines Teststandes für Isolations-Belastungstests bei extremen Spannungssteilheiten"

Aufgabenstellung

Durch den Einsatz von Siliziumkarbid(SiC)-Bauelementen mit hohen Sperrspannungen kann die Komplexität zukünftiger leistungselektronischer Wandler in Mittelspannungsnetzen reduziert werden. Um trotz der hohen Spannungen noch einen kompakten Umrichter-Aufbau zu ermöglichen, sind Materialien mit hohem Isolationsvermögen sehr wichtig.



Spuren von Gleitentladungen auf einer AlN Keramik bei max. 8 kV mit $70 \text{ kV}/\mu\text{s}$.

Die für verschiedene Materialien angegebenen maximalen Feldstärken basieren aktuell meist auf DC-, Stoßspannungs- oder Netzfrequenz-AC-Messungen. Hier bestehen eine sehr große Herausforderung und der Ansatzpunkt für diese Arbeit. Die hohen Sperrspannungen der SiC-Halbleiter bei gleichzeitig geringen Schaltverlusten können nur durch sehr kurze Schaltzeiten erreicht werden. Diese resultieren wiederum in einer sehr hohen Spannungssteilheit (du/dt), was zu einer extremen Belastung der Isolationsmaterialien im Umrichteraufbau führt. Die angegebenen Maximalfeldstärken der Isolationsmaterialien sind daher nicht mehr aussagekräftig. Um eine sichere Isolation über die komplette Lebensdauer zu erreichen, müssen die tatsächlich auftretenden Feldstärken deutlich geringer sein.

Bisher gibt es wenig Erkenntnisse darüber, wie stark die zusätzliche Belastung ist und wie weit die maximale Feldstärke reduziert werden muss. Hierzu soll ein Teststand entwickelt und aufgebaut werden, mit dem verschiedene Isolationsmaterialien bei hohen Spannungen (5 - 10 kV) mit gleichzeitig sehr hohem du/dt (50 - 150 $\text{kV}/\mu\text{s}$) über längere Zeiträume belastet werden. Der Teststand wird mittels der 3D-CAD-Software Autodesk Inventor konstruiert. Für die Automatisierung und Auswertung soll Scilab/Python genutzt werden.

Arbeitspakete:

- Literaturrecherche zum Thema
- Planung und Konstruktion des HV-Aufbaus zur Belastung der Proben
- Programmierung eines PC-Interfaces zur vollautomatisierten Messung (Scilab/Python)
- Inbetriebnahme und Durchführung der Messungen
- Dokumentation der Ergebnisse

Schwerpunkte:

Beginn:

Bearbeitungszeit

Betreuer:

Konstruktion, Leistungselektronik, Programmierung

ab Oktober 2021 oder nach Vereinbarung

4 - 6 Monate

M. Sc. Michael Geiss

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

79110 Freiburg, Heidenhofstraße 2

michael.geiss@ise.fraunhofer.de

Email: