

Maximum Power Point Tracker für das SolarShip

Energy and Environment / Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini

Experte: Markus Schwab

Projektpartner: SolarShip, Kanada

In Entwicklungsländern ist die Versorgung mit Lebensmitteln und medizinischen Gütern aufgrund fehlender Strassen oft nicht gewährleistet. Daher entwickelt die kanadische Firma SolarShip ein Solarluftschiff zum Transport von Lasten. Die mit Helium gefüllten Tragflächen haben eine Spannweite von 15 m und erzeugen sowohl statischen als auch dynamischen Auftrieb. Dadurch ist es möglich das Solarschiff auf einem Fussballfeld zu starten und zu landen. Die Energie der Solarpanels wird in einer Batterie gespeichert, um damit drei 40 kW Elektromotoren anzutreiben.



Das SolarShip

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Maximum Power Point Tracker (MPPT) entwickelt werden. Dieser betreibt die Solarpanels im optimalen Arbeitspunkt, um so möglichst viel Energie in der Batterie zu speichern.

Der MPPT soll nicht nur hocheffizient, sondern auch möglichst leicht sein und eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

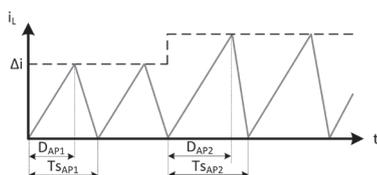
Ausgangslage

Das Solarpanel besitzt eine maximale Eingangsleistung von 4 kW bei einer Eingangsspannung von 80 bis 130 V, welche mit einem Boost Converter auf eine Zwischenkreisspannung von 140 bis 200 V umgewandelt wird. So ist es möglich die gewonnene Energie aus dem Solarpanel an eine Batterie oder direkt an den Wechselrichter des Elektromotors abzugeben.

Realisierung

Um eine möglichst hohe Effizienz zu erreichen, wird der Boost Converter im Transition Mode betrieben. Das bedeutet, dass der MOSFET zum Zeitpunkt, in dem der Spulenstrom null erreicht, eingeschaltet wird und so praktische keine Schaltverluste auftreten. Die

Schwierigkeit bei dieser Betriebsart liegt darin, dass sich die Schaltfrequenz bei unterschiedlichen Betriebspunkten verändert (vgl. Abbildung).



Verhalten bei variierendem Ausgangsstrom

Weiter wird aus der Grafik ersichtlich, dass der Betrieb im Transition Mode einen hohen Eingangstromrippel zur Folge hat. Zum Ausgleich dieses Rippels wird deshalb eine grosse Kapazität benötigt. Um diesen Nachteil zu beheben, werden vier Wandler parallel geschaltet und jeweils um 90° zueinander phasenverschoben. Dieses interleaved Prinzip bewirkt eine teilweise Auslöschung des Stromrippels und ermöglicht zudem die Leistung auf diese vier Phasen aufzuteilen. Dadurch könne die vier Induktivitäten und die Eingangskondensatoren deutlich kleiner gewählt werden und sind in der Summe leichter als eine Lösung mit nur einer Stufe.

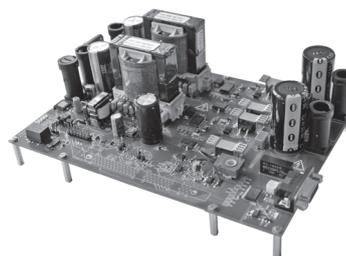
Eine weitere Steigerung der Effizienz wird erreicht, wenn die Diode des Boost Converters durch einen weiteren, synchron geschalteten MOSFET ersetzt wird. Dieser MOSFET wird erst ausgeschaltet,

wenn der Spulenstrom auf einen bestimmten negativen Wert abfällt, so dass die in der Induktivität gespeicherte Energie gerade ausreicht um die Ausgangskapazität Coss des unteren MOSFETs zu entladen. Anschliessend kann dieser nahezu verlustlos eingeschaltet werden.

Um die Zuverlässigkeit des MPPTs zu steigern wird die Leistung auf zwei Platinen verteilt, welche über eine CAN-Schnittstelle miteinander kommunizieren. Falls eine Platine ausfällt, kann die Zweite immer noch die halbe Leistung von 2kW an den Zwischenkreis abgeben.

Resultat

Die Funktionsweise dieses 4 kW Boost Converters wurde mit der PLECS Toolbox in MATLAB / Simulink simuliert und deren Machbarkeit erwiesen. Anschliessend wurde ein Prototyp entwickelt und aufgebaut. Die Regelung dieses Systems wurde mit einem DSP der Piccolo Familie von Texas Instruments (TMS320F28035) realisiert.



Prototyp des MPPT



Irene Kunz