



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Jahresbericht 23. November 2010

Bi-directional Charger for swiss2G

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Netze
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

SMART Electronics GmbH, D-70197 Stuttgart
Swisslectric Research, CH-3001 Bern

Auftragnehmer:

drivetek ag
Keltenstrasse 1
CH-2563 Ipsach
www.drivetek.ch

Autoren:

Markus Schwab, drivetek ag, markus.schwab@drivetek.ch
Peter Baumann, drivetek ag, peter.baumann@drivetek.ch

BFE-Bereichsleiter: Dr. Michael Moser

BFE-Programmleiter: Dr. Michael Moser

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SI/500414-01 / SI/500414

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Die zukünftige Integration einer grossen Anzahl an erneuerbaren Energiequellen und Elektrofahrzeugen ins öffentliche Netz wird voraussichtlich eine grosse Herausforderung an die Infrastruktur darstellen.

Im Moment werden so genannte ‚Smart Grid‘ Konzepte erarbeitet, um dieser Herausforderung zu begegnen. Um Regelernergie aus Elektrofahrzeugen nutzen zu können, existieren sogenannte ‚Vehicle-to-Grid‘ (V2G) Konzepte.

Das swiss2G Projekt untersucht einen alternativen Ansatz zur dezentralen Netzregelung aus den Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen. Dabei soll lokal beim Elektrofahrzeug aufgrund von gemessenen Netzparametern entschieden werden, wann das Fahrzeug geladen und wann Energie ins Netz zurückgespeist werden soll.

Zur Umsetzung von swiss2G wird als Leistungsstufe ein bidirektionales Ladegerät benötigt.

Im Rahmen dieses Projekts wird das BiDir durch drivetek ag entwickelt und gemeinsam mit dem Industriepartner SMART Electronics GmbH 5 A-Muster gebaut.

Der Forschungsvertrag wurde 2009 zwischen dem BFE und der Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) geschlossen. Das Projekt konnte damals nicht realisiert werden. Das Projekt wurde mit einem neuen Industriepartner aufgesetzt und im gegenseitigen Übereinkommen hat drivetek per Juni 2010 den Vertrag vom SUPSI übernommen.

Das Projekt wurde im September gestartet. Im Moment ist man in der Spezifikationsphase. Parallel dazu wird abgeklärt, wie man die Anforderungen technisch möglichst optimal umsetzen kann, damit das Gerät nahe an ein marktfähiges Produkt kommt.

Projektziele

Funktionalität bidirektionales Ladegerät

Das Ladegerät soll folgende Hauptfunktionen erfüllen:

- Laden der Fahrzeugbatterie aus dem öffentlichen Netz.
- Stützen des öffentlichen Netzes aus der Fahrzeugbatterie.

Der Zeitpunkt und die zu übertragene Leistung wird dabei durch den swiss2G Controller vorgegeben.

Marktfähiges Produkt

Die Anforderungen an ein marktfähiges Gerät sind vor allem kleines Volumen bei konkurrenzfähigem Preis. Um dies zu erreichen, wird im Konzept folgendes vorgesehen:

- Keine galvanische Trennung, die Sicherheit wird während dem Laden und Rückspeisen durch einen allstromsensitiven FI-Schutzschalter und einem beidseitig isolierten Netzstecker gewährleistet.
- Schaltnetzteiltechnologie ‚Interleaved switching‘, um die Grösse der magnetischen Komponenten zu reduzieren.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Recherche zur Machbarkeit des bidirektionalen Ladegeräts

In einem Elektrofahrzeug ist die Hochspannungsbatterie normalerweise vollständig vom Fahrzeug isoliert. Somit besteht die Möglichkeit, diese Batterie während des Ladens und Rückspeisens mit dem öffentlichen Niederspannungsnetz galvanisch zu verbinden. Wenn diese Batterie mit dem Netz verbunden ist, kann im Fehlerfall ein FI Schutzschalter die Sicherheit für den Benutzer garantieren, der AC- und DC-Fehlerströme erkennen kann.

Dieses Prinzip wird in der aktuell gültigen Norm für Elektrofahrzeuge [1] nicht ausgeschlossen und bei einem früheren V2G Versuch vom Fraunhofer Institut als Optimierung für die Zukunft erwähnt [2].

Sicherheit

Im Moment existiert keine Produktnorm für mobile Energieerzeugungsanlagen.

Um die Sicherheit zu gewährleisten, orientiert man sich an der europäisch harmonisierten Norm, die die Anforderungen für den Anschluss von stationären Klein-Generatoren an das öffentliche Niederspannungsnetz regelt [3]. Darin werden vor allem die Anforderungen an eine Inselnetzerkennung beschrieben.

Zusätzlich zu den Anforderungen aus dieser Norm schreiben wir vor, dass der Anschluss ans Niederspannungsnetz über ein beidseitig berührungsgeschütztes Stecksystem erfolgen muss.

Schaltnetzteiltechnologie ‚Interleaved switching‘

Um das Volumen in einem Schaltnetzteil zu minimieren, kann die Leistungszelle in mehrere parallele Zellen aufgeteilt werden. Durch eine zeitverschobene Ansteuerung der Einzelzellen kompensieren sich die Rippelströme teilweise.

Mit drei parallelen Zellen sinkt das benötigte gesamte Drosselvolumen bei gleichem resultierendem Stromrippel ca. um den Faktor 3, siehe Fig 1.

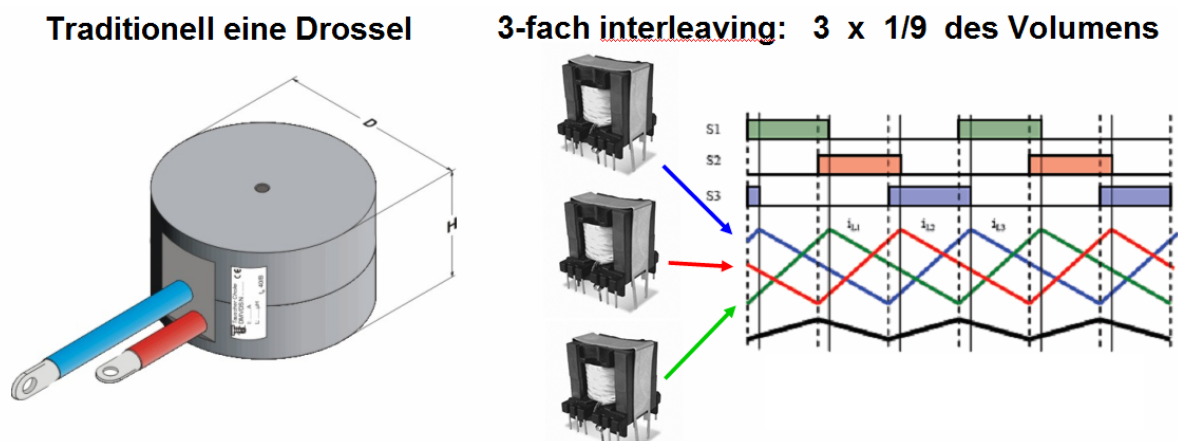


Fig. 1: Reduktion des gesamten Drosselvolumens durch ‚Interleaved switching‘

Es wurden Untersuchungen aufgrund von Simulationen gestartet, ob sich dieses aus der Schaltnetzteilindustrie bekannte Verfahren auch auf einen DC/AC Wandler anwenden lässt. Insbesondere soll sichergestellt werden, dass die Regelung der parallelen Zellen wie in Fig. 2 mit vernünftigem Aufwand bewerkstelligt werden kann. Die Resultate dazu sind noch nicht abgeschlossen.

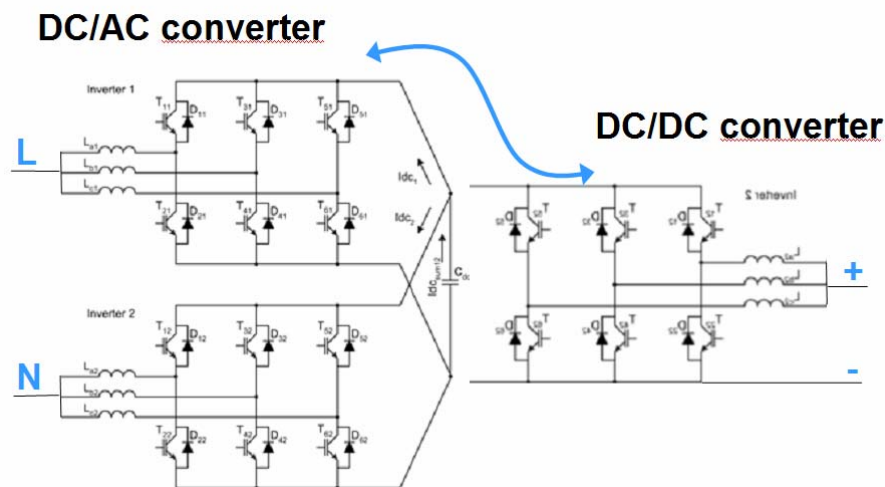


Fig. 2: Vorschlag zum prinzipiellen Aufbau des Leistungsteils

Mit dieser Topologie des Leistungsteils können günstige am Markt verfügbare Halbleitermodule eingesetzt werden, die bei Waschmaschinen und ähnlichen Anwendungen in sehr grossen Stückzahlen benötigt werden.

Weiter hat die Technologie den Vorteil, dass das Gewicht der einzelnen Komponenten stark reduziert werden kann und die Bauteile somit besser die Vibrationsanforderungen in einem Automobil erfüllen können.

Nationale Zusammenarbeit

Dieses Projekt ist in das Forschungsprojekt „swiss2G“ eingebettet. „swiss2G“ wird von der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) geleitet. Neben drivetek arbeiten weitere Partner daran mit. „swiss2G“ wird vom Swisselectric Research und dem BFE gefördert.

Internationale Zusammenarbeit

Als Partner für dieses Projekt konnte der Automobilzulieferer Smart Electronic Development GmbH aus Deutschland gewonnen werden. Smart übernimmt unter anderem das elektromechanische Design und die Prüfung der Funktionsfähigkeit bei Umwelteinflüssen.

Bewertung 2010 und Ausblick 2011

Da das Projekt erst kürzlich gestartet wurde, ist die Verifikation des vorgeschlagenen Lösungsansatzes noch nicht abgeschlossen. Ebenfalls ist die Spezifikationsphase noch im Gang, wo die Marktfähigkeit des Endprodukts vorbereitet werden soll.

Drivetek ist überzeugt, die A-Muster im 2011 termingerecht zur Verfügung stellen zu können, damit sie im Gesamtprojekt swiss2G eingesetzt werden können.

Abbildungsverzeichnis

Fig. 1: Reduktion des gesamten Drosselvolumens durch ‚Interleaved switching‘

Quelle: *Interleaved dc-dc Converters for Photovoltaic Modules*. F. Liccardo, P. Marino, M. Triggianese; *Seconda Università degli Studi di Napoli, Aversa (CE)*; *International conference Clean Electric Power, ICCEP 2007*

Fig. 2 Prinzipieller Aufbau des Leistungsteils

Quelle: *An Interleaved Active Power Filter with Reduced Size of Passive Components*. L. Asiminoaei¹, E. Aeloiza², J.H. Kim³, P. Enjeti², F. Blaabjerg¹, L.T. Moran⁴, S.K. Sul³; ¹Aalborg University, Institute of Energy Technology, Aalborg, DENMARK, ²Texas A&M University, Department of Electrical Engineering, College Station, TX, ³Seoul National University, School of Electrical Engineering and Computer Science, Seoul, KOREA, ⁴University of Concepcion, Department of Electrical Engineering, Concepcion, CHILE; *Applied Power Electronics Conference, APEC 2006*

Referenzen

- [1] EN61851-1 : Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements (IEC 61851-1:2001)
- [2] Leistungselektronik für Elektrofahrzeuge, Stefan Reichelt, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, FVEE Workshop „Elektrochemische Energiespeicher und Elektromobilität“
- [3] EN50438: Requirements for the connection of micro-generators in parallel with public low-voltage distribution networks; German version EN 50438:2007