

PLECS *DEMO MODEL*

Single-Phase Battery Charger

单相電池充電器

Last updated in PLECS 5.0.1

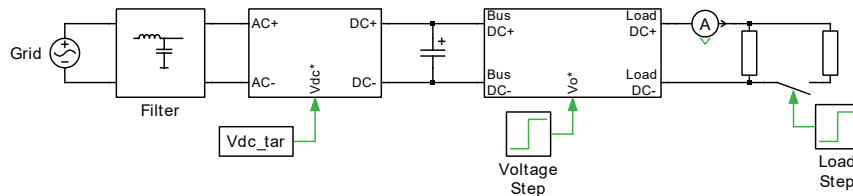
KESCO KEISOKU ENGINEERING SYSTEM

計測エンジニアリングシステム株式会社
<https://kesco.co.jp>

1 概要

このデモでは、直鉄接続したAC/DCおよびDC/DCコンバータを備えたグリッド接続型充電器を紹介します。AC/DCコンバータはデジタルPIコントローラによって制御し、力率改善(Power Factor Correction: PFC)を実現し、DCバス電圧を300VDCに維持します。DC/DCコンバータは、1.4kWの定格電力で最大120VDCを出力するように設計しています。

図1: 最上位レベルのモデル回路図



注意

このモデルには、次からアクセスできるモデル初期化コマンドが含まれています。

PLECS Standalone: シミュレーションメニュー + シミュレーション・パラメータ... → 初期化

2 モデル

2.1 AC/DCコンバータ

AC/DCコンバータは、単ステージのローパスフィルタを介してAC側に接続されます。このトポロジは、Microchip社のアプリケーションノート(AN1278) [1]で説明しているように、インターリーブPFC昇圧コンバータです。

PFCを実現し、DC側電圧を目標レベルに調整するため、電圧および電流制御用のデジタル制御ループを実装しています。DC側電圧をサンプリングし、目標のバス電圧設定値と比較します。アンチwindアップ手法を備えたデジタル電圧補償器は、DC電流設定値を設定します。このDC設定値は、PFCを実現するためにAC電流設定値に変換します。電流補償器は、デューティ比に変換する電圧設定値を決定します。このデューティ比は、2つの対称PWMブロックを交互に配置して使用します。

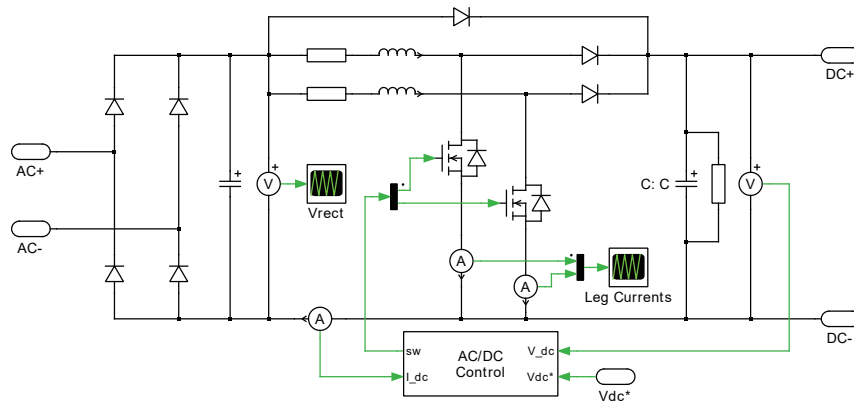
2.2 DC/DCコンバータ

DC/DCコンバータの実装は、PLECSのdemosライブラリの“Phase Shift DC-DC Converter with Integrated Magnetics”[2]で紹介している位相シフト共振コンバータに基づいています。

2.3 熱モデル

熱設定は、フルブリッジ内の4つのMOSFETスイッチすべてと出力ダイオードに割り当てられます。これらの設定は、コンポーネントをダブルクリックし、**Thermal description**パラメータのドロップダウンメニューから**編集...**を選択することで表示および編集できます。熱パラメータは、On Semiconductor社のSupreFETとSuper-Junction MOSFET、Infineon社のSiダイオードIDW75E60のデータシートから取得しました。2種類のデバイスで、ジャンクションからケースへの熱遷移を表す熱インピーダンスチェーンが熱設定に直接入力されます。

図2: AC/DCコンバータの回路図



Hブリッジコンバータ内の各スイッチ(Q1からQ4)は、並列接続された3つのMOSFETを用いて実現しています。並列接続するデバイスの数は、パラメータウィンドウで設定します。電流はすべての並列デバイスに均等に分配されると仮定し、熱パラメータはデバイス数と構成を反映するように自動的に調整されます。

3つのヒートシンクコンポーネントは繋がっているため、6つのデバイスすべてが同じヒートシンクに放熱します。熱抵抗は、ヒートシンクと周囲の空気温度とを結び付けます。MOSFETとダイオードの熱設定は、ディレクトリ /single_phase_battery_charger_plecsのプライベート熱ライブラリに保存されます。

3 シミュレーション

添付したモデルを使用してシミュレーションを実行し、グリッド側、バスキャパシタ、および負荷電圧の波形を表示します。AC/DCコンバータは、バス電圧を300VDCに維持するように調整します。

最初、出力電圧は96VDCで安定しており、 $t = 0.2$ 秒で、出力基準電圧は120VDCにステップアップします。この電圧の急激な変化により、バスキャパシタは放電し、負荷電流が増加するため、電圧が低下します。電圧は、AC/DCコンバータによって300VDCの設定値に調整されます。バスキャパシタの電圧は、上に示した"DC Bus"とラベルが付いたPLECSスコープのプロットで確認できます。 $t = 0.35$ 秒では、出力基準電圧を120VDCに維持し、負荷が2倍になります。バスキャパシタは負荷電流の増加により再び放電します。出力電流と電圧は、図5の"Output"プロットで確認できます。AC/DCおよびDC/DCコンバータによるPFCの実現が、図6の"AC Input"プロットで示されています。

4 まとめ

このデモモデルは、直列接続したAC/DCおよびDC/DCコンバータを備えたグリッド接続型充電器を示しています。システムは、電流と電圧の直列制御ループを使用して各ステージで制御します。DC/DCコンバータは位相シフト共振コンバータで実現しており、その熱挙動はPLECSの熱ドメインで解析します。2つの並列E70/33/32コアの磁気特性は、エアーギャップや線形コアなどのPLECSコンポーネントライブラリの磁気回路ブロックを使用して実装します。このようにして、重量(磁気特性を考慮)、損失(熱特性を考慮)、安定性などのさまざまなシステムレベルの最適化目標を解析し、相互に評価することができます。

図3: DC/DC コンバータの回路図

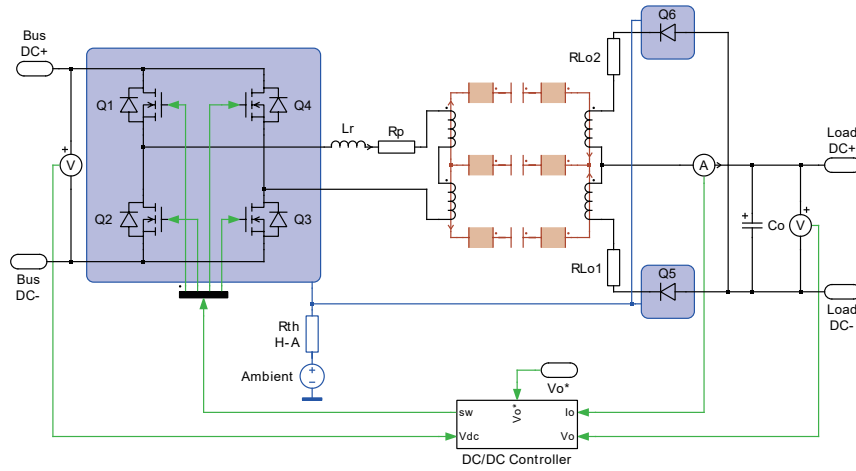
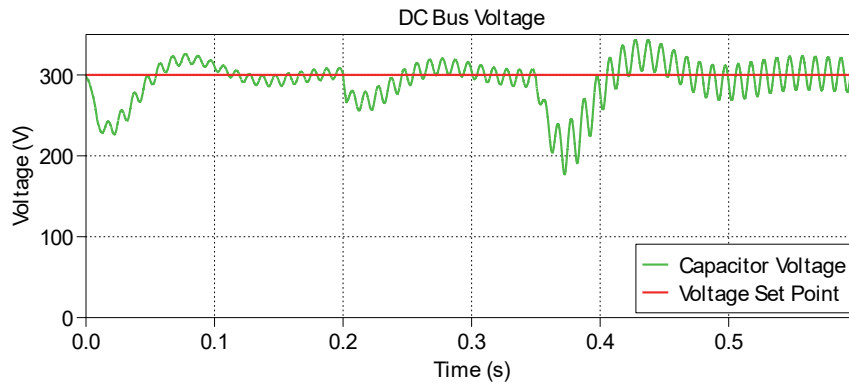


図4: DCリンク電圧のシミュレーション



参考文献

- [1] V. Skanda and A. Nahar, *Interleaved Power Factor Correction (IPFC) Using the dsPIC DSC*, DS01278A, Microchip Technology, 2009.
- [2] U. Badstuebner and J. Biela and B. Faessler and D. Hoesli and J.W. Kolar, *An Optimized 5 kW, 147 W/in³ Telecom Phase-Shift DC-DC Converter with Magnetically Integrated Current Doubler*, Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2009, Twenty-Seventh Annual IEEE, pp. 21-27, 15-19 Feb. 2009.

図5: 出力特性のシミュレーション

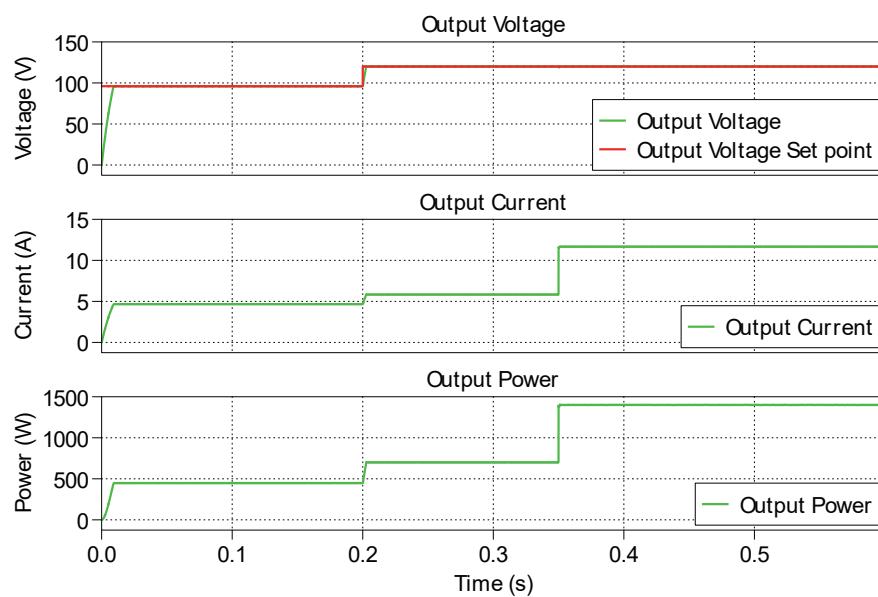
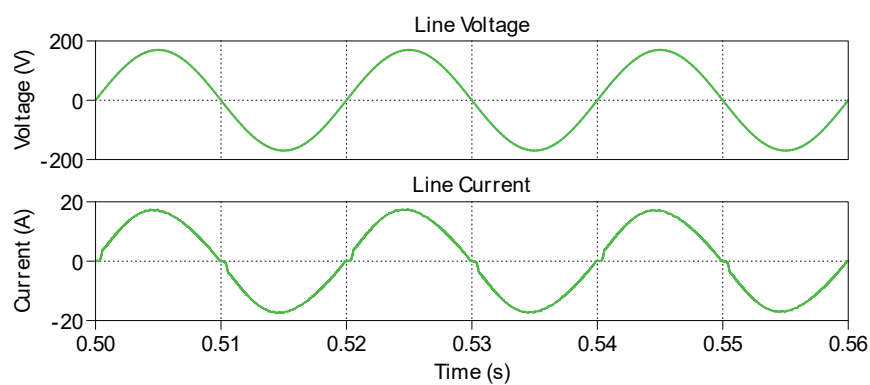


図6: グリッド特性のシミュレーション



改訂履歴:

- PLECS 4.3.1 初版
- PLECS 4.6.7 コントローラのパフォーマンスを向上
- PLECS 4.7.1 新しいVariable Phase PWMブロックを使用
- PLECS 5.0.1 新しいMOSFETとダイオードブロックを使用



Pleximへの連絡方法:

- ☎ +41 44 533 51 00 Phone
- ✉ Plexim GmbH Mail
Technoparkstrasse 1
8005 Zurich
Switzerland
- @ info@plexim.com Email
- https://www.plexim.com Web



計測エンジニアリングシステムへの連絡方法:

- ☎ +81 3 6273 7505 Phone
- ✉ Keisoku Engineering System CO.,LTD. Mail
1-9-5 Uchikanda, Chiyoda-ku
Tokyo, 101-0047
Japan
- https://kesco.co.jp Web

PLECS Demo Model

© 2002–2026 by Plexim GmbH

このマニュアルで説明されているソフトウェアPLECSは、ライセンス契約に基づいて提供されています。ソフトウェアは、ライセンス契約の条件の下でのみ使用またはコピーできます。Plexim GmbHの書面による事前の同意なしに、このマニュアルのいかなる部分も、いかなる形式でもコピーまたは複製することはできません。

PLECSはPlexim GmbHの登録商標です。MATLAB、Simulink、およびSimulink Coderは、The MathWorks, Inc.の登録商標です。その他の製品名またはブランド名は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。

本マニュアルは、Plexim社の英文マニュアルを日本語に翻訳したものです。本マニュアルと英文マニュアルとで差異がある場合、英文マニュアルを正とします。

本マニュアルの内容に基づいて発生した負傷や損害などに対して、Plexim GmbHおよび計測エンジニアリングシステム株式会社は一切責任を負いません。製品とアプリケーションに関連したリスクを最小限に抑えるため、ユーザが適切な設計および保護対策を用意する必要があります。