

PLECS *DEMO MODEL*

Totem-Pole Bridgeless Boost PFC Converter

トータムポールブリッジレス昇圧PFCコンバータ

Last updated in PLECS 4.4.2

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

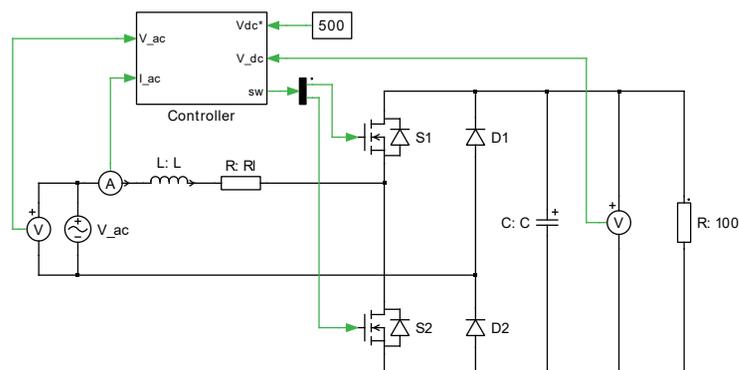
このデモでは、単相AC/DCトータムポールブリッジレス(Power Factor Correction: PFC)昇圧整流回路を紹介します。

Note 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

PLECS Blockset: Simulinkモデルウィンドウで右クリック → モデル プロパティ → コールバック → InitFcn*

図1: トータムポールブリッジレスPFCコンバータ



2 モデル

2.1 電源回路

AC/DC PFCコンバータの目的は、低いTHDと高い入力力率で安定したDC電圧出力を提供することです。上の図1は、トータムポールブリッジレスPFC昇圧整流器のトポロジを示しています。2つのスイッチS1とS2が垂直に配置されているため、トータムポールと呼ばれます。ここではライン整流ダイオードD1とD2は低速ですが、効率を向上させるためにMOSFETに置き換えることができます。MOSFETバージョンの動作は、MOSFETが半周期ライン整流のためにアクティブにオンになることを除いて同じです。

2.2 回路動作

回路動作モードは、ACゼロクロスごとに変ります。図2は、ACライン電圧の正の半周期中のトータムポールブリッジレスPFCの動作原理を示しています。正の半周期中、D2は導通し、AC電源を出力グラウンドに接続します。昇圧デューティー比によって決定するPWM信号がスイッチS2を駆動するため、S2はアクティブな昇圧スイッチとなります。スイッチS1はS2と相補的にオンになり、導通損失を低減し、またインダクタ電流を還流してインダクタのエネルギーを出力に転送します。

ACライン電圧の負の半周期中の回路動作は、正の半周期と同様ですが、この場合、D1が導通し、S1がアクティブな昇圧スイッチとなります。これを以下の図3に示します。

図2: 正のAC電流用のアクティブスイッチ

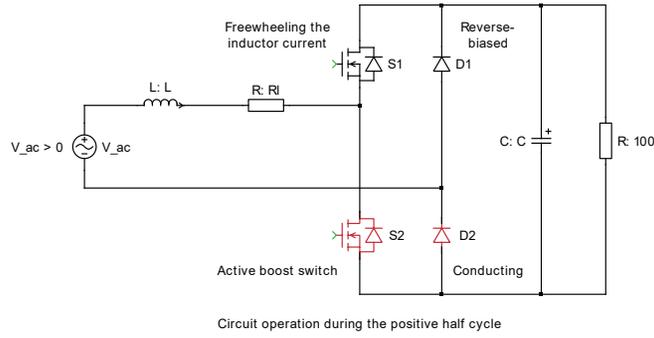
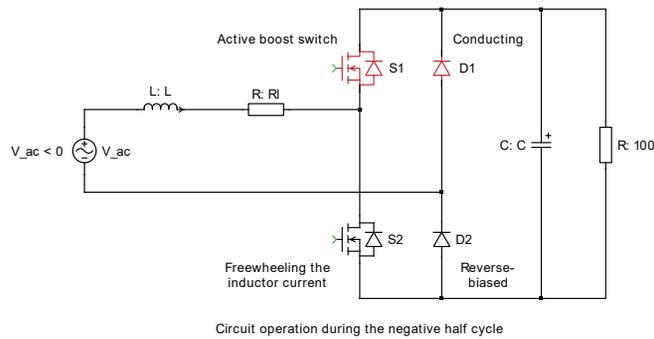
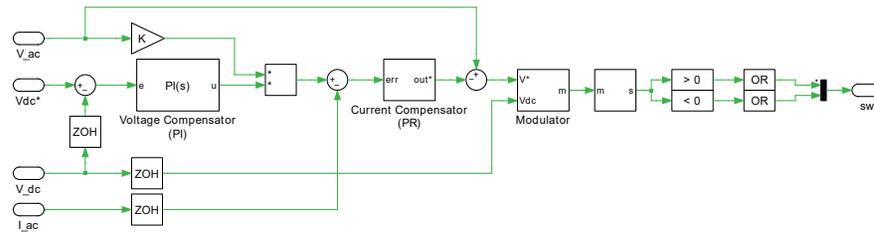


図3: 負のAC電流用のアクティブスイッチ



2.3 制御

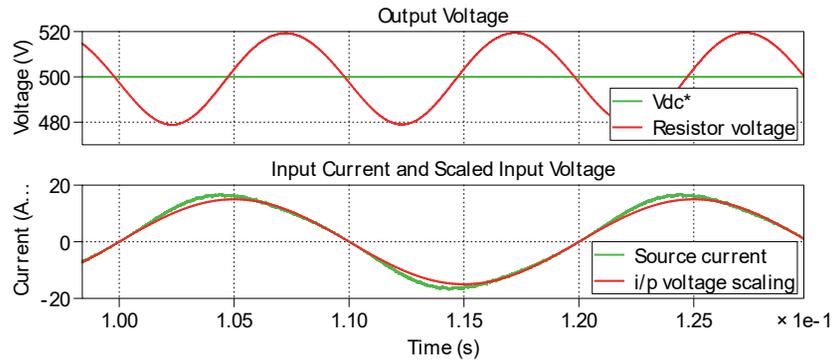
図4: トーテムポールブリッジレス昇圧PFCコンバータの制御



上の図4に示すように、制御方式は外側の電圧ループと内側の電流ループの2つで構成しています。測定した出力電圧(DC)を電圧設定値と比較して得られた誤差信号は、電圧補償のために外側ループの比例積分(Proportional Integral: PI)コントローラに送られます。電圧ループ出力に入力電圧信号(AC)を乗算して、電流リファレンスを生成します。内側ループの比例共振(Proportional Resonant: PR)コントローラ[3]は、電流リファレンスに従うように入力電流を制御します。結果の値は、PWM生成のために変調器に送られます。

3 シミュレーション

図5: トータムポールブリッジレス昇圧PFCコンバータのシミュレーション



シミュレーションを実行して、出力電圧、入力電流、およびスケールした入力電圧の波形を表示します。上の図5は、入力電圧(赤色)と入力電流(緑色)がほぼ同位相であることを示しています。定常状態では、PLECSスコープの上部にある"カーソル"ボタンを使用して、出力電圧のリップルと入力電流のTHDを測定できます。

カーソルボタンのドロップダウンメニューから、"差"、"最小値"、"最大値"および"THD"を選択します。差をライン周波数の逆数(1/F)に手動で設定します。データテーブルには、カーソル間の信号の最小値、最大値、およびTHDの値が表示されます。結果の出力電圧リップルは8.1%、入力電流のTHDは5.4%です。入力電流に関連する歪み力率は0.9985です。これらの波形の高調波次数は、PLECSスコープの上部にある"フーリエ解析"ボタンを使用して表示することもできます。

参考文献

- [1] L. Huber, Y. Jang and M. M. Jovanovic, *Performance Evaluation of Bridgeless PFC Boost Rectifiers*, IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 23, no. 3, pp. 1381-1390, May 2008.
- [2] L. Zhou, Y. Wu, *99% Efficiency True-Bridgeless Totem-Pole PFC Based on GaN HEMTs*, Click to access online: [Transphorm webpage](#).
- [3] R. Teodorescu, F. Blaabjerg, *Proportional-Resonant Controllers. A New Breed of Controllers Suitable for Grid-Connected Voltage-Source Converters*, Journal of Electrical Engineering.

改訂履歴:

- PLECS 4.3.1 初版
- PLECS 4.4.2 PIコントローラコンポーネントの更新



Pleximへの連絡方法:

- ☎ +41 44 533 51 00 Phone
- +41 44 533 51 01 Fax
- ✉ Plexim GmbH Mail
- Technoparkstrasse 1
- 8005 Zurich
- Switzerland
- @ info@plexim.com Email
- http://www.plexim.com Web



計測エンジニアリングシステム株式会社

<https://kesco.co.jp>

PLECS Demo Model

© 2002-2023 by Plexim GmbH

このマニュアルに記載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の事前の書面による同意なしに、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。