



# PLECS *DEMO MODEL*

*Bridgeless Boost PFC Converter*

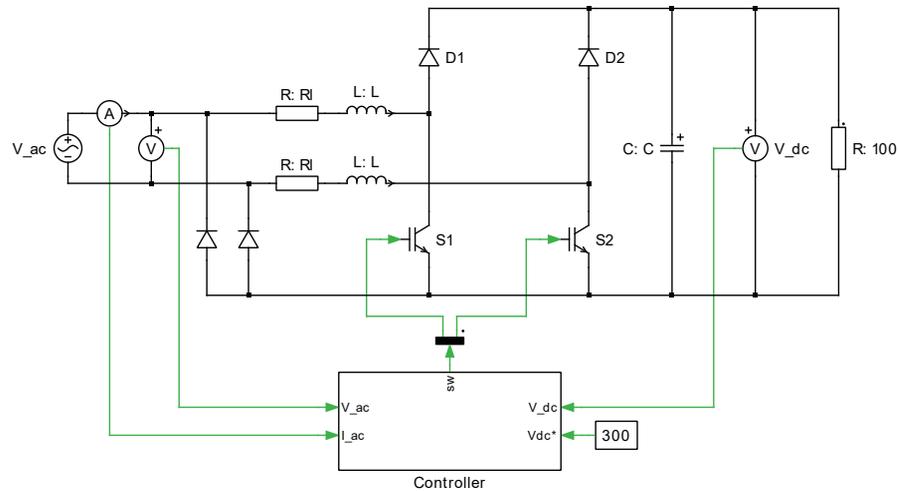
ブリッジレス昇圧PFCコンバータ

Last updated in PLECS 4.4.2

# 1 概要

このデモでは、単相AC/DCブリッジレス力率改善(PFC)昇圧整流器回路を示します。

図1: コントローラ付きブリッジレス昇圧PFCコンバータ



**Note** このモデルには、以下からアクセス可能な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... → 初期化タブ

PLECS Blockset: Simulinkモデルウィンドウで右クリック → Model Properties → Callbacks  
→ InitFcn\*

## 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。ブリッジレスPFC回路は、整流器と昇圧コンバータの組み合わせです。従来の2ステージPFC回路を置き換えて、コンバータの効率を高めることができます。上の回路図は、2つのDC/DC昇圧回路を備えたブリッジレスPFC昇圧整流器トポロジを示しています。

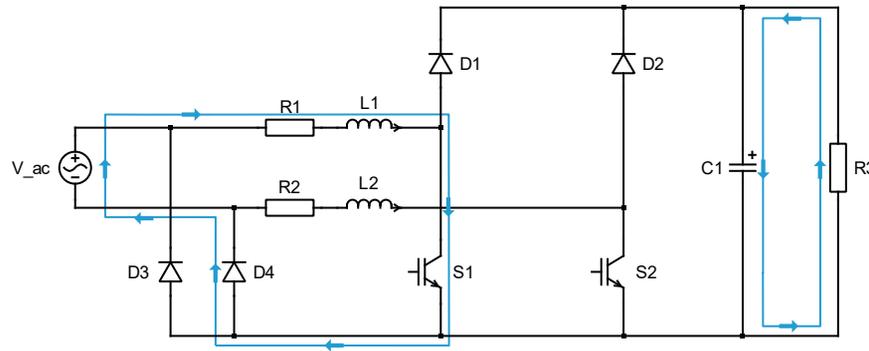
### 2.2 回路動作

この回路は、入力ACライン電圧の2つの半サイクル切り替えで動作します。最初の半サイクルでは、一方のスイッチ(S1またはS2)のみがアクティブに変調し、もう一方のスイッチは半サイクル全体でオンのままです。後半のサイクルでは、逆に動作します。

ACライン電圧の正の半サイクルの間、スイッチS1はアクティブに変調し、スイッチS2は継続的に導通します。正の半サイクル中のブリッジレスPFCの回路動作を図2と図3に示します。

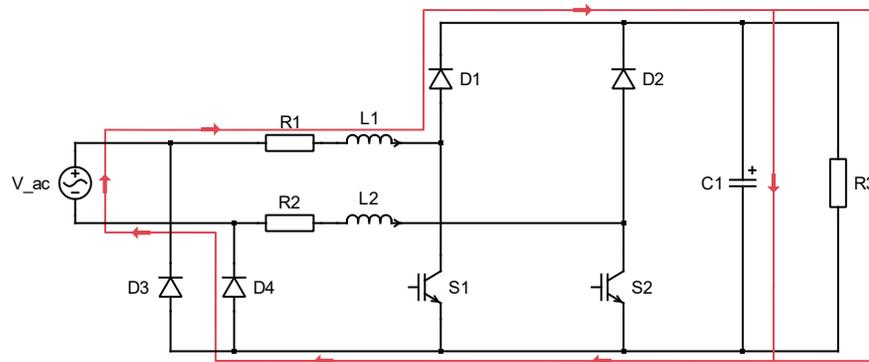
状態1:  $V_{ac} > 0$ 、スイッチS1がオン、スイッチS2もオン。電源電流はAC電源からS1、S2、D4を通じて流れます。同時に、出力コンデンサが放電し、負荷に電流を供給します。

図2: 状態1の回路動作,  $V_{ac} > 0, S1 = ON, S2 = ON$



状態 2:  $V_{ac} > 0$ 、スイッチS1がオフ、スイッチS2がオン。電源電流はD1から出力キャパシタと平行に負荷、S2およびD4を通じて流れます。

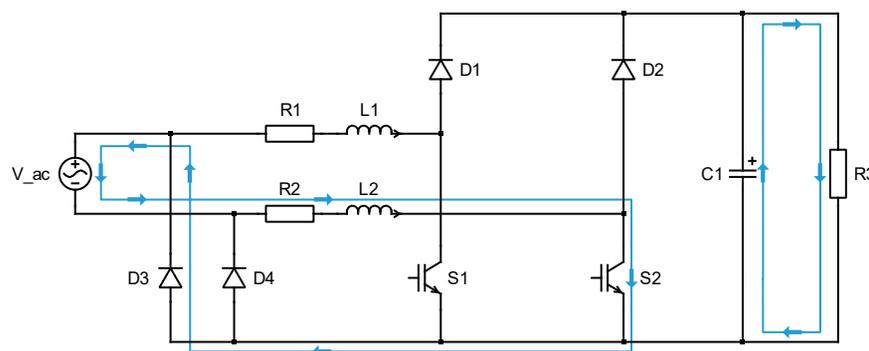
図3: 状態3の回路動作,  $V_{ac} > 0, S1 = OFF, S2 = ON$



入力AC ライン電圧の負の半サイクルの間、スイッチS2はアクティブに変調され、スイッチS1は継続的に導通します。負の半サイクル中のブリッジレスPFCの回路動作を図4と図5に示します。

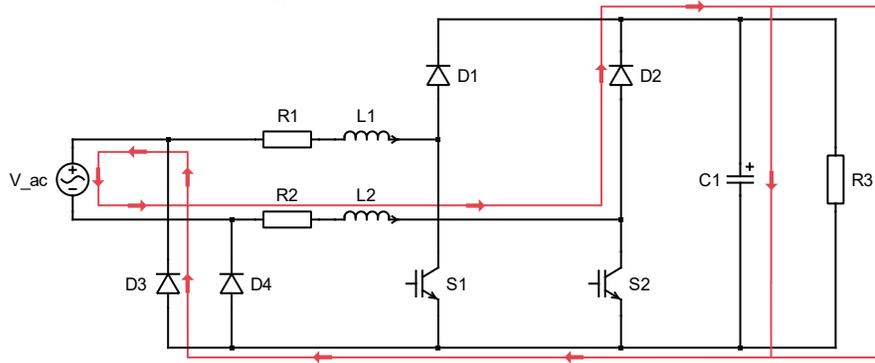
状態3:  $V_{ac} < 0$ 、スイッチS1がオン、スイッチS2がオン。電源電流は AC電源から S2、S1、D3を通じて流れます。同時に、出力コンデンサが放電し、負荷に電流を供給します。

図4: 状態3の回路動作,  $V_{ac} < 0, S1 = ON, S2 = ON$



状態4:  $V_{ac} < 0$ 、スイッチS1がオン、スイッチS2がオフ。電源電流はD2から出力キャパシタと平行に負荷、S1およびD3を通して流れます。

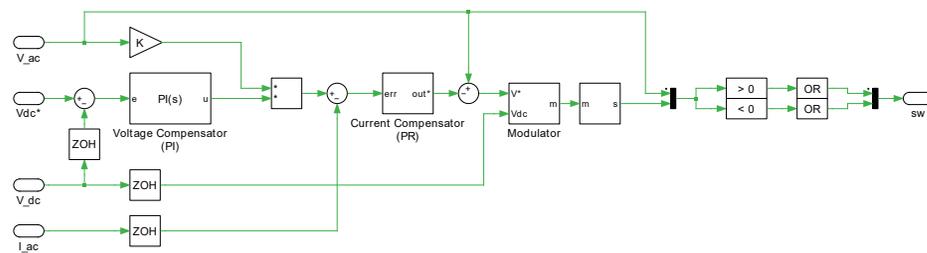
図5: 状態4の回路動作,  $V_{ac} < 0$ ,  $S1 = ON$ ,  $S2 = OFF$



## 2.3 制御

図6は、制御方式が2つのループ(外側の電圧ループと内側の電流ループ)で構成されていることを示しています。測定された出力電圧(DC)を電圧設定値と比較して得られたエラー信号は、電圧補償のために外側のループの比例積分(PI)コントローラに送られます。電圧ループ出力は入力電圧信号(AC)で乗算され、電流リファレンスを生成します。内側のループの比例共振(PR)コントローラ[2]は、電流リファレンスに追従するように入力電流を制御します。得られた値は、PWM生成用の変調器に提供されます。スイッチS1とS2が入力電圧に基づいて半サイクル全体にわたって導通または変調するように、ロジックがコントローラに含まれています。

図6: コントローラの回路図

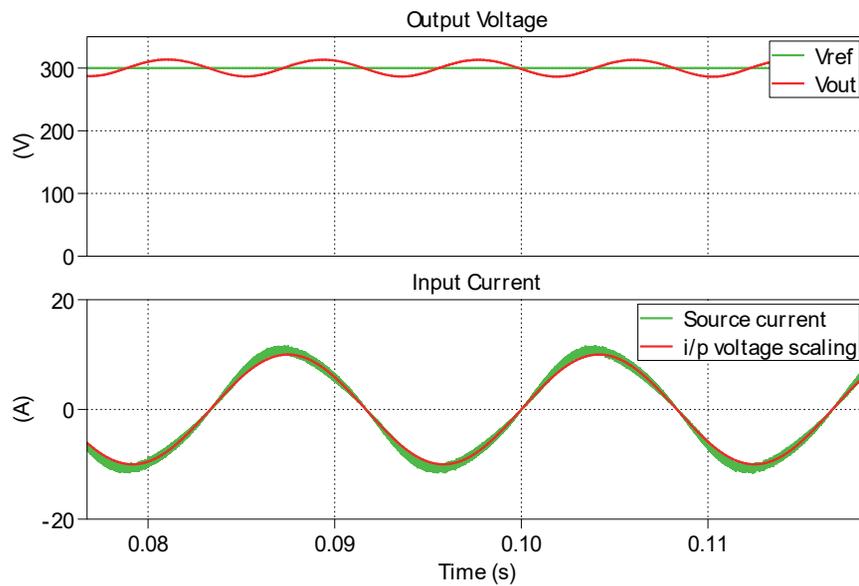


## 3 シミュレーション

シミュレーションを実行して、出力電圧、入力電流、スケーリングされた入力電圧の波形を表示します。図7は、入力電圧(赤)と入力電流(緑)がほぼ同相であることを示しています。定常状態では、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。差の値をライン周波数の逆数(1/F)に手で設定します。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8.9%で、入力電流のTHDは6.2%です。入力電流に関連する歪み力率は0.9981です。これらの波形の高調波次数は、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。

図7: 定常状態での入力電流とスケーリングされた入力電圧の比較



参照

- [1] L. Huber, Y. Jang and M. M. Jovanovic, "Performance Evaluation of Bridgeless PFC Boost Rectifiers" in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 23, no. 3, pp. 1381-1390, May 2008.
- [2] R. Teodorescu, F. Blaabjerg, "Proportional-Resonant Controllers. A New Breed of Controllers Suitable for Grid-Connected Voltage-Source Converters," in 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

**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>

*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。