

PLECS *DEMO MODEL*

Synchronous Buck Converter

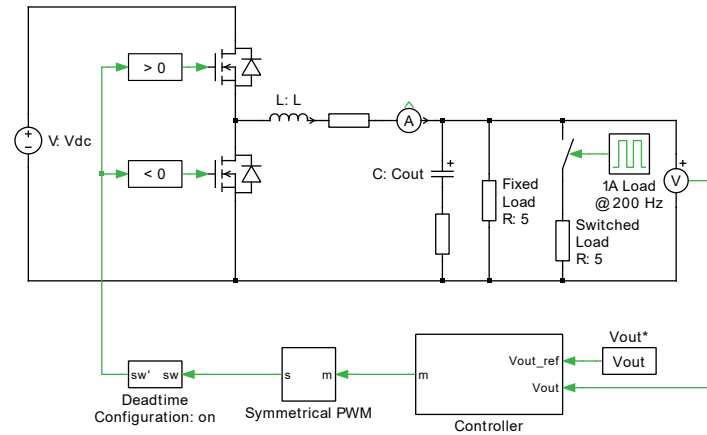
同期降圧コンバータ

Last updated in PLECS 4.6.1

1 概要

このデモでは、固定負荷とスイッチ負荷を並列に備えた安定型同期降圧コンバータを紹介します。図1にコンバータの電気回路図を示します。PID(Proportional Integral Derivative)コントローラはコンバータの出力電圧を調整します。

図1: 同期降圧コンバータ



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*

2 モデル

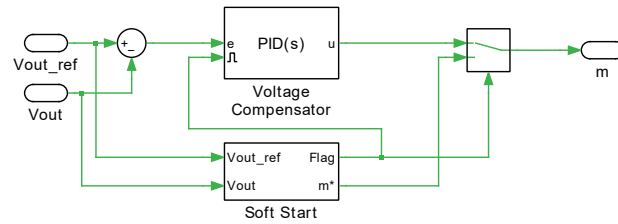
2.1 電源回路

同期降圧コンバータボロジは、12VDC入力を降圧して5VDC出力を生成するために使用します。負荷は、5Ωの固定抵抗負荷と、200Hz周期の5Ωのパルス抵抗負荷で構成されます。同期降圧コンバータでは、フリーホイールダイオードがアクティブスイッチを追加し、コンバータ効率が向上するという利点がありますが、実際にはMOSFETのオン抵抗と熱損失のモデリングはこの例には含まれていません。従来の降圧コンバータと比較すると、同期降圧コンバータは2つ目のMOSFETで電流が反転する可能性があるため、常に連続導通モード(Continuous Conduction Mode: CCM)で動作します。

2.2 制御

コントローラ実装の最上位レベル回路図を図2に示します。この制御は、電圧補償器と起動時のインダクタ突入電流を制限するソフトスタート方式で構成されます。ソフトスタート方式は、出力電圧が定義したしきい値に達するまで変調指数mを増加し、その時点で電圧補償器が閉ループ制御用の変調指数を生成します。

図2: 制御システムの最上位レベルの回路図



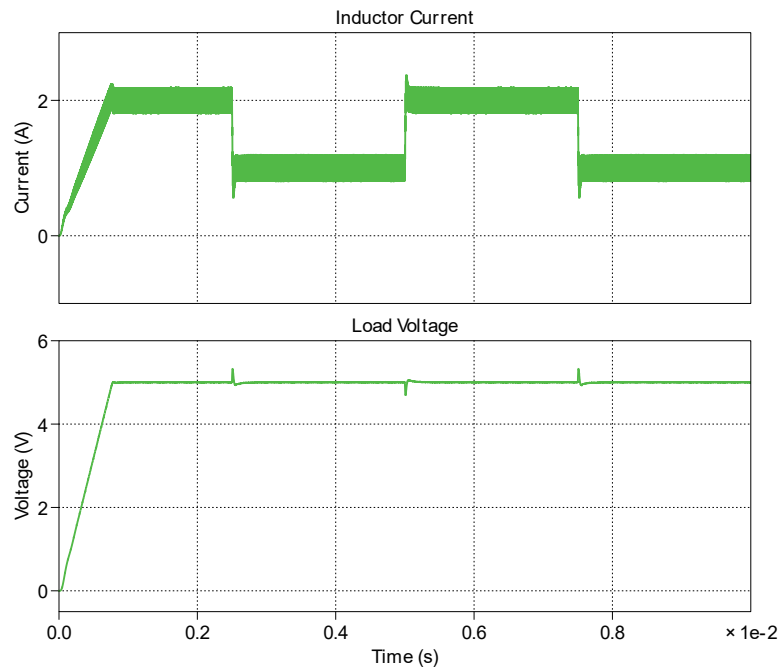
閉ループ制御では、出力電圧を測定し、5VDCの設定値と比較します。検出した電圧誤差は、PLECSライブラリの連続系PID制御器コンポーネントへの入力となります。コントローラのゲインは、降圧コンバータのパラメータと、指定したクロスオーバー周波数および位相マージンを使用して計算します[1]。電圧コントローラはFETのデューティ比を決定します。デューティ比の範囲は、逆算法を用いたアンチwindアップ手法によって1%~99%に制限されます。

対称PWMコンポーネントは、ソフトスタート回路または電圧レギュレータからの変調指数を使用して、MOSFETのゲート信号を生成します。2つのスイッチは相補的に変調します。実際には、シュートスルーを避けるために、両方のスイッチを同時にオンにしないことが重要です。これは、デッドタイムを設けて反対側のスイッチのオンを遅らせることによって防止します。

3 シミュレーション

図3に示すシミュレーション結果は、コンバータの起動と2つの負荷電流ステップを示しています。負荷電流が変化するたびに、出力電圧の過渡現象とコントローラの応答を観察できます。

図3: 負荷ステップ下の閉ループにおける同期降圧コンバータのシミュレーション結果



4 まとめ

このモデルは、ソフトスタート方式と閉ループ電圧制御を備えた同期降圧コンバータに焦点を当てています。PLECSコンポーネント ライブラリの連続系PID制御器ブロックを使用しています。

参考文献

- [1] L. Corradini, Maksimović Dragan, P. Mattavelli, and R. Zane, *Digital control of high-frequency switched-mode power converters*. Hoboken, NJ: IEEE, John Wiley & Sons Inc., 2015.

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を更新
- PLECS 4.5.5 PWM変調器を更新
- PLECS 4.6.1 コントローラの再設計



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 |



アドバンオートメーションへの連絡方法:

- | | |
|-----------------------------|-------|
| ☎ +81 3 5282 7047 | Phone |
| +81 3 5282 0808 | Fax |
| ✉ ADVAN AUTOMATION CO.,LTD | Mail |
| 1-9-5 Uchikanda, Chiyoda-ku | |
| Tokyo, 101-0047 | |
| Japan | |
| @ info-advan@adv-auto.co.jp | Email |
| https://adv-auto.co.jp/ | Web |

PLECS Demo Model

© 2002–2023 by Plexim GmbH

このマニュアルで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。