



PLECS *DEMO MODEL*

Buck Converter with Thermal Model

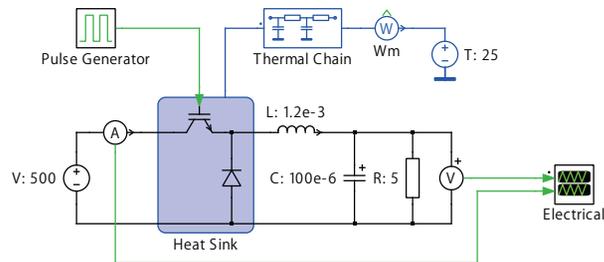
熱モデルを備えた降圧コンバータ

Last updated in PLECS 4.7.1

1 概要

このデモでは、基本的な熱モデルを含む単純な非安定型降圧コンバータを紹介します。これは、熱の説明、ヒートシンク、および熱等価RCモデルを使用するための例として役立ちます。

図1 降圧コンバータ



2 モデル

2.1 電気モデル

この回路図は、IGBTを使用した単純な降圧コンバータを示しています。この回路は、10kHzの固定周波数で動作します。

2.2 熱モデル

IGBTとフリーホイールダイオードの両方に、熱設定のサンプルが割り当てられています。これらの設定は、コンポーネントをダブルクリックし、**熱設定パラメータ**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、一般的に入手可能な半導体の測定値から得ています。

2つの半導体は、チョップモジュールとしてパッケージ化されていると見なすことができます。この例では、ヒートシンクは回路内の実際のヒートシンクではなく、2つのデバイスが接続されている共通の表面を表しており、チョップモジュールのケースとして考える必要があります。熱等価RCモデルコンポーネントは、半導体のケースから実際のヒートシンクへの熱遷移、およびヒートシンクから周囲温度への熱遷移をモデリングするために使用します。なお、PLECSではケースだけでなく、ヒートシンクも含めた階層的な熱伝達モデルの作成が可能です。この概念の例は、demosライブラリの"Boost Converter with PFC and Thermal Model"で紹介しています。

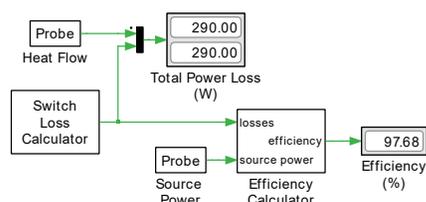
IGBTとダイオードの熱設定は、/buck_converter_with_thermal_model_plecs ディレクトリのプライベート熱ライブラリに保存されています。

"スイッチ損失算出"コンポーネントを使用すると、半導体デバイスの平均スイッチング損失、導通損失、および全損失を簡単に計算できます。回路図エディタで対象のスイッチコンポーネントを選択し、"スイッチ損失算出"ブロックのプロブされたコンポーネントリストにドラッグします。詳細については、このブロックの**ヘルプ**を参照してください。

スイッチ損失算出ブロックの**平均化時間**パラメータは、具体的な回路に基づいて選択する必要があります。例えばDC-DC変換システムの場合、これは通常、固定スイッチング周波数(10kHzスイッチング周波数の場合は $1/10e3$)に関連しますが、ACシステムの場合はACまたはライン周波数(60Hzライン周波数の場合は $1/60$)の方が適切です。共振コンバータなどの非周期的なシステムで損失を計算する場合は、導通間隔の変動を除去するために、より長い平均化間隔を使用する必要があります。

"Efficiency Calculator"サブシステムは、電源電力と全損失を使用してコンバータの効率を計算します。

図2: 熱損失



3 シミュレーション

最初のスコープには、出力電圧とソース電流を示しています。2番目のスコープは、チョップパモジュールとしてパッケージ化した半導体接合部とケースの温度を示します。電気値は、シミュレーションの非常に早い段階で平衡に達しますが、温度が定常状態に近づくには、はるかに長い時間がかかります。

3.1 定常動作

定常状態の動作温度は、モデルで事前構成されている定常解析を使用して計算できます。PLECS StandaloneまたはBlockset(Simulink内)の場合、次の手順を実行します:

- *Standalone*: シミュレーションメニューから**解析ツール...**を選択します。これにより、解析が事前に構成されているダイアログが開きます。解析を開始するには、**解析開始**ボタンをクリックします。**ログを表示**ボタンをクリックすると、解析の進行状況を表示できます。
- *Blockset*: Steady-State Analysisブロックをダブルクリックしてダイアログを開き、**解析開始**ボタンをクリックします。解析の進行状況は、MATLABコマンド ウィンドウに表示されます。

解析が完了すると、5つの定常状態の周期シミュレーションが、PLECSスコープで事前構成されたすべての波形に対して表示されます。

3.2 損失と効率の計算

ダイオードとIGBTの平均損失を計算し、熱回路の熱流と比較します。損失プローブがDC電圧源コンポーネントに直接接続されているため、ヒートシンクが温まるまでに数秒かかることに注意してください。この場合、コンバータの効率は電源電力とスイッチの全損失を使用して計算しますが、ヒートシンクは抵抗からの抵抗損も捉えることができます。

効率方程式は次のように導かれます:

$$\frac{P_{\text{input}} - P_{\text{switches}}}{P_{\text{input}}} = 1 - \frac{P_{\text{sw}}}{P_{\text{in}}}$$

この式はPLECSの公式な指示であることに注意してください。熱損失は自動的に電気ネットワークにフィードバックされないため、負荷での電力測定値は理論値と異なり、システム効率の決定には使用すべきではありません。

4 結論

このモデルは、PLECSの熱回路ブロックを使用して、IGBTとダイオードのスイッチング損失と導通損失を計算し、デバイスの接合と周囲温度間の熱インピーダンスネットワークをモデリングします。制御ドメインブロックは、熱回路ブロックを使用せずに同様の損失情報を抽出し、回路効率を計算するために使用します。

改訂履歴:

PLECS 4.3.1 初版

PLECS 4.7.1 スイッチ損失算出を使用したモデルに更新



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。