

# PLECS DEMO MODEL

*Buck Converter with Analysis Tools*

降压コンバータに解析ツールを適用

Last updated in PLECS 5.0.2

# 1 概要

このデモでは定常解析を実行し、小信号解析を使用して非安定型降圧コンバータのさまざまな開ループ伝達関数を取得する方法を示します。伝達関数は、最初に定常解析を実行し、AC周波数解析やインパルス応答解析を実行するか、あるいは定常解析を実行しないマルチトーン解析を使用することもできます。

## 2 モデル

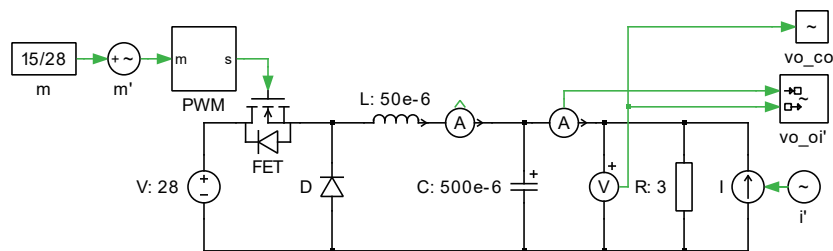
### 2.1 電気モデル

この回路図は、MOSFETと抵抗負荷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、固定周波数100 kHz、固定デューティ比15/28のクロックです。

システムは、2つの小信号外乱ブロックで構成しています。1つの外乱はデューティ比に適用し、もう1つの外乱は負荷電流注入として適用されます。外乱に対する回路の応答を測定するために、コンバータの出力電圧に接続された小信号応答コンポーネントがあります。システムは以下を測定するように構成されています：

- 摂動"m"と応答ブロック"vo\_co"を使用した制御から出力への伝達関数
- 摂動"i"と応答ブロック"vo\_oi"を伴うコンバータの出力インピーダンス

図1: 解析ツールを使用した降圧コンバータ



### 2.2 AC周波数解析とインパルス応答解析

AC周波数解析は、調査対象システムに一連の正弦波外乱を適用します。これらのユーザ指定の周波数のそれぞれで、外乱システムの周期的な定常動作点を求め、フーリエ解析を使用してシステム応答を抽出します。利点の1つは、ユーザが伝達関数を調査する際に、関心のある特定の周波数を選択できることです。

インパルス応答解析は、システムの開ループ伝達関数を決定するための代替の高速な方法を提供します。異なる周波数の正弦波外乱で一度に1つずつシステムを摂動する代わりに、定常状態にあるときに単一のインパルスを適用します。システム伝達関数は、過渡インパルス応答のラプラス変換を計算することにより、広い周波数範囲にわたって非常に効率的に計算できます。

AC周波数解析およびインパルス応答解析の詳細については、PLECSマニュアルの"解析ツール"の章の例を参照してください。

### 2.3 マルチトーン解析

マルチトーン解析は、小さな外乱信号に対するシステムの応答を解析するAC周波数解析に似ています。ただし異なる周波数の複数の正弦波信号の代わりに、1つのマルチトーン信号のみが適用されます。マルチトーン信号は複数の正弦波信号で構成されているため、調査対象のすべての周波数を一度に含みます。

AC周波数解析と比較すると、マルチトーン解析では、各周波数の信号セットではなく、1つの信号に対する応答を計算するだけで済みます。マルチトーン解析が適切に機能するための1つの要件は、初期シミュレーション周期パラメータの値が、システムが過渡シミュレーションから定常状態に達するのに十分な大きさでなければならないことです。マルチトーン解析にはシステム周期に関する情報が必要ないため、このアルゴリズムは、共振コンバータなどの可変周波数制御を備えたシステムでも機能します。

## 2.4 周波数応答解析

周波数応答解析は、AC周波数解析と同様に、システムに一連の正弦外乱を適用します。しかし、定常動作点を決定するために定常解析を用いるのではなく、マルチトーン解析と同様に過渡シミュレーションに依存します。

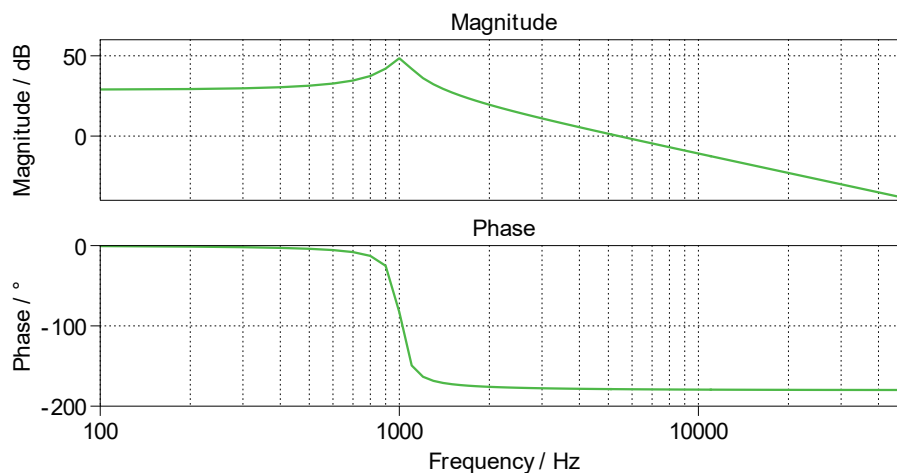
この解析手法は、マルチトーンのような定常法の利点を持ち、堅牢でシステム周期に関する情報を必要としない点と、AC周波数解析のような摂動法の利点を持ち、測定点に対するユーザの制御性が高い点が特長です。欠点は、周波数応答が遅くなる可能性があることです。

## 3 シミュレーション

PLECS StandaloneおよびPLECS Blocksetでは、次の手順を使用して様々な解析を実行できます：

- *Standalone*: シミュレーションメニューから**解析ツール...**を選択し、リストから解析手法を選択して**解析開始**をクリックします。**結果表示**をクリックすると、解析の出力が表示されます。
- *Blockset*: SimulinkレベルのPLECS解析ブロックをダブルクリックします。開いたウィンドウで解析パラメータを設定し、**解析開始**ボタンをクリックして解析を実行します。

図2: 開ループ降圧コンバータの制御から出力への周波数応答

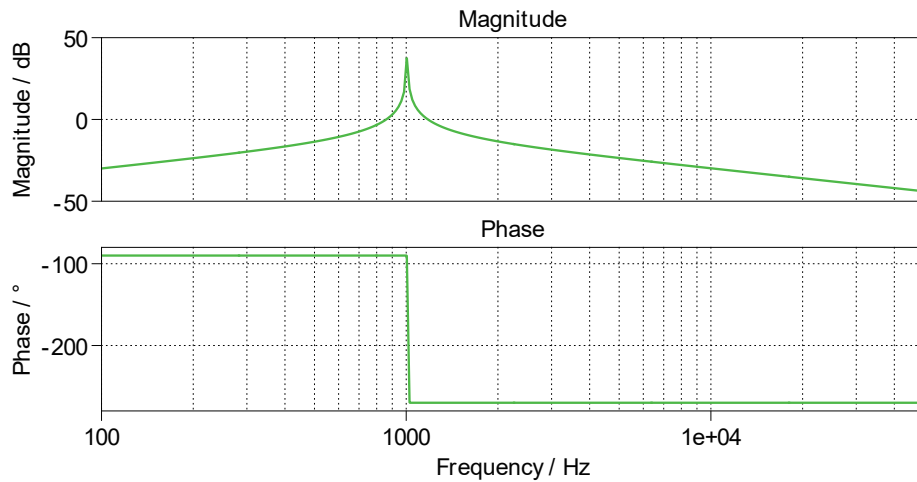


解析の実行中、時間領域のスクープを開いたままにしておくと、各解析ツールの動作に関する追加情報が得られます。ただし、これによりグラフィックス処理が追加されるため、シミュレーション速度も大幅に低下することに注意してください。最大速度を得るにはすべてのスクープウィンドウを閉じておく必要があります。AC周波数解析の実行中、ユーザ定義の周波数セットの各動作点に対してシミュレーションが実行されている様子がスクープに表示されます。インパルス応答解析の後、スクープは1周期の離散インパルスの形で外乱の結果を示します。マルチトーン解析は、時間領域で外乱信号が重畳されたシミュレーションを示します。

### 3.1 コンバータ出力インピーダンス

小信号解析ツールを使用して、電力変換の出力インピーダンスを計算することもできます。出力インピーダンスは、コンバータの出力電流と電圧の間の伝達関数 $Z_{o(s)} = V_o(s)/I_o(s)$ として定義されます。外乱信号 $i'$ は、出力抵抗の影響も含まれるため、出力インピーダンスの計算には使用できません。PLECS Standaloneで別のリファレンス信号を設定するには、「小信号応答」ブロックをダブルクリックし、**参照入力の表示**をオンに設定し、測定されたコンバータ出力電流をリファレンス入力ポートに入力します。

図3: 開ループ降圧コンバータの出力インピーダンス周波数応答



閉ループゲイン解析のデモは、PLECSのdemosライブラリ「Buck Converter with LoopGain Analysis」に記載されています。

改訂履歴:

PLECS 4.3.1 初版

PLECS 4.6.6 出力インピーダンスの計算を修正

PLECS 5.0.2 小信号解析に周波数応答解析がオプションとして追加



**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。