

## PLECS *DEMO MODEL*

### *Configurable Switched Reluctance Machine*

Current-controlled switched reluctance machine with a configurable number of rotor and stator poles

### *構成可能なSRM*

ロータと固定子の極数を構成できる電流制御SRM

Last updated in PLECS 4.5.5

# 1 概要

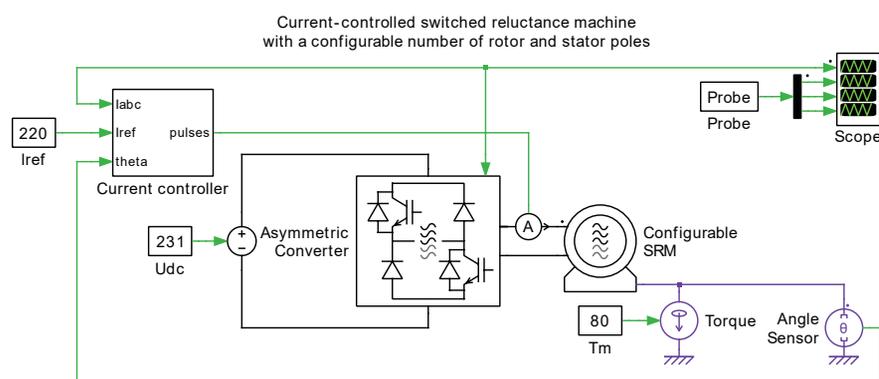
このデモは、3相、4相、および5相モータとして構成できる、インバータ給電の電流制御スイッチトリラクタンスモータ(Switched Reluctance Motor: SRM)を紹介しています。このモータには、それぞれ4個と6個、6個と8個、または8個と10個のロータと固定子極があります。このドライブは、磁化、フリーホイール、および消磁モードで動作する非対称コンバータに電力を供給するDC電圧源で構成しています。

**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: SRMの回路



## 2 モデル

理想的な231V<sub>DC</sub>電源と、構成可能な位相数を持つ2レベルインバータを使用して、相数構成可能なSRMを駆動します。Machine typeを選択すると、インバータの容量が自動的に更新されます。モータ自体は、Configurable SRMサブシステムに実装されており、それぞれの構成に3つの異なるタイプ(3、4、5相)のライブラリコンポーネントが含まれています。

図2に示すように、駆動回路はユニポーラブリッジのコンバータに基づいています。このトポロジでは、各相は2つの非対称レッグで構成され、それぞれに1つのIGBTと内蔵した逆並列ダイオード、および1つのフリーホイールダイオードが含まれます。2つの対角面のIGBTは相補的に変調し、所定の位相を駆動します。モータ内で発生するトルクが電流の方向に依存しないため、合計4つの制御可能なスイッチを使用する代わりに、このトポロジを使用するため、スイッチコンポーネントの数を減らしてコストを節約できます。

図2: 非対称コンバータ回路

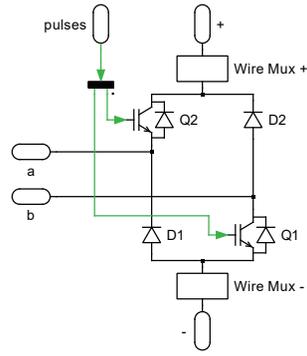
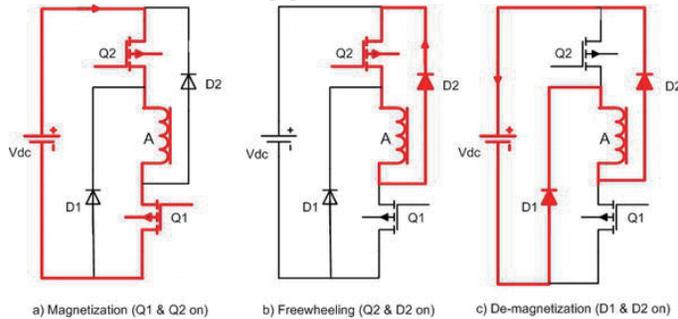


図3に示すように、モータの各相には電力ステージの3つの動作モードがあります。まず、励磁期間中に両方のスイッチがオンになり、エネルギーがDCリンクから相巻線に伝達します。フリーホイールと呼ばれる2番目のオプションモードでは、スイッチの1つだけがオンになり、相巻線がよりゆっくりと磁化または消磁します。3番目のモードである消磁は、両方のスイッチがオフになり、減衰電流が巻線から両方のダイオードを通して流れるときに発生します。

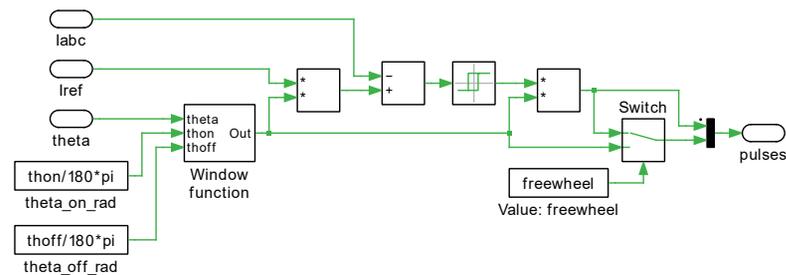
図3: 非対称ドライブ動作[1]



220Aのリファレンス電流をコントローラに供給し、80Nmの一定トルクをロータに適用します。

### 3 制御

図4: 電流コントローラ



SRMのロータ位置は、理想的な角度センサを使用して測定し、ウィンドウ関数に入力し、電源スイッチを介して機械の固定子巻線のオンとオフのタイミングを決定します。さらに、多相電流計を使用して機械の固定子相電流を測定し、リファレンス電流と比較します。結果として生じる誤差は、±50Aの誤差幅のヒステリシスコントローラ(制御リレーブロック)に入力され、IGBTのスイッチング信号を生成します。変調信号は単純な逐次信号として各相に供給されるため、一度に1つのコイルのみを通電し、平均スイッチング周波数は非常に低く数百Hz程度です。

最初は低速でも電流設定値を満たすことはできますが、このコンバータはフリーホイールダイオードが制御されないため、高速では電流調整ができません。コントローラは、外側の速度ループを追加して電流設定値を調整できます。現在の設計では、定常状態での速度は主にDC電圧の大きさに影響されます。

## 4 シミュレーション

添付したモデルを使用してシミュレーションを実行し、定常状態の波形を表示します。SRMは最初は停止していますが、6/4マシンの場合は300rad/sの定常状態まで加速し、8/6バージョンと10/8バージョンの場合はそれより遅い速度になります。このモータの典型的な特性と、高トルクリップルと低いスイッチング速度が観察できます。モータの種類は初期化コマンドで切り替えることができます。コントロールがフリーホイールモードを許可するかどうかも設定できますが、定常動作中ではほとんど影響ありません。

## 参考文献

- [1] Sandeep Narla (June 21st 2017), Four-Quadrant Control of Switched Reluctance Machine, Switched Reluctance Motor - Concept, Control and Applications, Ahmed Tahour and Abdel Ghani Aissaoui, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.69228. Available from: <https://www.intechopen.com/books/switched-reluctance-motor-concept-control-andapplications/four-quadrant-control-of-switched-reluctance-machine>.

改訂履歴:

PLECS 4.5.5 初版



**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。