

Electric_Machineモデリング

TUTORIAL – Electric Machine Modeling April 2018

Mywayプラス株式会社

【はじめに】

PSIM の基本機能ブロックを使用して電気機械モデルを作成できます。このチュートリアルでは、直流機(DC Machine)のモデルを作成する方法を説明します。

モデルを作成するには、次の手順に従います。

- 1) 機械の電気的および機械的方程式を導きます。
- 2) PSIM で方程式の電気的等価回路を実装します。そして
- 3) 回路をサブサーキットの形でパッケージします。

1. 方程式を導く (Deriving the Equations)

直流機(DC Machine)の電気的および機械的方程式は、次のようにして導き出すことができます。

$$V_t = E_a + i_a \cdot R_a + L_a \frac{di_a}{dt} \quad (1)$$

$$V_f = i_f \cdot R_f + L_f \frac{di_f}{dt} \quad (2)$$

$$E_a = k \cdot \phi \cdot \omega_m \quad (3)$$

$$T_{em} = k \cdot \phi \cdot i_a \quad (4)$$

$$J \frac{d\omega_m}{dt} = T_{em} - T_L \quad (5)$$

ここでそれぞれ、 V_t 、 V_f 、 i_a 、 i_f は電機子(armature)電圧と界磁の電圧および電流； R_a 、 L_a 、 R_f 、 L_f は電機子および界磁巻線の抵抗とインダクタンス； E_a は逆起電力； J は慣性モーメント、 ω_m は機械的速度； ϕ は界磁磁束； T_{em} と T_L は発生トルクと負荷トルク、を表します。磁気飽和を無視すると、逆起電力と発生トルクも次のように表すことができます。

$$E_a = L_{af} \cdot i_f \cdot \omega_m \quad (6)$$

$$T_{em} = L_{af} \cdot i_f \cdot i_a \quad (7)$$

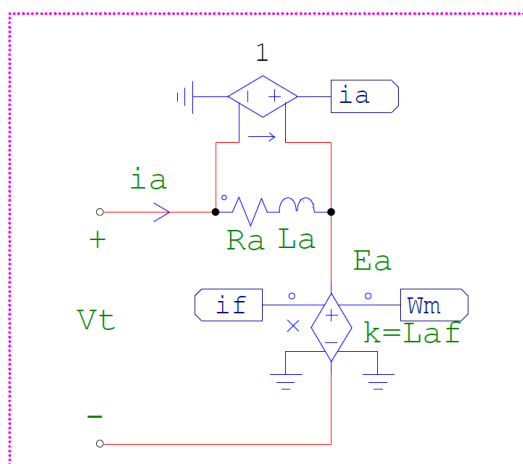
ここで、 L_{af} は電機子と界磁巻線の間の相互インダクタンスです。定格動作条件下では次のように計算できます。

$$L_{af} = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{I_f \cdot \omega_m} \quad (8)$$

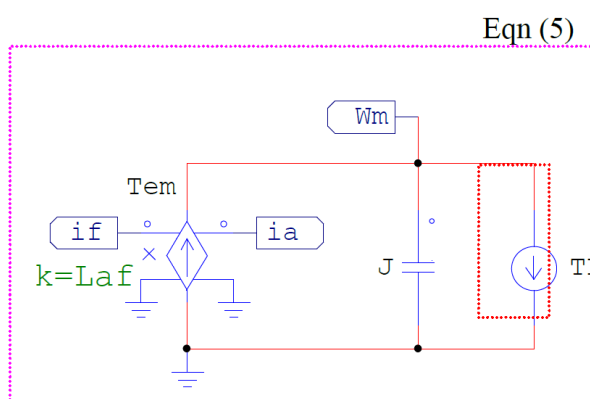
2. 等価回路の実装(Implementing the Equivalent Circuits)

方程式が得られると、それらは等価回路の形で表現され実装することができます。例えば、電機子巻線の式(式(1): Eqn(1))は、直列接続されたインダクタ L_a と抵抗 R_a および制御電圧源 E_a によって表すことができます。界磁巻線方程式(式(2): Eqn(2))も同様に表現できます。

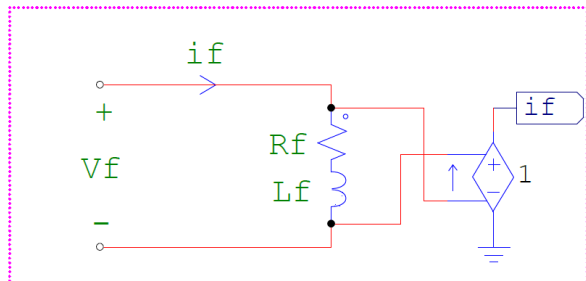
力学方程式(式(5): Eqn(5))は、2つの電圧源と直列のインダクタ、または2つの電流源と並列のコンデンサで表すことができます。PSIMでは、コンデンサの表記法を利用して力学方程式を実装します。したがって、式(1)(2)(5) (Eqn(1)(2)(5))を以下のように等価回路で表すことができます。



Eqn (1)



Eqn (5)



Eqn (2)

等価回路は3つの部分から構成され、各部分はそれぞれ1つの方程式を表します。電機子電流 i_a および界磁電流 i_f を得るためには電流制御電圧源を使用します。乗算による非線形電圧源は、逆起電力 E_a と発生トルク T_{em} を表すために使用されます。式(5)は、トルクを電流、機械的速度をノード対接地電圧、慣性モーメントを静電容量、に置き換えて表現します。

きれいなレイアウトには物理的な配線の代わりにラベルを使用するのがよいでしょう。

電流源で表される負荷トルク T_L は、機械の外部からくるものであり、直流機(DC Machine)モデル自体の一部ではありません。

3. モデルのサブ回路へのパッケージ化

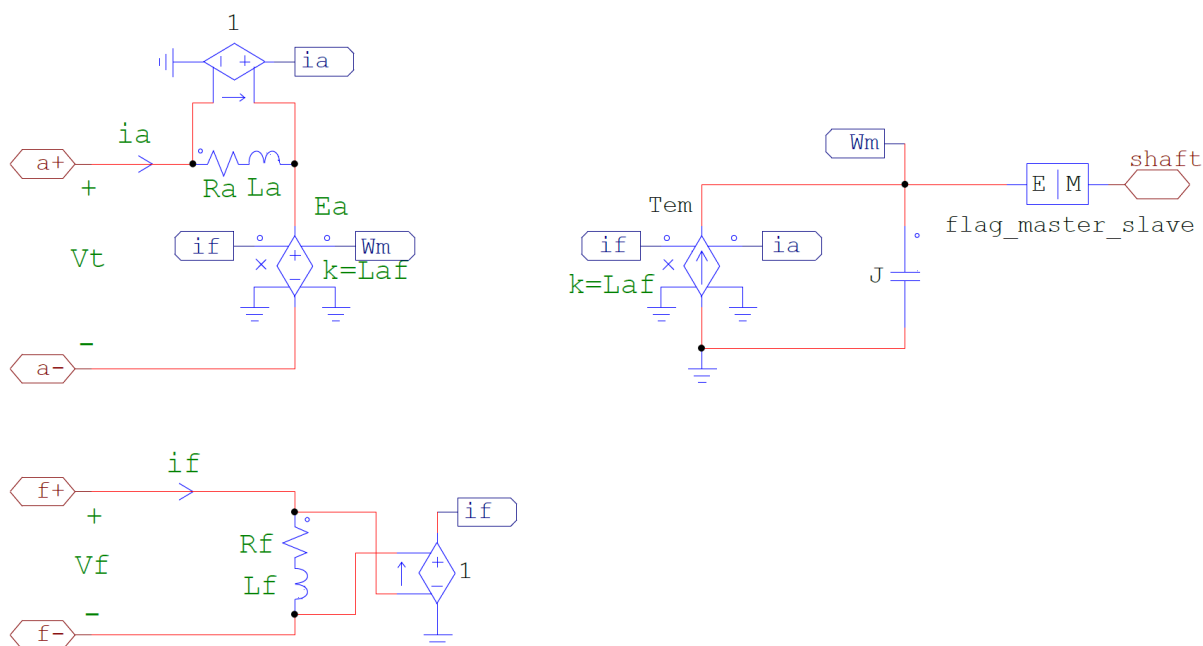
直流機(DC Machine)を表現する回路は、簡単にパラメータ指定できるサブサーキットの形でパッケージすることができます。これには以下のステップで行います。

- 1) サブサーキットサイズの定義；
- 2) インターフェイスポートの配置；そして
- 3) 所望のサブサーキットイメージを作成および編集します。

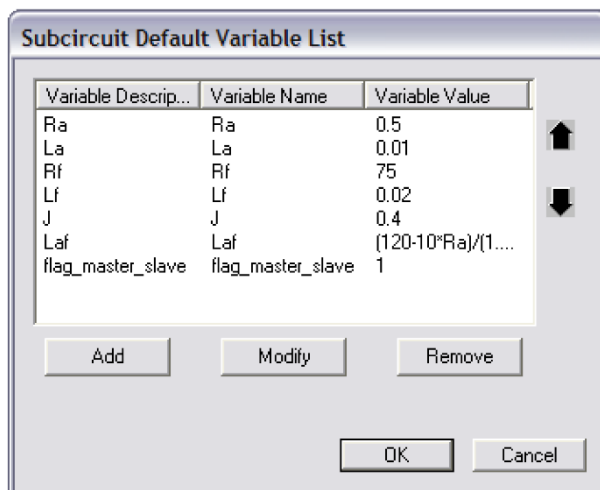
サブサーキットサイズは、メインサーキットに現れるサブサーキットブロックの大きさです。PSIMの「サブ回路⇒サイズ設定[Subcircuit⇒Set Size]」で選択します。この大きさはインターフェイスポートを正しく配置できる程度に十分に大きく設定します。ここでは幅 6、高さ 16 のサブサーキットサイズを設定します。

サブサーキットサイズが設定されたら、次はインターフェイスポートを配置します。インターフェイスポートとは、外部回路と接続するポートのことです。この例では、2つの電機子巻線端子(armature winding terminals)用インターフェイスポート、2つの界磁巻線端子(field winding terminals)用インターフェイスポート、および1つの機械的シャフト(mechanical shaft)用インターフェイスポートがあります。インターフェイスポートを配置するには、「サブ回路⇒双方向ポートを追加 [Subcircuit⇒Place Bi-directional Port]」の順に選択します。

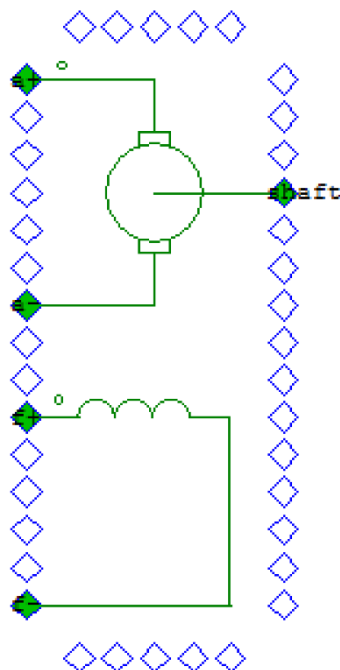
PSIMでは、electrical machineの機械的シャフトは、他の機械的なシャフトまたは要素にのみ接続します。モデルの機械的等価回路を他の機械的なシャフトまたは要素に接続するには、機械系-電気系インターフェイス(Electrical-Mechanical Interface)ブロックを機械的速度(ω_m)ノードに接続(電気側を機械的速度ノード、機械側をインターフェイスポートに接続)する必要があります。ポートを配置すると、回路は次のようになります。



さらに、モデル内のパラメータは変数として定義され、主回路レベルで指定されます。回路で、電機子/界磁巻線の抵抗とインダクタンスを Ra、La、Rf、Lf、慣性モーメントを表す容量を J、Ea と Tem のソースのゲインを Laf と定義します。次に PSIM メニュー「サブ回路⇒デフォルト変数一覧の編集 [Subcircuit→Edit Default Variable List]」を選択し、変数とデフォルト値をリストに追加します。デフォルト変数一覧のダイアログウィンドウは、変数が追加された後に以下のように表示されます。



最後に、「サブ回路⇒イメージ編集 [Subcircuit→Edit Image]」を選択してサブサーキットイメージを修正または編集することができます。ユーティリティツールを使用して所望の画像を作成します。下図は直流機(DC Machine)モデル用に作成されたイメージです。



ご注意

1. 本資料に記載された製品の仕様は、予告なく変更することがあります。
2. 本資料の内容については、万全を期しておりますが、万一ご不明な点などがありましたら、弊社までお申しつけください。
3. 本資料に記載された情報に起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、弊社は一切の責任を負いません。
4. 本資料によって第三者または弊社の特許権その他権利の実施権を許諾するものではありません。
5. 弊社の書面許諾なく、本資料の一部または全部を無断で複製することを固くお断りします。
6. (本資料に記載された製品をユーザ装置に組み込む際には、バックアップやフェイルセーフ機能を系統的に設置してください。)
7. (弊社は、人命に関わる装置として特別に開発したものは用意しておりません。)
8. 本資料に記載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

Copyright 2019 by Myway Corporation

All rights reserved. No part of this manual may be photocopied or reproduced in any form or by any means without the written permission of Myway Corporation.

発行: Myway プラス株式会社

〒220-0022

横浜市西区新花咲町 6-145

横浜花咲ビル

TEL: 045-548-8836

FAX: 045-548-8832

ホームページ : <https://www.myway.co.jp>

Eメール : sales@myway.co.jp
