

**PSIMチュートリアル**  
**モーター制御設計**  
**(Motor Control Design Suite)**

Mywayプラス株式会社

## デザイン・スイートによるモーター制御設計

### 1、概要

モーター制御デザイン・スイートは、モーター・ドライブ・システムの制御ループ設計を迅速にソリューションを提供します。センサー付きまたはセンサー・レス制御を備えた線形および非線形 PMSM および誘導機 (IM) 用に事前に設計テンプレートが用意されています。最小システム仕様に基づいて、モーター・コントロール・デザイン・スイートは、適切に指定された遮断周波数と安定余裕を備えた速度と電流ループのすべての帰還制御を自動的に設計し、動作可能で完全なシステムを提供します。

デザイン・スイートは、最大トルク/A (MTPA) 制御や弱め界磁制御などの高度な PMSM モーター制御技術を提供しています。さらに、弱め界磁制御モードで動作する無限速度 PMSM ドライブの場合、最大トルク/V (MTPV) (最大トルク/磁束 (MTPF)) 制御が提供され、モーター制御が高速領域での駆動動作範囲が、さらに拡張されます。外側の速度ループのサンプリング・レートは、一般的に内側の電流ループよりも遅くなります。コントローラの設計では、さまざまなサンプリング・レートがサポートされています。

PMSM (IPM) および PMSM (SPM) テンプレートには、速度-トルク・ツールが用意されています。モーターのパラメータと、直流バス電圧やモーターの最大電流などの動作条件に基づいて、速度-トルク・ツールは、上記の高度なモーター制御技術に基づいてモーターが達成できる最大トルクと電力をプロットすることができます。このツールは、ユーザーがドライブ・システムを動作させる前にモーター・ドライブの動作境界を理解するために非常に有用な方法を提供することが出来ます。

モーター・ドライブ・システムと詳細な回路モデルをすばやく組み合わせる機能を備えたモーター制御・デザイン・スイートは、エンジニアに次のようなメリットを提供します。

- ・ システム・エンジニアがシステム要件を評価し、直流バス、3相電圧源インバーター、モーター、コントローラーなどの主要なサブシステム間の相互作用を理解するのに役立ちます。また、詳細なサブ・システム：ハードウェア/ソフトウェア仕様を導き出し、サブ・システム操作のより良い方法や洞察を得るのに役立ちます。
- ・ ハードウェア・エンジニアがハードウェア・コンポーネントの選択と設計を実行するのに役立ちます。ソフトウェア/制御エンジニアが高度な制御アルゴリズムや DSP 制御ソフトウェアを開発および評価するために役立ちます。
- ・ 統合/テスト・エンジニアがシステム要件に基づいてシステムを統合およびテストするために役立ちます。

モーター制御デザイン・スイートは、モーター・ドライブ・システムの開発に非常に迅速に設計ソリューションを提供し、開発プロセスを大幅に短縮するために役立ちます。

センサー付きモーター・ドライブ用に、次のデザイン・テンプレートも用意されています。

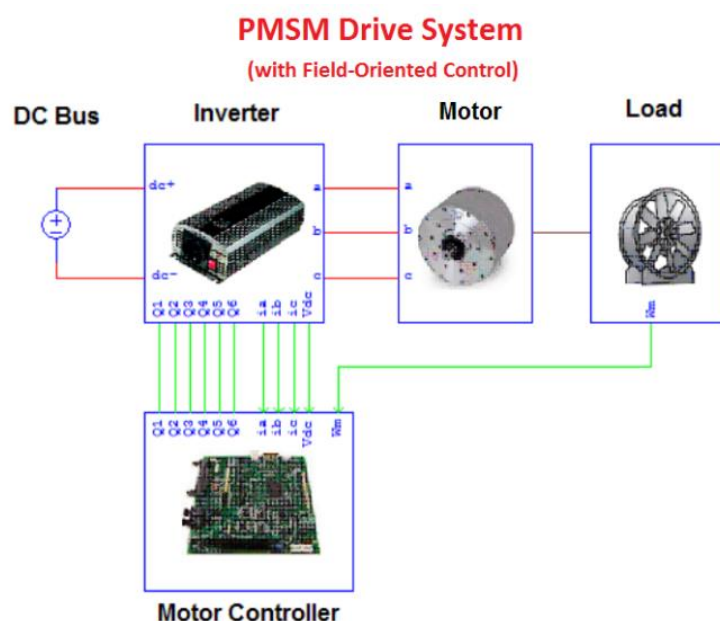
PMSM (IPM) Drive	IPM (Interior Permanent Magnet)とモータードライブ MTPAとMTPV制御
PMSM(nonlinear IPM) Drive	非線形IPMモーターの速度制御MTPAとMTPV制御
PMSM(IPM)Drive (JMAG-RT)	非線形IPMモーターの速度制御JMA-RTモデルによる MTPAとMTPV制御
PMSM(SPM)Drive	SPMモーター(Surface-mounted Permanent Magnet)の MTPV制御による速度制御
PMSM Drive	IPMまたはSPMモーターのフィールド指向制御(FOC)
PMSM(IPM)Drive(torque control)	MPTA、MPTV制御によるIPMモーターのトルク制御
PMSM(IPM)Drive(JMAG-RT)(torque control)	JMAG-RTモデルによるIPMモーターのMTPA、MTPV 制御によるトルク制御
Induction Motor Drive	ベクトル制御、弱め界磁制御による誘導モーターの制御

さらに、TIのInstaSPINテクノロジーを使用するセンサーレスPMSMモータードライブ用に、次の設計テンプレートが提供されています。

PMSM(IPM)Sensorless Drive(InstaSPIN)	MTPA弱め界磁制御とMTPV制御によるセンサーレス IPMモーターのドライブ
PMSM(SPM)Drive(InstaSPIN)	弱め界磁とMTPV制御によるセンサーレスSPMモーターの制御
PMSM Sensorless Drive (InstaSPIN)	センサーレス(IPM、SPMモーター)で同じ制御構成でTI社の InstaSPIN Motorware Lab 11を使用した制御
PMSM Sensorless Drive (InstaSPIN SimCoder)	センサーレスPMSMドライブシステム(IPM、SPMモーター)で同 じ制御構成でTI社のSPIN Motorware Lab 11と SimCoder hardware library blocks

センサーレスモーター設計テンプレートはPILブロック(InstaSPIN)を使用することに注意してください。PILブロック(InstaSPIN)はPILモジュールの一部であるため、これら4つのテンプレートを実行するには、PSIMライセンスのPILモジュールが必要です。これらのセンサーレスモータードライブテンプレートの実行方法については、「チュートリアル-センサーレス制御を使用したPMSMドライブ」を参照してください。

IPMモーターでは、q軸のインダクタンスはd軸のインダクタンスよりも大きくなります。つまり、 $L_q > L_d$ です。SPMモーターでは、d軸とq軸のインダクタンスは等しくなります。つまり、 $L_d = L_q$ です。非線形IPMモーターでは、 $L_d$ 、 $L_q$ はモーター電流の関数として変化します。典型的なモーター駆動システムは、直流バス、3相電圧源インバーター、モーター、モーター・コントローラー、および機械的負荷で構成されています。ドライブテンプレートの全体的な構成を以下に示します。



各ブロックにパラメーターを入力すると、すべてのコントローラー・パラメーターが動作条件に基づいて自動的に設計され、回路全体をシミュレートする準備が整います。

このチュートリアルでは、デザイン・テンプレートの使用方法について説明します。プロセスを説明するための例として、PMSM (IPM) ドライブ・テンプレートと次のモーターを使用します。

PMSM motor: 125 kW, 4 poles, 8000 rpm, 150 N\*m

Parameters:  $R_s = 0.02035 \text{ Ohm}$ ;  $L_d = 1.5 \text{ mH}$ ;  $L_q = 5 \text{ mH}$ ; Back EMF constant = 147.95 Vpk/krpm

Moment of inertia =  $0.0206 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

Maximum ratings: 180 kW; 1200 N\*m; 10000 rpm

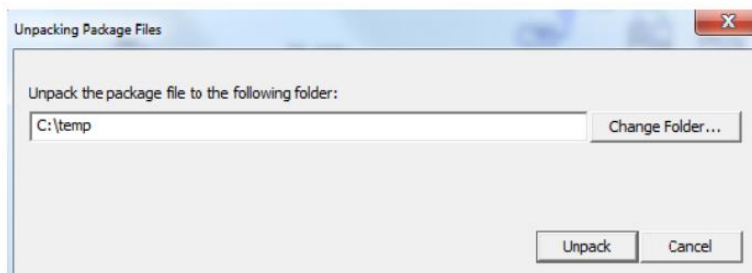
モーターに基づいて、直流バス電圧は 650V に設定されます。インバータは 10kHz のスイッチング周波数で動作します。電流ループのサンプリング周波数は 10kHz、速度ループのサンプリング周波数は 10kHz に設定されます。電流ループ帯域幅は 1kHz に設定され、速度ループ帯域幅は 100Hz に設定されます。

モーター制御設計スイートの実行には次の 3 つのステップが含まれます。システム・パラメータの定義、モーター速度-トルク曲線の確認、パラメータ・ファイルの更新が必要です。

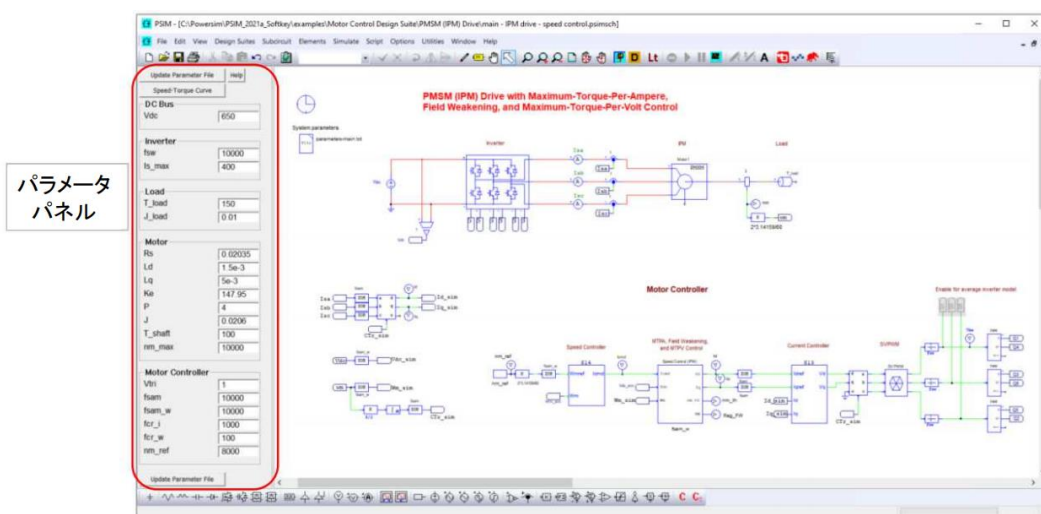
#### ステップ 1: システム・パラメータの定義

PMSM (IPM) ドライブ・テンプレートを実行するには、次の手順に従います。

- ・ PSIM で、[デザイン・スイート] >> [Motor Control Design Suite] に移動し、[PMSM (IPM) Drive] を選択します。以下のようなダイアログ・ウィンドウが表示されます。[Unpack] をクリックして、ファイルをデフォルトのフォルダーに解凍します。別のフォルダに解凍するには、[Change Folder] をクリックしてフォルダを参照するか、フォルダ名を入力します。この例では、ファイルは「c:\temp」に配置されます。



- ファイルが解凍されると、以下に示すようにテンプレート回路が PSIM に表示されます。左側のパラメータパネルで設計パラメータを入力または変更します。



回路図の左側にはパラメータパネルがあります。パネルは、システム・パラメータ(直流バス電圧、インバータ周波数、モーター・パラメータなど)と制御設計パラメータ(電流および速度ループ帯域幅など)を定義します。この例では、次のように値を入力します。

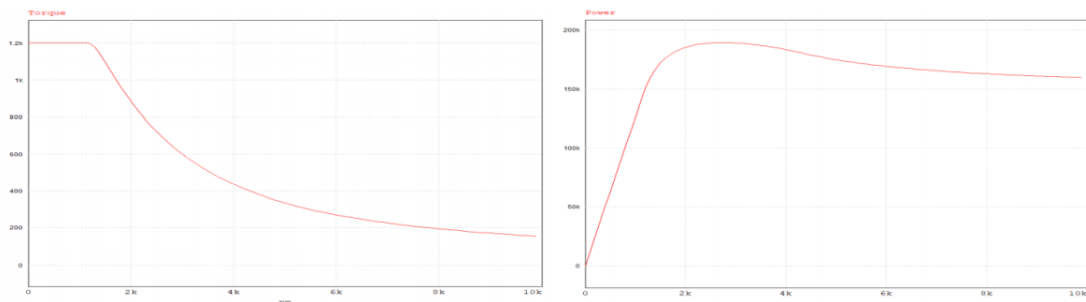
<b>DC Bus:</b>	
Vdc (operating dc bus voltage):	650
<b>Load:</b>	
fsw (switching frequency):	10k
Is_max (maximum inverter current):	400
<b>Motor:</b>	
Rs (stator resistance):	0.02035
Ld (d-axis inductance):	1.5m
Lq (q-axis inductance):	5m
Ke (back EMF constant):	147.95
<b>Motor Controller:</b>	
Vtri (PWM carrier amplitude):	1
fsam (current loop sampling frequency):	10k
fsam_w (speed loop sampling frequency):	10k
fcr_i (current loop crossover frequency):	1k
fcr_w (speed loop crossover frequency):	100
nm_ref (speed reference in rpm):	8000

P (number of poles):	4
J (moment of inertia):	0.0206
T_shaft (shaft time constant):	100
nm_max (maximum speed):	10k

変数は、回路のパラメータファイルで使用される名前です。

## ステップ 2 : モーターの速度-トルク曲線の検証

パラメータ・パネルにすべてのパラメータを入力したら、[Speed - Torque Curve]ボタンをクリックして、以下に示すように、全速度範囲でのモーター・トルクと出力を表示します。これらは、モーター駆動システムが指定された動作条件下で提供できる最大の機能であり、コントローラ設計の限界として使用されます。目的のモーター駆動システムが、トルク、出力、または速度に関して、速度-トルク曲線に示されているものよりも多くの機能を必要とする場合は、直流バス電圧またはインバーターの最大電流を調整するか、別のモーターを選択して、モーター・ドライブの最大能力の範囲内となるようにします。



### ステップ 3 : パラメータファイルの更新とシミュレーションの実行

Step 2 でモーターの速度-トルク曲線を確認し、パラメーター・パネルで、すべてのパラメーターを更新した後、[Update Parameter File] ボタンをクリックして、回路図のパラメーター・ファイル「parameters-main.txt」を更新します。このパラメーター・ファイルには、ユーザーが入力したパラメータとデザイン・スイートによって計算されたパラメータが含まれています。デザイン・スイートの重要な機能の 1 つは、電流ループ・コントローラーと速度ループ・コントローラーのパラメーターが自動的に計算されるため、ユーザーがコントローラーを設計した場合のトラブルや手間を省くことができます。

パラメーター・パネルのパラメータのいずれかが変更された場合、パラメーター・ファイルを更新するには、パラメーター・ファイルの更新をもう一度クリックしなければなりません。クリックが実行されないとパラメーターは更新されることはありません。

パラメーター・ファイルが更新されたら、時間領域シミュレーションを実行し、設計を検証します。必要な性能を実現するには、スイッチング周波数、サンプリング周波数、電流と速度ループの遮断周波数、および d 軸の電流リファレンスを調整する必要がある場合があります。

注目すべき重要なシミュレーション波形の 1 つは、PWM ブロックの入力での変調信号  $V_{ma}$  です。PWM インバータが PWM 線形範囲で動作することを保証するために、 $V_{ma}$  が搬送波の動作範囲内にあることを確認してください。

回路図は、シミュレーションを高速で実行するために、スイッチング・モデルまたは平均モデルのいずれかでシミュレーションを実行するように設定されています。インバータのモデル・タイプを変更するには、3 相インバータのモデル・レベルをスイッチング・モデルの場合は [Ideal] に、平均モデルの場合は [Average Model] に設定します。次に、それに応じて PWM ブロックを有効または無効にします。

## 2. デザイン・テンプレート

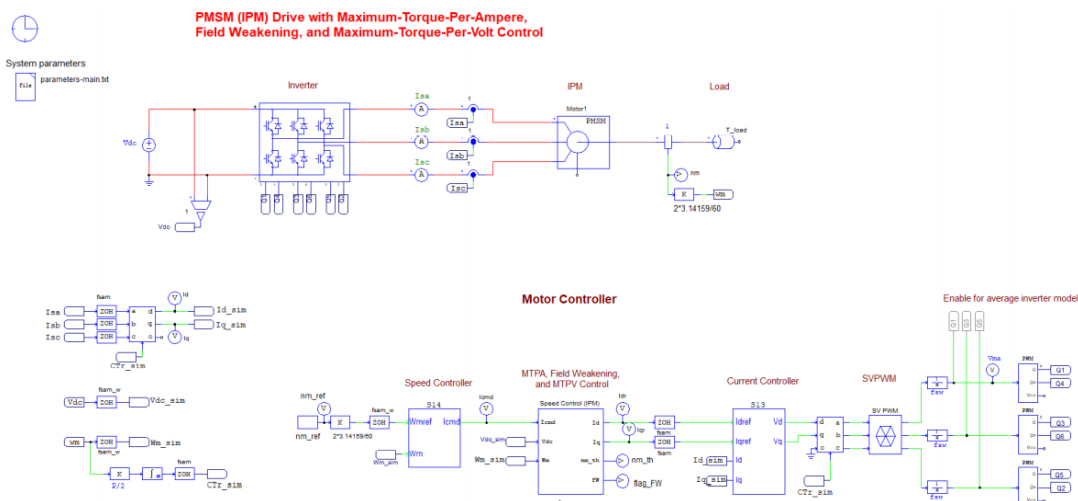
8 つのセンサー付きモーター・ドライブの設計テンプレートを以下に説明します。

4 つのセンサー・レス・モーター・ドライブの設計テンプレートは、モーターの速度と角度が TI の InstaSPIN ブロックを使用して推定されることを除いて、センサー付きのテンプレートと非常に似ているため、このチュートリアルでは説明いたしません。

### 2.1 PMSM(IPM) ドライブ・テンプレート

PMSM (IPM) ドライブ設計テンプレートは、MTPA、弱め界磁、MTPV 制御を含む高度な制御を備えたリニア IPM モーター・ドライブ・システムで構成されています。

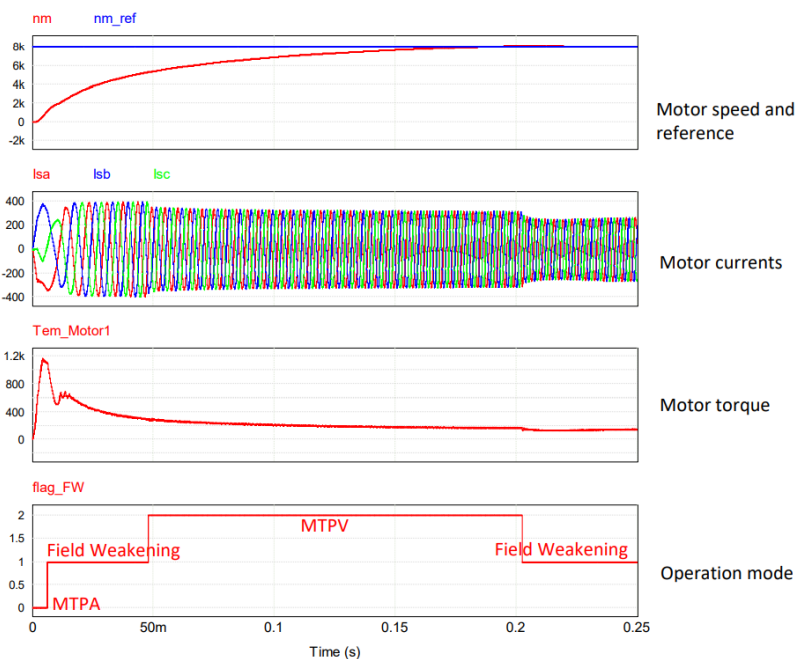
回路を以下に示します。



制御方式は dq フレームに実装されています。これは、d 軸と q 軸の電流ループと速度ループで構成されています。速度ループは電流基準を確立します。 IPM 制御ブロックは、電流基準およびその他の動作条件に基づいて、システムが MTPA 制御、弱め界磁制御、または MTPV 制御のいずれで動作しているかを判断し、それに応じて電流基準を調整します。電流ループは、PWM インバーターに電圧コマンドを提供します。直流バス電圧と機械的速度が与えられると、IPM 速度制御ブロックは基本速度  $nm\_th$  を計算します。基本速度  $nm\_th$  未満では、モーターは MTPA 制御で最大トルク領域で動作します。基本速度  $nm\_th$  を超えると、モーターは最大出力領域で動作し、弱め界磁制御が行われます。さらに、モーターの速度がさらに上がると、モーターのパラメーターと動作条件に応じて、モーターは MTPV 制御で動作し、出力を最大化します。電流ループと速度ループは、異なるサンプリング・レートを持つことができます。

PMSM (IPM) ドライブ設計テンプレートのシミュレーション結果を以下に示します。以下の波形は、MTPA 制御、弱め界磁制御、および MTPV 制御を備えた IPM ドライブ・システムの起動時の過渡状態を示しています。はっきりとわかるように、スタートから約 6 ミリ秒までは最大トルク領域で動作し、MTPA 制御を介してモーターに最大電流を供給します。6 ミリ秒から。約 48 ミリ秒まで、モーター速度が基本速度 1140rpm に達すると、ドライブは最大出力領域で動作し、弱め界磁制御が有効になります。48 ミリ秒から。モーター速度がさらに高いレベル (5280rpm を超える) に達すると、約 200 ミリ秒まで、ドライブ・システムは最大出力領域で動作しますが、MTPV 制御は有効になります。200 ミリ秒から 250 ミリ秒まで、モーターが定常状態 (8000rpm) に達すると、ドライブは MTPV 制御を終了し、通常の弱め界磁制御に戻ります。

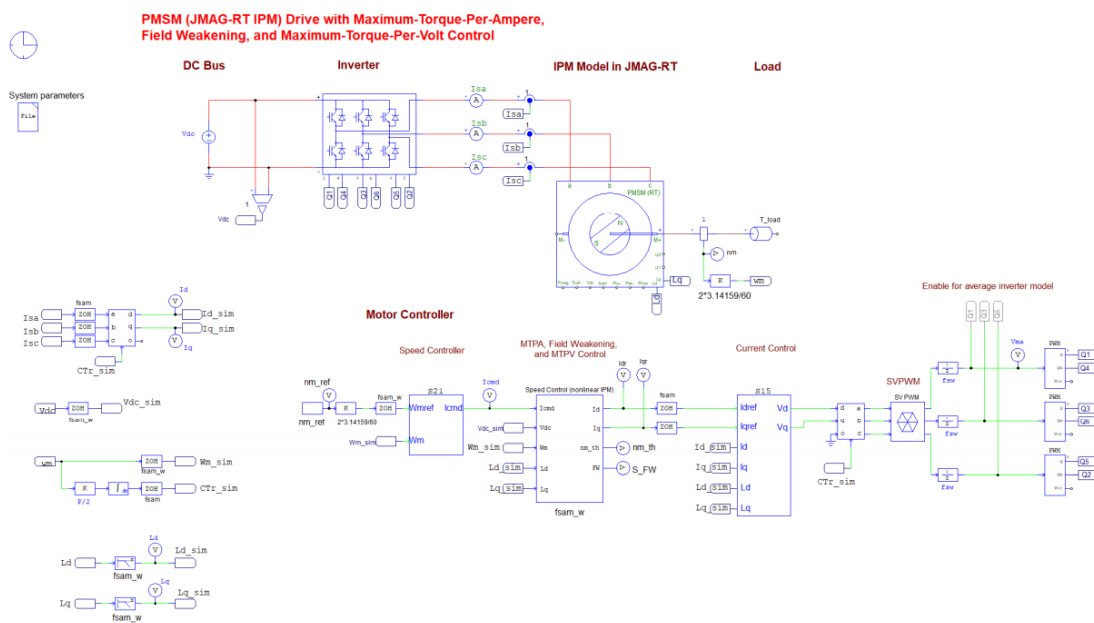




## 2.2 PMSM(IPM) ドライブ(JMAG-RT)テンプレート

PMSM (IPM) ドライブ (JMAG-RT) 設計テンプレートは、MTPA、弱め界磁、MTPV 制御を含む高度な制御を備えた非線形 IPM モーター・ドライブ・システムで構成されています。この場合、非線形 IPM モーターは JMAG-RT モデルでモデル化されます。非線形インダクタンス  $L_d$  と  $L_q$  があり、モーター電流によって変化します。JMAG-RT モデルは有限要素解析から導き出されたもので、実際のモーターと比較して非常に高いレベルの忠実度と精度を提供し、非線形効果（飽和、空間高調波など）が含まれています。

テンプレート回路を以下に示します。



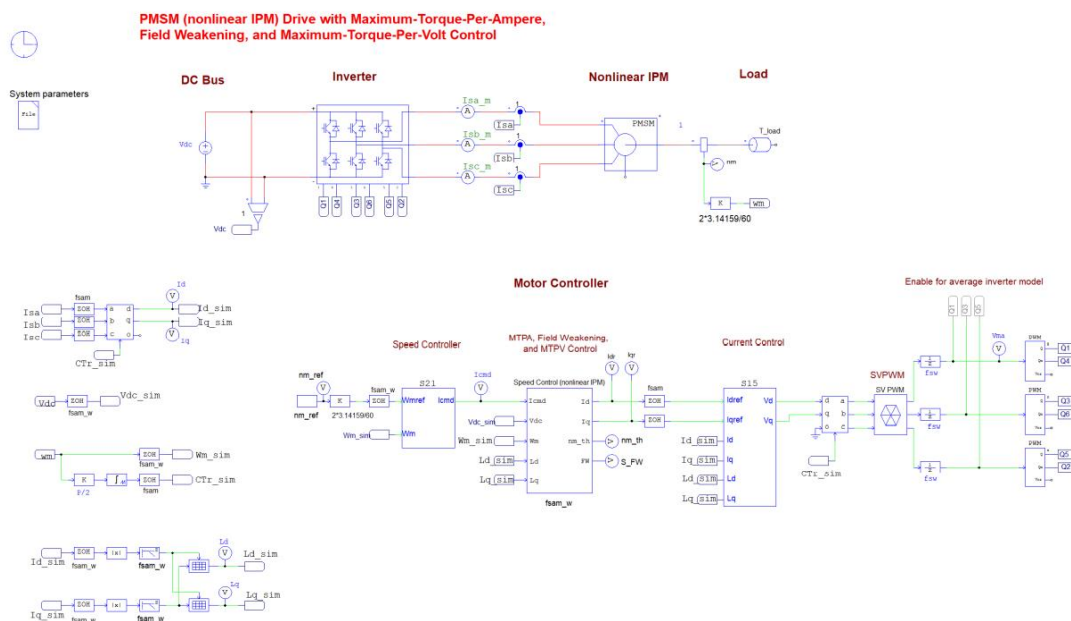
PMSM (IPM) ドライブ・テンプレートと同様に、制御動作は dq フレームに実装されます。これは、d 軸と q 軸の電流ループと速度ループで構成されています。速度ループは電流基準を確立します。IPM 速度制御ブロックは、電流基準およびその他の動作条件に基づいて、システムが MTPA 制御、弱め界磁制御、または MTPV 制御のいずれで動作しているかを判断し、それに応じて電流基準を調整します。電流ループは、PWM インバーターに電圧コマンドを提供します。直流バス電圧と機械的速度が与えられると、IPM 速度制御ブロックは基本速度  $nm\_th$  を計算します。基本速度  $nm\_th$  未満では、モーターは MTPA 制御で最大トルク領域で動作します。基本速度  $nm\_th$  を超えると、モーターは最大出力領域で動作し、弱め界磁制御が行われます。さらに、モーターの速度がさらに上がると、モーターのパラメーターと動作条件に応じて、モーターは MTPV 制御で動作し、出力を最大化します。

ただし、線形 PMSM 駆動システムとは異なり、このシステムのモーターは非線形であり、d 軸と q 軸のインダクタンスはモーター電流  $I_d$  と  $I_q$  の関数です。非線形インダクタンス  $L_d$  と  $L_q$  は、JMAG-RT モデルからリアルタイムで取得されて制御ブロックにフィードバックされます。このテンプレートには、デフォルトの JMAG-RT モデルファイル「10k\_S\_C\_I-ExpOnl.rtt」が与えられています。ユーザーは、PMSM RT ブロックをダブルクリックして、必要な JMAG-RT ファイルを選択します。

非線形マシンを含むコントローラーの設計は、特に困難な作業です。この困難な作業で、モーター制御設計スイートを使用して、このテンプレートを使用することで、 $L_d$  と  $L_q$  の 2 次元のルック・アップ・テーブルを準備する手間を省けるため、設計作業が、より簡便にすることが出来ます。

### 2.3 PMSM(非線形 IPM)ドライブ・テンプレート

PMSM (非線形 IPM) ドライブ設計テンプレートは、MTPA、弱め界磁、および MTPV 制御を含む高度な制御を備えた非線形 IPM モーター駆動システム(モーター・インダクタンス  $L_d, L_q$  モーター電流によって変化)で構成されます。回路を次に示します。



制御方式は PMSM (IPM) ドライブ (JMAG-RT) テンプレートに似ています。

ただし、PMSM (IPM) ドライブ (JMAG-RT) テンプレートとは異なり、このシステムのモーターは PSIM 非線形モーター・モデルであり、d 軸と q 軸のインダクタンスは 2 次元ルック・アップ・テーブルによって定義されます。これらのインダクタンスは、さまざまな制御ブロックにフィードバックされます。

デザイン・テンプレートを展開すると、2 つのデフォルトのルック・アップ・テーブル・ファイルが提供されます。独自のルック・アップ・テーブル・ファイルを使用するには、デフォルトのルック・アップ・テーブルを独自のルック・アップ・テーブルに置き換えるか、ルック・アップ・テーブル・ファイルを独自のファイルが配置されている場所に移します。

ルックアップテーブルファイルの場所を定義するには、たとえば、デザイン・スイート・テンプレート・インターフェースで、

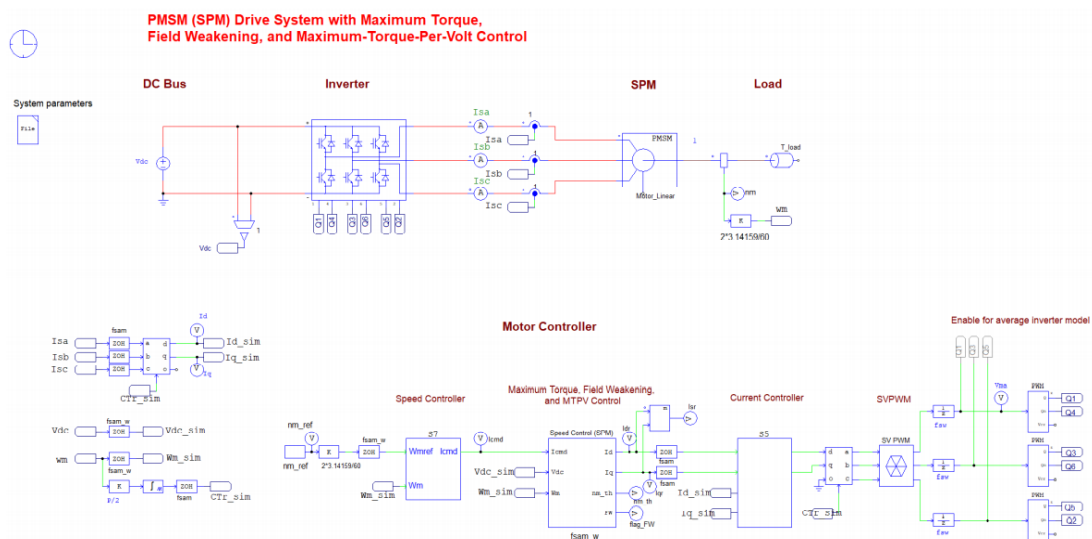
定義：

Ld Lookup Table	"temp1\Ld_Idq.tbl"	[The file is in the subfolder "temp1"]
Ld Lookup Table	"..\temp1\Ld_Idq.tbl"	[The file is in the folder "temp1" in parallel to the schematic file folder]
Ld Lookup Table	"c:\temp2\Ld_Idq.tbl"	[The file is in the folder "c:\temp2\tables"]

すべてのコントローラー・パラメーターは、適切な安定性マージンを使用してデザイン・スイートによって自動的に計算されます。電流ループと速度ループは、異なるサンプリング・レートを持つことができます。

## 2.4 PMSM(SPM)ドライブ・テンプレート

PMSM (SPM) ドライブ設計テンプレートは、弱め界磁と MTPV 制御を含む高度な制御を備えた線形 SPM モーター・ドライブ・システムで構成されています。回路を次に示します。



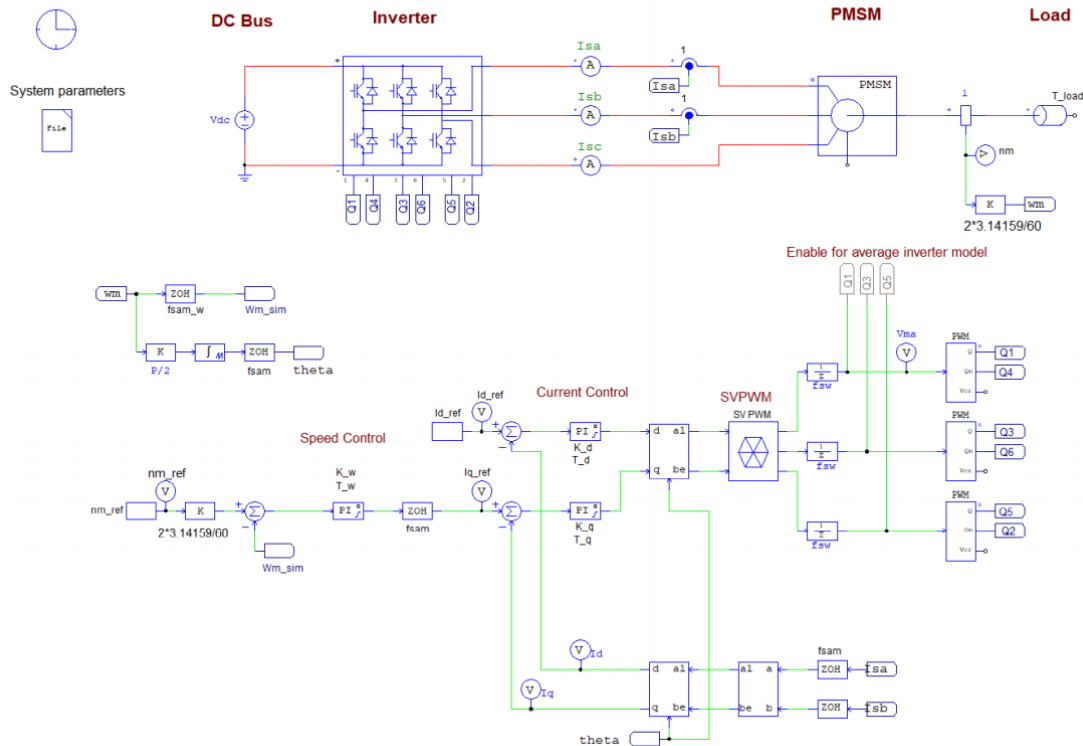
制御方式は dq フレームに実装されています。これは、d 軸と q 軸の電流ループと速度ループで構成されています。速度ループは電流基準を確立します。SPM コントローラは、現在のリファレンスおよびその他の動作条件に基づいて、システムが弱め界磁制御または MTPV 制御のどちらかで動作しているかを判断し、電流リファレンスを調整します。電流ループは、PWM インバーターに電圧コマンドを提供します。

直流バス電圧と機械的速度が与えられると、SPM 速度制御ブロックは基本速度  $nm\_th$  を計算します。基本速度  $nm\_th$  未満では、モーターは最大トルク領域で動作します。基本速度  $nm\_th$  を超えると、モーターは最大出力領域で動作し、弱め界磁制御が行われます。さらに、モーターの速度がさらに上がると、モーターのパラメーターと動作条件に応じて、モーターは MTPV 制御で動作し、出力を最大化します。

### 2.5 PMSM ドライブ・テンプレート

PMSM ドライブ設計テンプレートは、通常のフィールド指向制御を備えたリニア IPM または SPM モーター・ドライブ・システムで構成されています。テンプレート回路を次に示します。

PMSM Drive with Field-Oriented Control

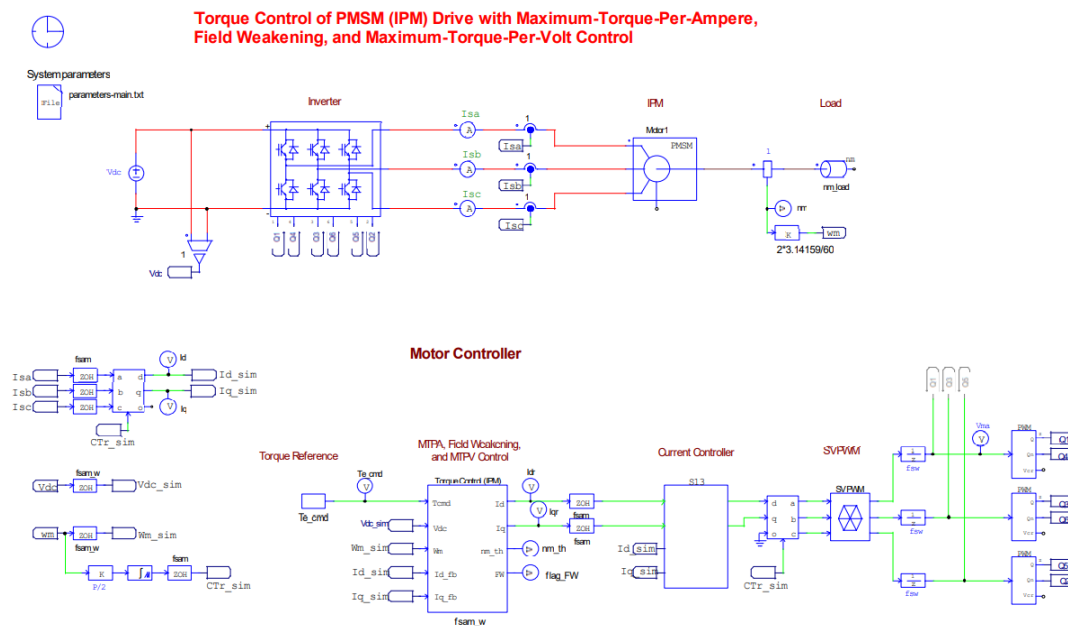


この制御構成は、多くのマイクロ・コントローラ・メーカーのアプリケーション・ノートに記載されています。電流  $I_a$  と  $I_b$  は、クラーク変換によってアルファ/ベータフレームに変換され、次にパーク変換によって DC 量  $I_d$  と  $I_q$  に変換されます。d 軸電流  $I_d$  の基準は通常 0 ですが、より高いトルク出力と弱め界磁の場合は 0 以外の値に設定する必要があります。q 軸電流  $I_q$  の基準は、外側の速度ループによって決定されます。

PMSM (IPM) ドライブ・テンプレート回路とは異なり、MTPA、弱め界磁制御、MTPV 制御などの高度な制御は実装されていません。セクション 2.1 から 2.3 で説明されているテンプレートを使用するか、独自の回路を追加して最大のドライブ能力を実現する必要があります。

2.6 PMSM(IPM) ドライブ(トルク制御)テンプレート

PMSM (IPM) ドライブ (トルク制御) 設計テンプレートは、MTPA、弱め界磁、MTPV 制御を含む高度な制御を備えたりニア IPM モーター・ドライブ・システムで構成されています。回路を次に示します。

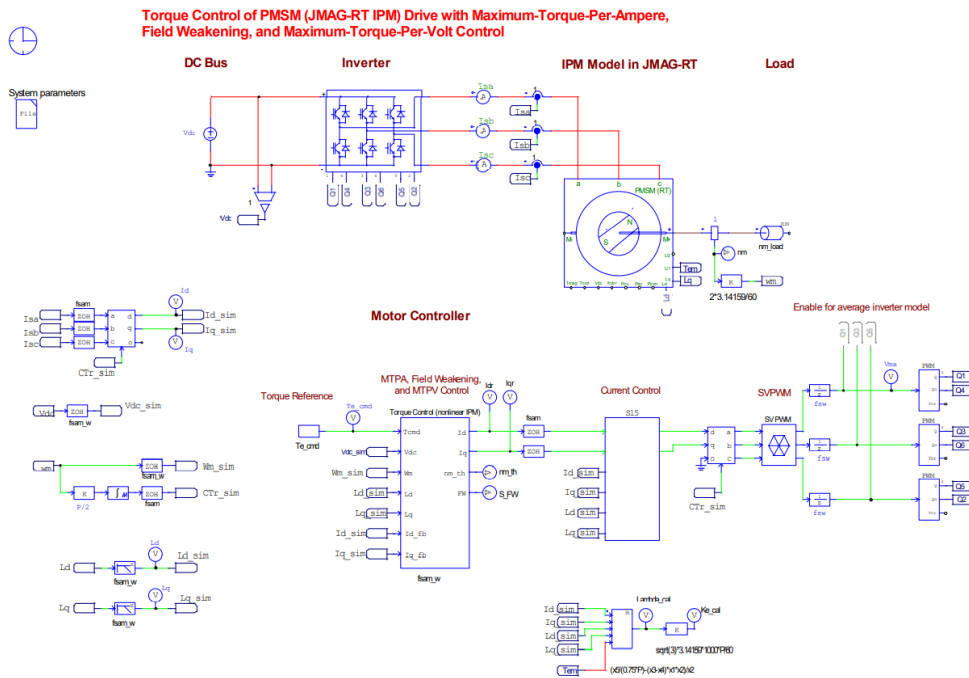


制御方式は、PMSM (IPM) ドライブ・テンプレートに似ています。

ただし、PMSM (IPM) ドライブ・テンプレートの電流/速度制御ループ構造とは異なり、このシステムは内部電流ループと外部トルク・ループで構成されています。トルク・ループは積分器コントローラーを使用し、トルク制御ブロック内にあります。トルク・ループは、d 軸および q 軸の電流ループの電流基準を確立します。トルク・ループのコントローラ・パラメータは、トルク・ループの遮断周波数  $f_{cr\_Te}$  と電力制限  $P_{max}$  が入力された後に自動的に計算されます。

### 2.7 PMSM(IPM)ドライブ(JMAG-RT)(トルク制御)テンプレート

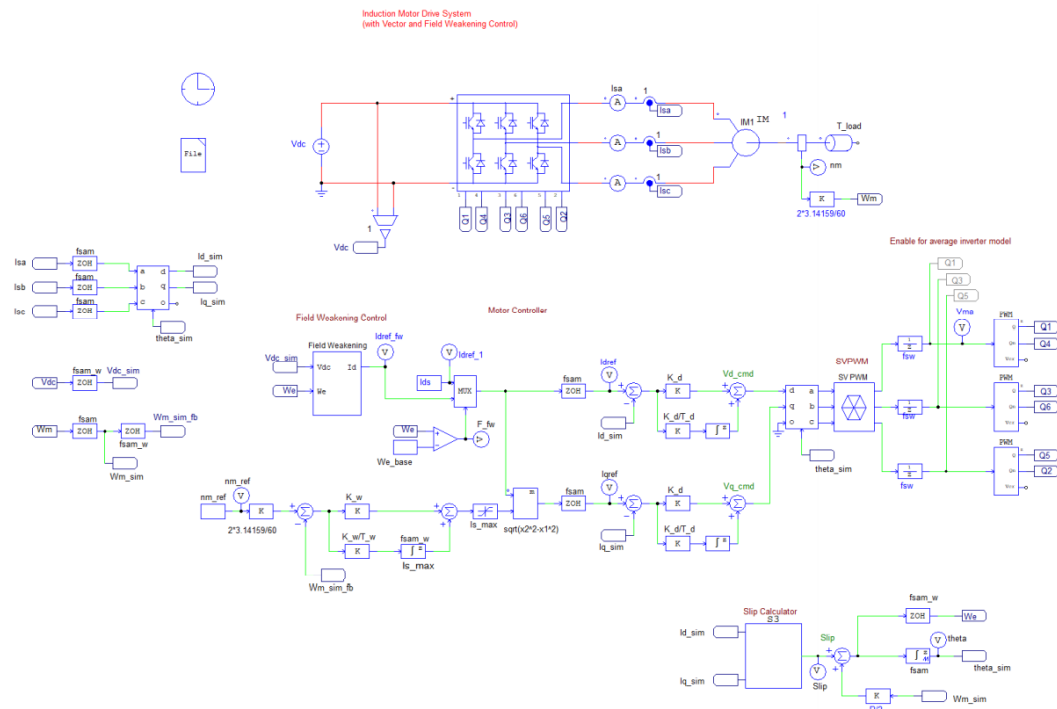
PMSM (IPM) ドライブ (JMAG-RT) (トルク制御) 設計テンプレートは、MTPA、弱め界磁、MTPV 制御を含む高度な制御を備えた非線形 IPM モーター・ドライブシステムで構成されています。この場合、非線形 IPM モーターは JMAG-RT モデルでモデル化されます。JMAG-RT モデルは有限要素解析から導き出されたもので、実際のモーターと比較して非常に高いレベルの忠実度と精度を提供し、非線形効果 (飽和、空間高調波など) が含まれています。



制御方式は、PMSM (IPM) ドライブ (トルク制御) テンプレートに似ています。

## 2.8 誘導モーター・ドライブ・テンプレート

誘導モーター・ドライブの設計テンプレートは、ベクトル制御と弱め界磁制御を備えた誘導電動機駆動システムで構成されています。テンプレート回路を以下に示します。



制御方式は dq フレーム内にあり、制御回路は d 軸と q 軸の電流ループと速度ループで構成されています。スリップ計算機は、モーターのスリップ周波数を計算します。電流ループと速度ループ

プは、異なるサンプリング・レートを持つことができます。

直流バス電圧とステータ周波数に基づいて、弱め界磁制御ブロックが d 軸基準を計算し、定電力動作を実現します。このリファレンスは、ステータ周波数がしきい値周波数  $We\_base$  を超えている場合に使用されます。ステータ周波数がしきい値周波数よりも低い場合、計算された基準 IDs を使用して定トルク動作を実現します。

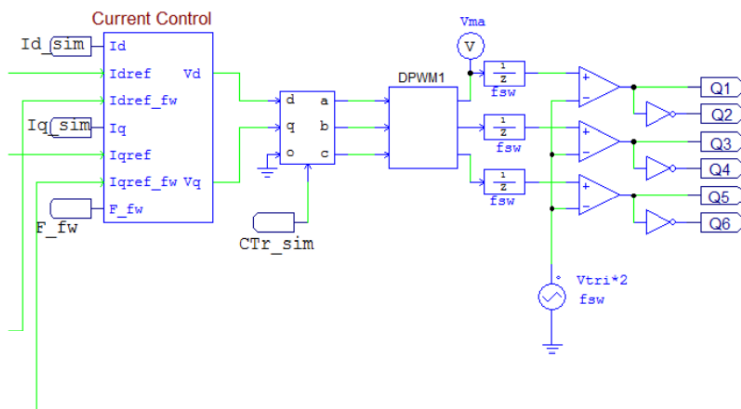
モーター制御設計スイートの大きな利点の 1 つは、モーターの最大電流  $I_{smax}$ 、d 軸基準  $I_d$  (最大トルク出力用)、およびしきい値固定子周波数  $We\_base$  が自動的に計算され、システムの最適な動作を保証することです。

### 3.付加オプション

テンプレート回路が作成された後、他の分析のために回路を変更できます。制御構造が同じである限り、モーター・コントロール・デザイン・スイートによって設計されたコントローラーは有効なままである必要があります。

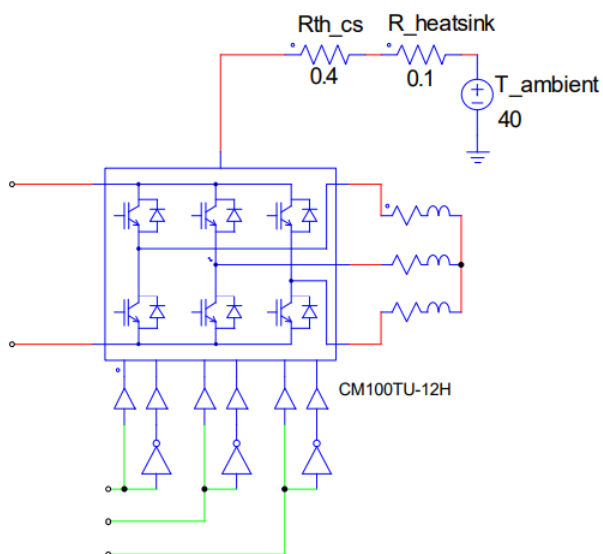
行うことができる変更には、次のものがあります。

- ・ レベル 2 IGBT / MOSFET モデルのディスクリート・スイッチを使用して、インバータをモデル化し、インバータのスイッチング効果を評価することができます。
- ・ 不連続 PWM ブロック DPWM1、DPWMMIN、および DPWMMAX は、スイッチング損失の点で従来の SPWM および SVPWM 方式よりも効率的です。以下に示すように、空間ベクトル PWM ブロックを前述の 3 つのオプションのいずれかに置き換えることができます。

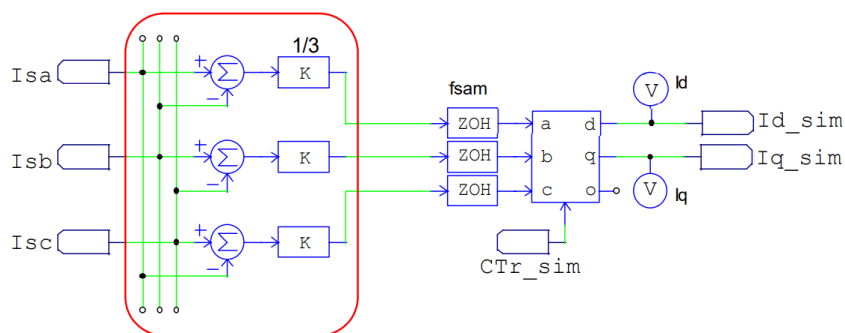


次に示すように、インバータをサーマル・モジュールのインバータ・モジュールと交換することにより、デバイスのスイッチング損失と接合部温度を評価できます。



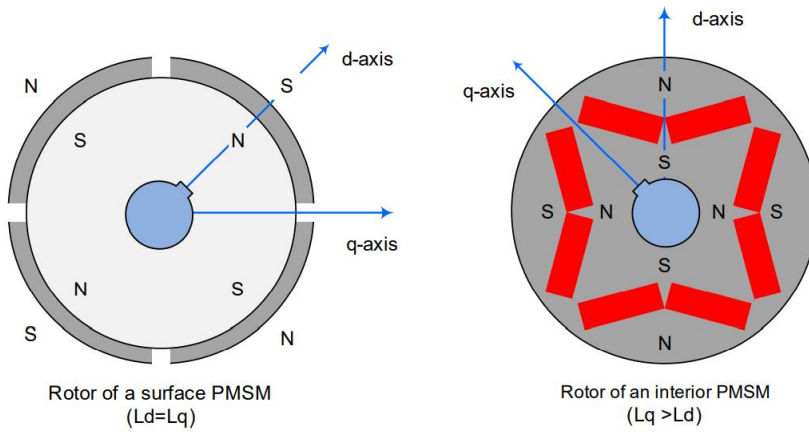


モーター制御設計スイーの AC モーターは、すべて Y 接続モーターです。Δ 接続モーターを使用する場合、検出されたモーターライン電流は、以下に示す強調表示された回路を使用して相電流に変換する必要があります。



**追加**

下の図は、表面磁石（SPM）（左）と内部磁石（IPM）（右）を使用した永久磁石同期モーターの断面図を示しています。



**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 2021 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](mailto:sales@myway.co.jp)

---