

Application Note

MOTORSTUDIO 入門



Dhinesh Kumar Shanmugam

概要

MCF83xx は、プログラミング不要の TI 製センサレス FOC アルゴリズムベース BLDC モータードライバ製品であり、BLDC モーター駆動のさまざまなアプリケーション要件に対応する多数の機能を搭載しています。MotorStudio は、開発ユーザーが特定のアプリケーションに合わせてデバイス機能を構成するのに役立つグラフィカル ユーザー インターフェイス ツールです。このドキュメントには MotorStudio を使用して TI の MCF83xx 製品ラインアップを使用して特定の BLDC モーターを評価するためのガイドが含まれています。

このドキュメントは、以下のすべてのデバイス (このドキュメントでは MCF83xx デバイスと呼びます) に適用されます。

- MCF8315A
- MCF8315C
- MCF8315C-Q1
- MCF8316A
- MCF8316C
- MCF8316C-Q1
- MCF8315D
- MCF8316D
- MCF8329A
- MCF8329A-Q1
- MCF8329HS
- MCF8329HS-Q1

目次

1 はじめに.....	3
2 システム要件.....	3
3 MOTORSTUDIO GUI のインストール.....	3
4 MOTORSTUDIO を使用してモーターを実行するための前提条件.....	3
5 MOTORSTUDIO 入門.....	4
5.1 ホーム.....	5
5.2 SmartTune.....	6
5.3 最適化ウィザード.....	6
5.4 モーター パラメータ抽出ツール (MPET).....	7
5.5 閉ループ調整.....	7
5.6 高度なチューニング.....	8
5.7 レジスタ マップ.....	9
5.7.1 レジスタ読み出し.....	11
5.8 コントロール ユーティリティ.....	11
5.8.1 制御.....	11
5.8.2 フォルト.....	13
5.8.3 グラフ.....	14
5.8.4 ログ.....	15
5.9 その他のユーティリティ.....	16
5.9.1 スクリプト作成支援ツール.....	16
5.9.2 調整ファイルの比較ツール.....	18
6 モーターの回転.....	19

6.1 MCF83xx と GUI の接続.....	19
6.2 SmartTune の実行.....	20
6.3 電流および速度レギュレーションの改善.....	24
6.4 閉ループへの正常な起動のテスト.....	27
7 まとめ.....	29
8 参考資料.....	29
9 改訂履歴.....	30

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

MotorStudio は、ブラシレス DC (BLDC) モーター ドライバの調整プロセスを簡素化する、直感的に使用できるグラフィカル ユーザー インターフェイス (GUI) であり、デバイスの評価および製品開発にかかる時間を短縮します。この GUI を使用すると、モーターを効率的に起動し、モーター動作のさまざまなステージを最適化して、最適なモーター性能、安定したモーター起動、最小のノイズを簡単に実現することができます。このガイドでは、MotorStudio GUI に搭載されている機能を利用して、MCF83xx BLDC コントローラから BLDC モーターを調整する手順を紹介します。

注

本書は、MotorStudio 初心者専用にかかれた入門ガイドです。MCF83xx パラメータの調整に関するガイダンスは含まれていません。

2 システム要件

以下のリストに、MotorStudio GUI アプリケーション ソフトウェアの最小推奨システム要件を示します。

- Intel® Core i3 プロセッサ (または同等品) 以上を搭載した PC
- Windows™ 10 (64 ビット) 以降
- 4GB RAM
- ディスプレイ解像度の最小要件 - SVGA (800 × 600)、推奨 - XGA (1024 × 768) 以上
- ハードディスク空き容量 - 500MB
- USB ポート

3 MOTORSTUDIO GUI のインストール

MotorStudio GUI PC ソフトウェアのインストール セットアップ ファイルを www.ti.com から PC のローカルドライブにダウンロードします。MotorStudio のインストール ファイルを実行し、画面に表示される指示に従ってソフトウェアのインストール プロセスを完了します。

注

MotorStudio のインストール中に「Error while installing VCP driver」(VCP ドライバのインストール中にエラーが発生しました) というエラー メッセージが表示される場合は、[E2E の FAQ](#) に記載されている解決手順を参照してください。

4 MOTORSTUDIO を使用してモーターを実行するための前提条件

表 4-1. MOTORSTUDIO を使用するための前提条件

シリアル番号	要件
1	MOTORSTUDIO がインストールされたラップトップ
3	MCF8329HS/29A/16A/16C/16D/15A/15C/15D 評価基板
4	BLDC モーター
5	DC 電源
6	USB ケーブル
7	配線を接続します

調整プロセスの次のステップに進む前に、[表 4-2](#) に示されているモーターに関連する具体的なパラメータを記録してください。

表 4-2. モーター パラメータ必須

シリアル番号	必須パラメータ
1	システム入力電圧 (V)
2	最大モーター速度 (RPM/Hz)
3	定格モータ相ピーク電流 (A)

5 MOTORSTUDIO 入門

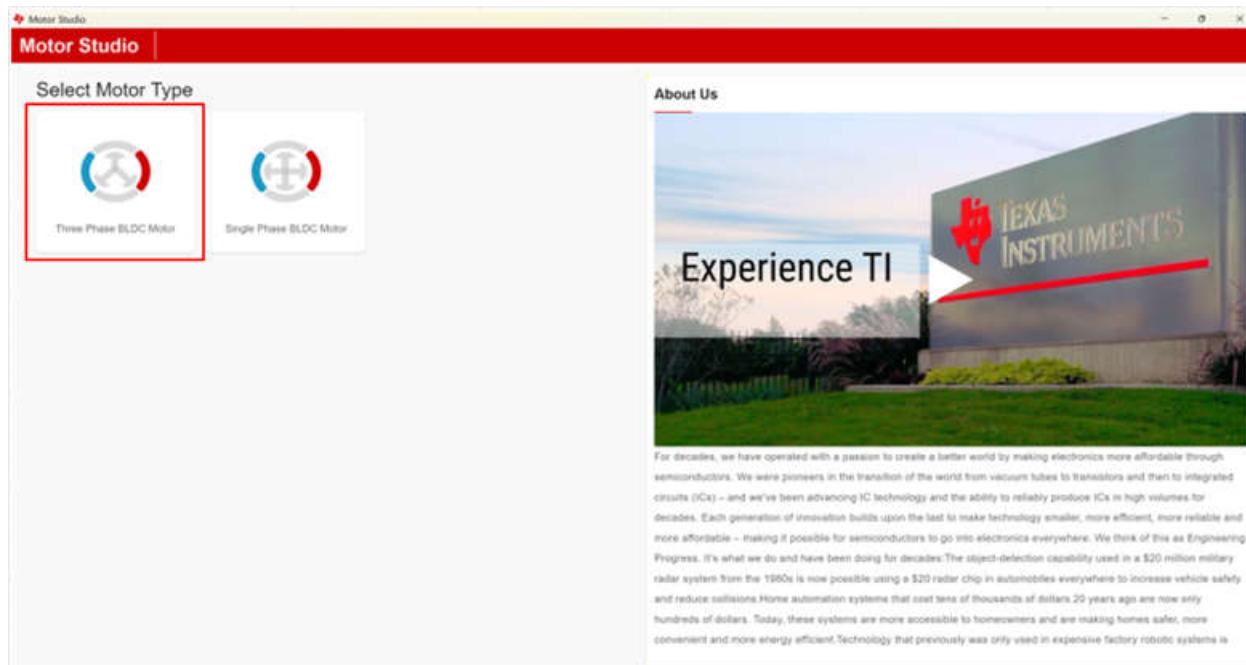


図 5-1. MotorStudio のランディング ページ

MotorStudio GUI は、TI の 3 相統合型センサレス フィールド指向制御 (FOC) BLDC モーター ドライバと単相モーター ドライバの各製品をサポートするよう設計されています。MotorStudio のランディング ページで、MCF83xx 製品構成の場合は「Three-phase BLDC motor」(3 相 BLDC モーター)、MCxx 製品構成の場合は「Single-phase BLDC motor」(単相 BLDC モーター) を選択します。

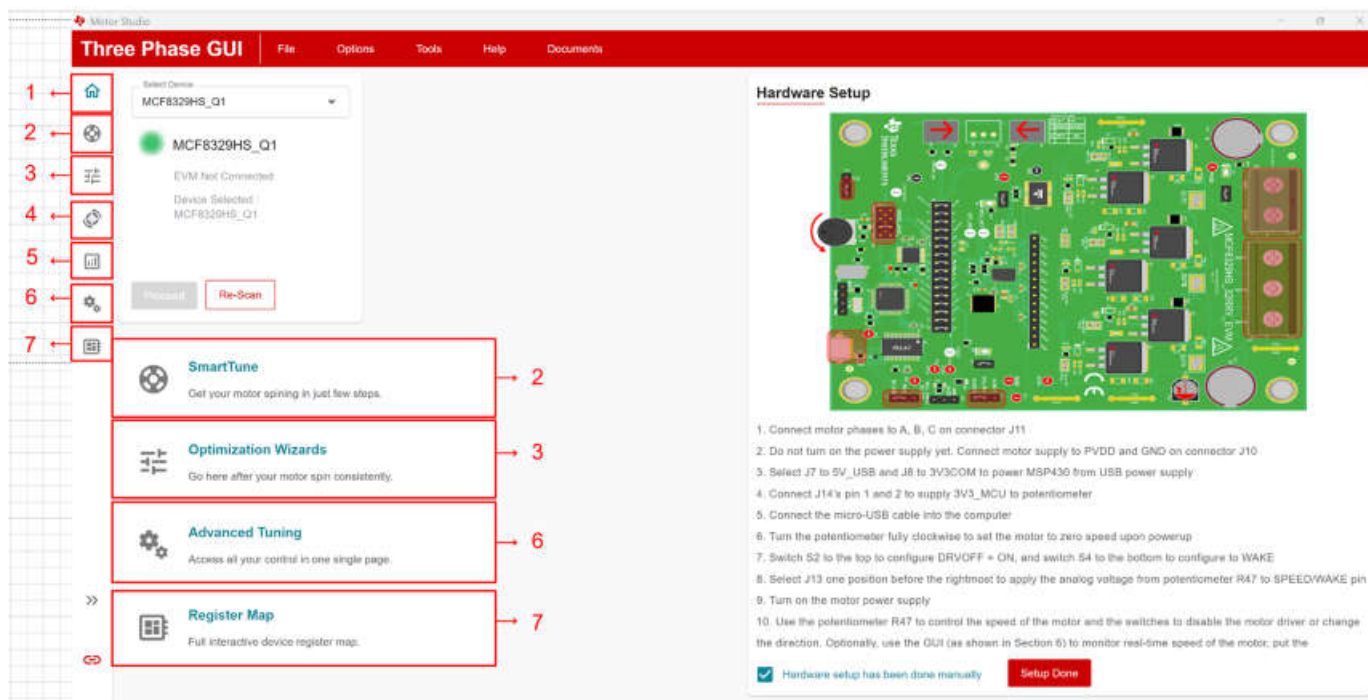


図 5-2. ホーム ページ

MotorStudio の GUI には、デバイスレジスタの構成にアクセスするための複数のユーティリティとオプションがあります。各オプションについては、次のセクションで簡単に説明します。

注

1. ホーム ページ
2. **SmartTune** セクション 5.2
3. 最適化ウィザード
4. モーター パラメータ抽出ツール (MPET)
5. 閉ループ調整
6. 高度な調整
7. レジスタ マップ

5.1 ホーム

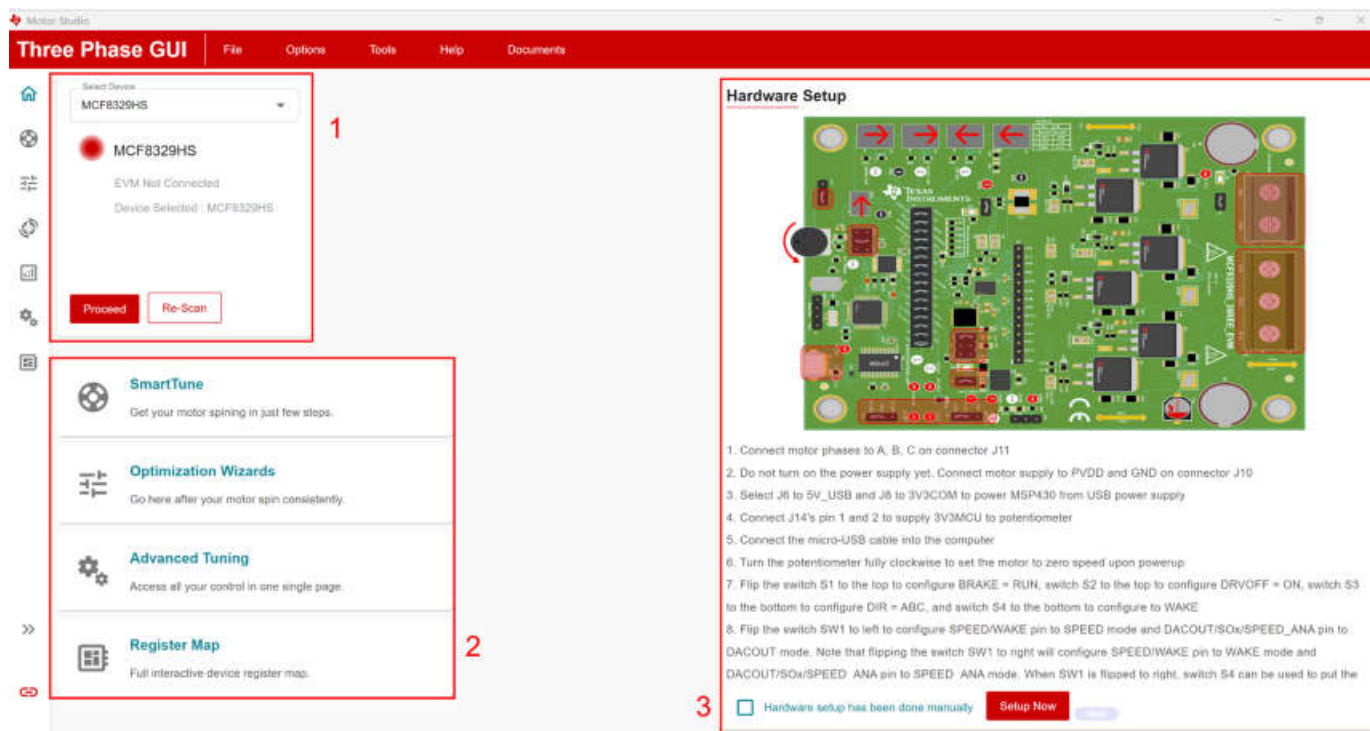


図 5-3. ホーム

ホーム ページでは、以下の機能を利用できます。

1. 接続されているデバイスの型番と接続ステータスの表示。
接続ステータス インジケータ:
 - 緑: GUI とのデバイス接続が成功
 - 赤: 接続が失敗 (「Rescan」(再スキャン) ボタンを選択して接続を更新してください)
 - 「Proceed」(続行) ボタンを選択すると、デバイスと GUI との接続を確認できます
 - ドロップダウン メニューからデバイスを選択して「Proceed」(続行) ボタンを選択し、デバイスのレジスタ設定をオフラインで表示することもできます
2. GUI で利用できるさまざまなツールを操作するためのクイック アクセス ボタン。
3. 評価基板ハードウェアの設定および接続の詳細の表示。これは、開発ユーザーが評価基板のジャンパ設定と接続が正しいことを確認するためのクイック リファレンスとして使用できます。

評価基板を MotorStudio に接続する詳細な手順については、「[MCF83xx と GUI の接続](#)」を参照してください

5.2 SmartTune

SmartTune は、TI の MotorStudio GUI に統合されているインテリジェントな自動構成ツールです。SmartTune を利用すると、TI の 3 相センサレス FOC (フィールド指向制御) モーター ドライバを使用する BLDC モーターの調整プロセスが簡素化および自動化されます。必要な入力値はモーター定格電圧、定格電流、定格速度、シャント抵抗値の 4 つのみなので、数分でモーターを構成して動作させることができます。SmartTune の実行手順の詳細については、「[SmartTune の実行](#)」の章を参照してください。

5.3 最適化ウィザード

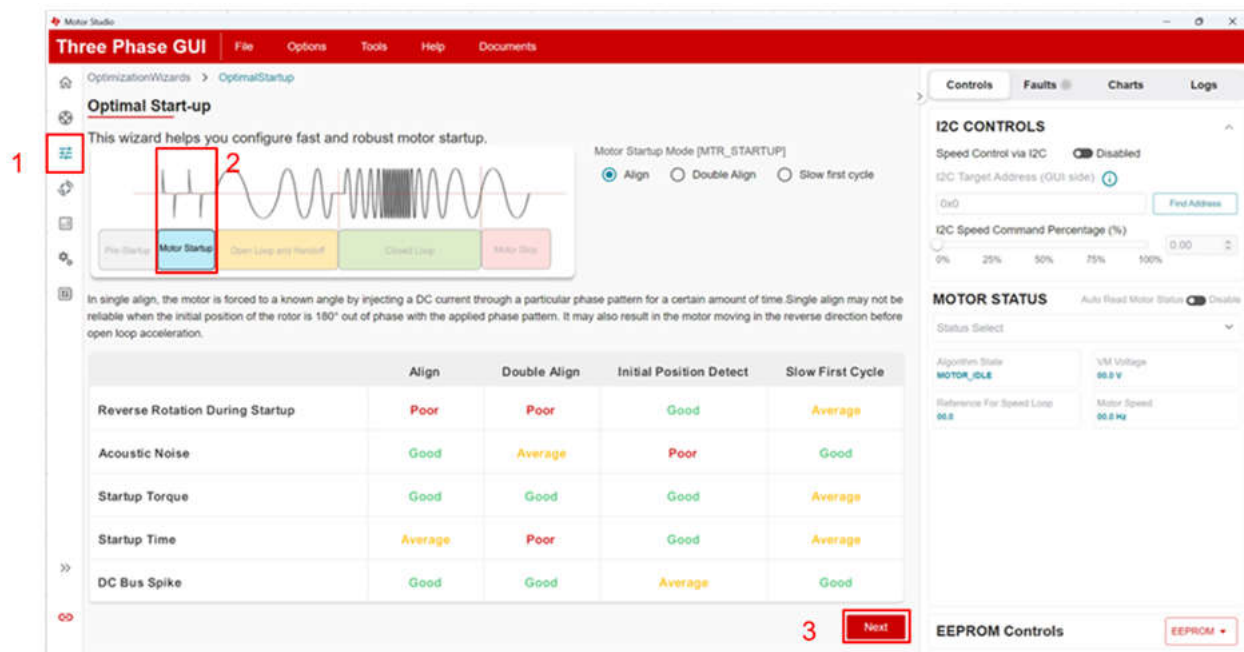


図 5-4. 最適化ウィザード

このページでは、モーターの動作ステージに基づいてデバイス構成にアクセスできます。詳細な説明も記載されています。ページ上部の図に、モーター センサレス FOC 動作のさまざまなステージが示されています。ユーザーは、これらのステージのいずれかを選択して、特定のステージに関連するパラメータにアクセスできます。

例えば、図の「Motor Startup」(モーター起動) セクションを選択すると、モーター起動に関連する設定が表示され、簡単にアクセスしたり、構成したりすることができます。

5.4 モーター パラメータ抽出ツール (MPET)

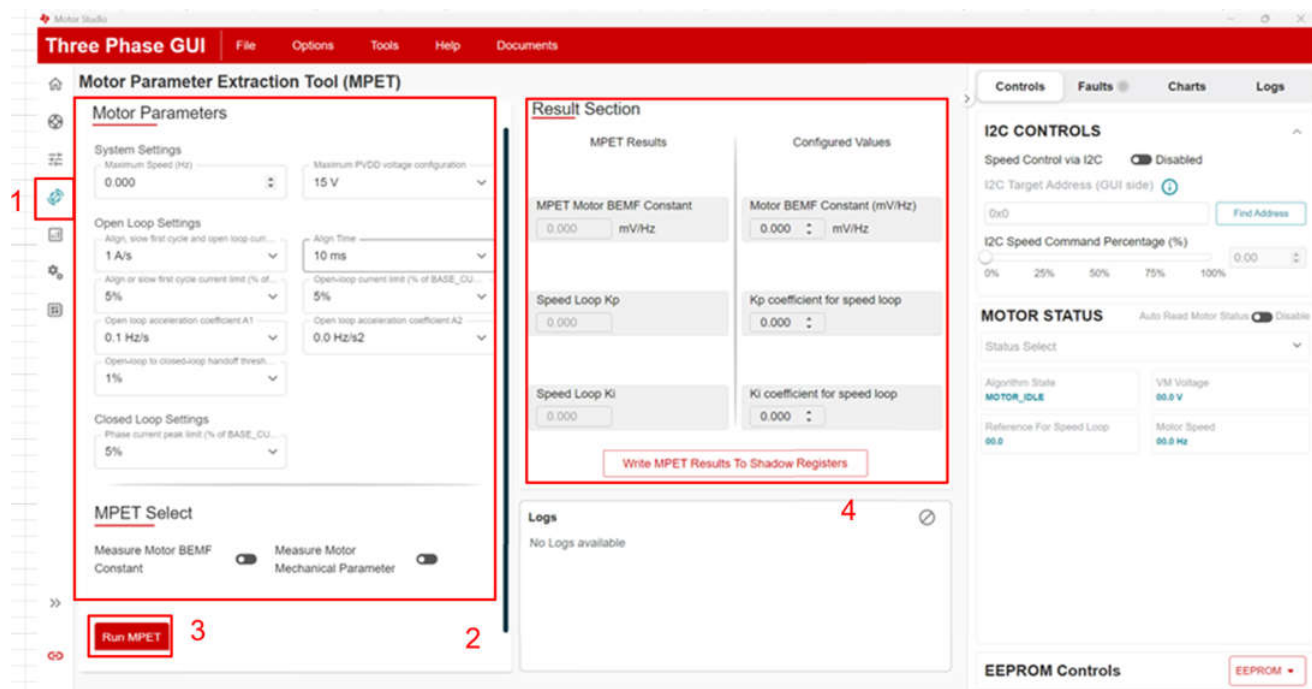


図 5-5. モーター パラメータ抽出ツール (MPET)

モーター パラメータ抽出ツール (MPET) は、相抵抗、相インダクタンス、BEMF 定数、速度ループ係数 (Kp および Ki) を含む、モーターの電氣的パラメータの特定に役立つデバイス アルゴリズム機能です。

MPET を実行するには、MPET ページの「モーター パラメータ」セクションに記載されているモーター起動パラメータを設定する必要があります。

MCF8329x デバイスの場合、MPET を実行する前に以下の構成を確立する必要があります。

i) シャント抵抗値に基づくベース電流と CSA ゲイン パラメータ

ii) モーターの相抵抗と相インダクタンス

ユーザーは、「MPET Select」(MPET 選択) の下にあるオプションを選択することで、MPET 動作中に測定するパラメータを選択できます。

「Run MPET」(MPET を実行) コマンド ボタンをクリックして、モーター パラメータの測定を開始します。

MPET の実行が正常に終了すると、測定されたパラメータが「MPET Result」(MPET の結果) セクションに表示されます。「Write MPET Result To Shadow Registers」(MPET 結果をシャドウ レジスタに書き込む) ボタンを選択すると、測定されたモーター パラメータをデバイス レジスタに転送できます。

注

MPET は、SmartTune 機能のサブセットです。TI では、モーター パラメータの識別に SmartTune ツールの使用を推奨しています。

5.5 閉ループ調整

SmartTune を使用すると、電流および速度ループの Kp および Ki 係数など、基本的な調整構成を利用できます。これらの係数を手動で調整する場合は、「Closed Loop Tuning」(閉ループ調整) ページに、これらのループ係数を調整するオプションがあります。速度および電流ループ係数を調整する詳細な手順については、「[電流および速度レギュレーションの改善](#)」を参照してください

5.6 高度なチューニング

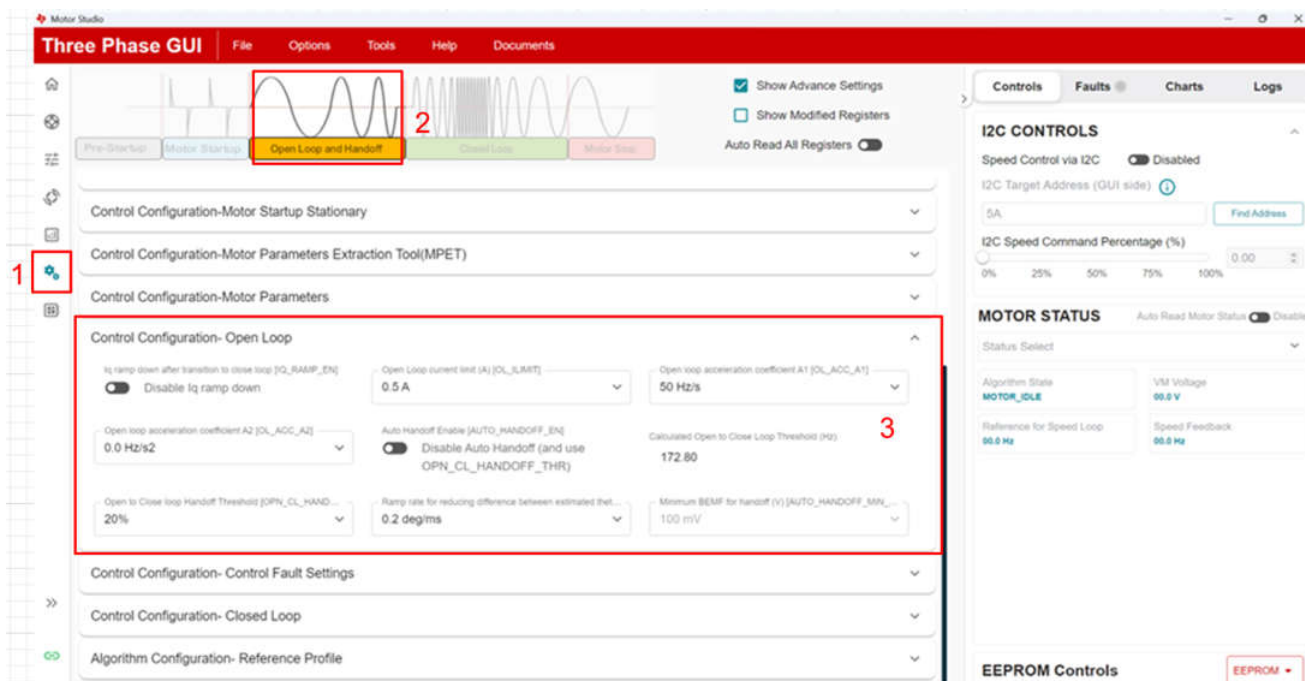


図 5-6. 高度なチューニング

このページでは、最適化ウィザードと同様に、モーターの動作ステージごとに分類されたさまざまな設定項目を選択して切り替えることができます。上記の図でモーターの動作ステージを選択すると、GUI で対応する構成タブが開き、アクセスできるようになります。

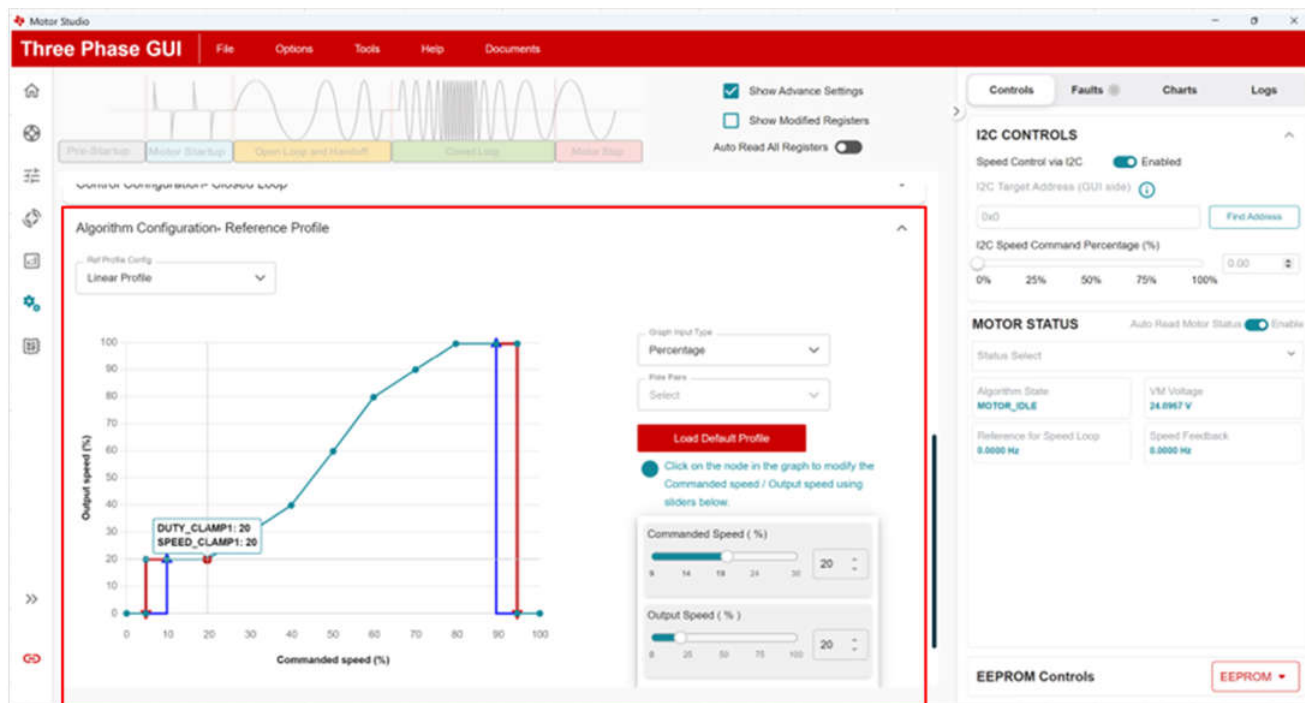


図 5-7. リファレンス プロファイル

「Advanced Tuning」(高度な調整) ページには、参照プロファイルをグラフィカルに設定するオプションもあります。

1. 「Ref Profile Config」(リファレンス プロファイル構成) ドロップダウン メニューから、リファレンス プロファイルのオプションである「Linear mode」(リニア モード)、「Staircase mode」(ステアケース モード)、「Forward/Reverse mode」(フォワード/リバース モード) のいずれかを選択できます。
2. リファレンス プロファイル グラフは、さまざまな単位 (パーセンテージ、RPM、および Hz) でプロットできます。RPM を使用したリファレンス プロファイルをプロットするには、モーターの極数を選択する必要があります。
3. 「Load Default Profile」(デフォルト プロファイルのロード) を選択すると、デフォルトのグラフがロードされます。プロファイル座標はドラッグアンドドロップで変更できます。
4. 「Command Speed (%)」(コマンド速度 (%)) および「Output Speed (%)」(出力速度 (%)) スライダーを使用して、座標の 1 つを選択して値を調整し、プロファイルを変更することもできます。
5. 目的の座標を選択し、目的の位置に移動してドロップすることで、速度デューティ座標を調整できます。

5.7 レジスタ マップ

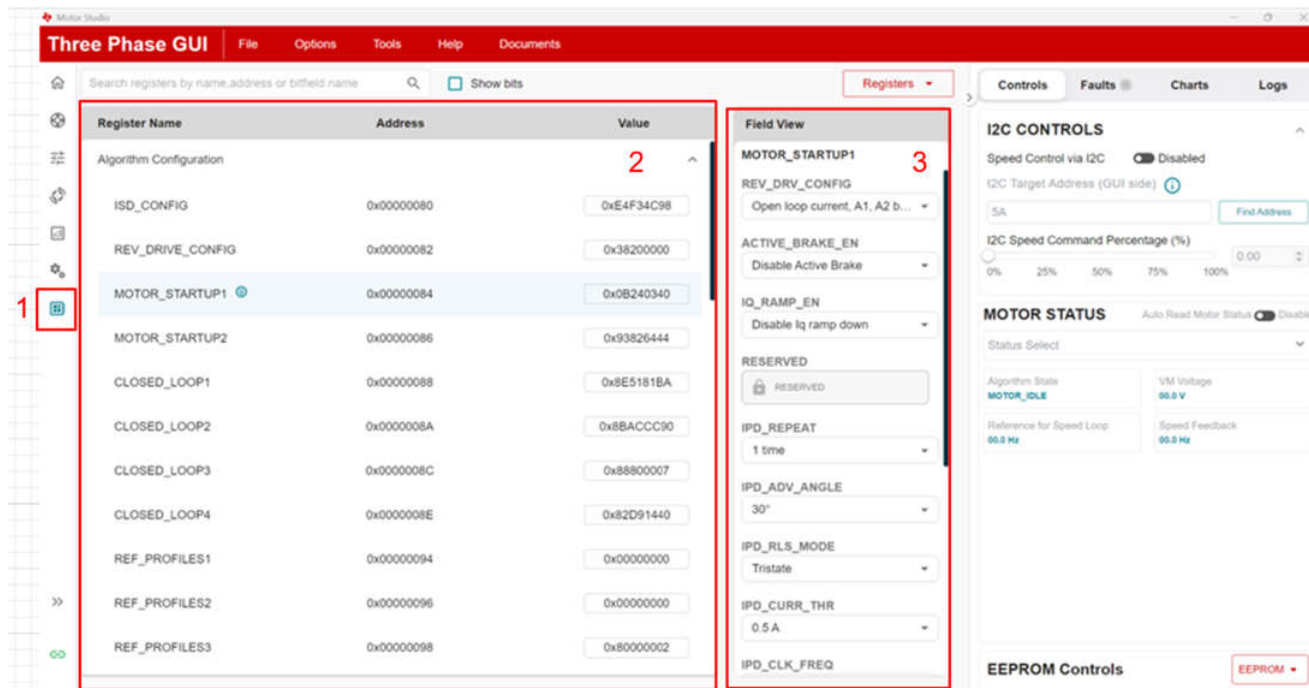


図 5-8. レジスタ マップ

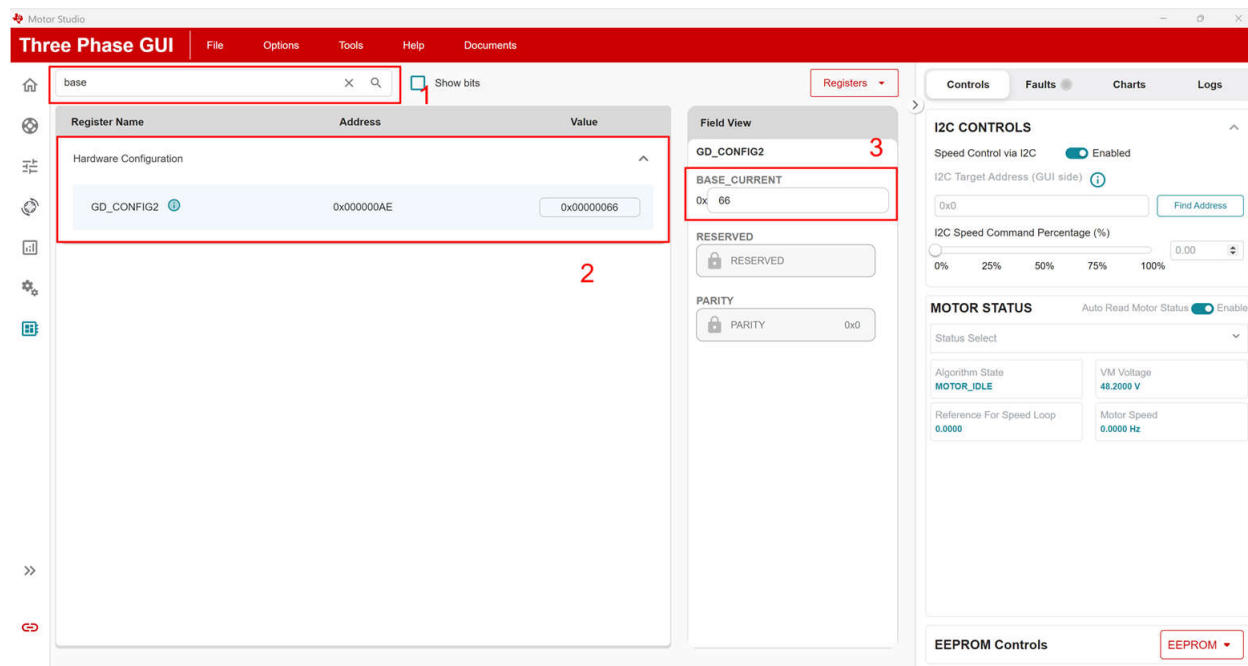


図 5-9. レジスタ マップ - 検索ウィンドウ

このページには、すべてのデバイス レジスタ設定が、レジスタ名、アドレス、データとともに表示されます。右側のフィールドビューには、選択したレジスタに対応するビット フィールドが表示されます。

上部にある検索テキスト ボックスに、レジスタ名、レジスタ アドレス、またはレジスタのビット フィールド名を直接入力することにより、レジスタまたはレジスタのビット フィールドを見つけることができます。

例: キーワード「base」を検索すると、「base」キーワードを含むすべてのレジスタとビット フィールド名が一覧表示されます。

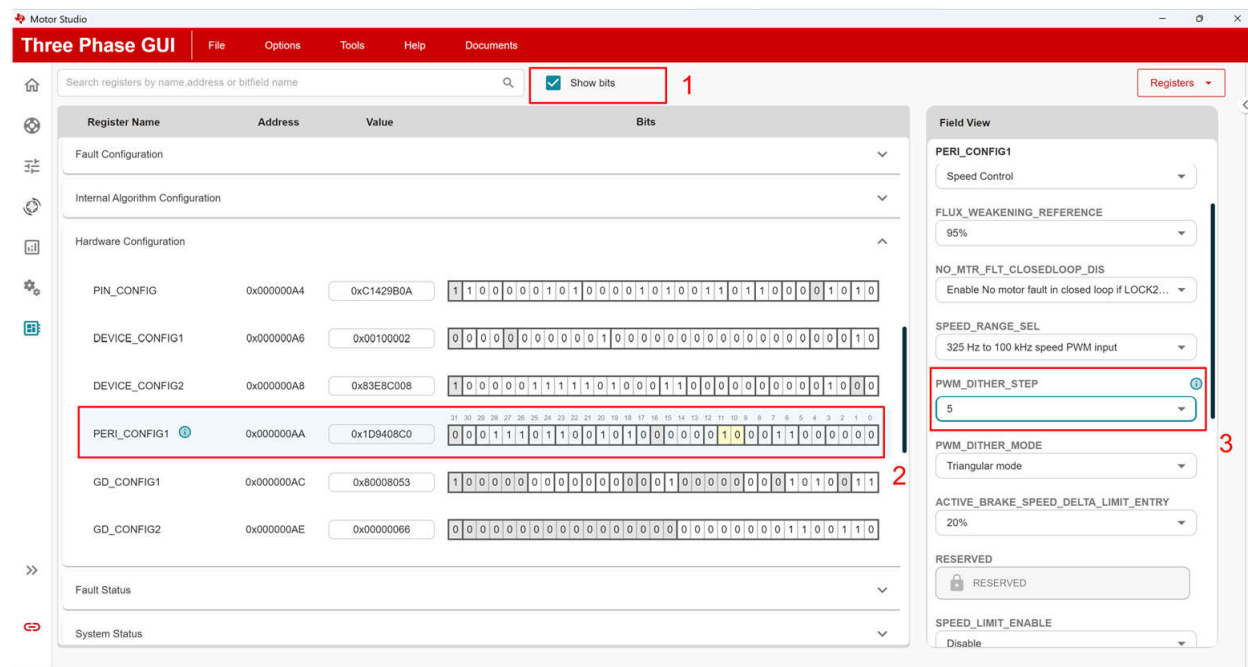


図 5-10. レジスタ マップ - ビットの表示

「Show bits」(ビットの表示) 機能を使用すると、レジスタのビット フィールドを簡単に操作できます。

「Field View」(フィールドビュー) タブで特定のビットフィールドを選択すると、ビットマップ ウィンドウでその特定のビットフィールドが強調表示されます。また、ビット マップで特定のビット フィールドを選択すると、対応するビット フィールドが「Field View」(フィールドビュー) で強調表示されます。

5.7.1 レジスタ読み出し

「Read All」(すべて読み取り) または「Read Selected」(選択項目を読み取り) を選択すると、デバイスの最新のレジスタ値を使用して MotorStudio を更新できます。

「Read All」(すべて読み取り) を選択すると、デバイスのシャドウ メモリからすべてのレジスタ内容が読み取られ、MotorStudio 画面でこれらの値が更新されます。

「Read Selected Register」(選択したレジスタの読み取り) を使用すると、読み取りコマンドの実行中に選択したレジスタのみが更新されます。

5.8 コントロール ユーティリティ

5.8.1 制御

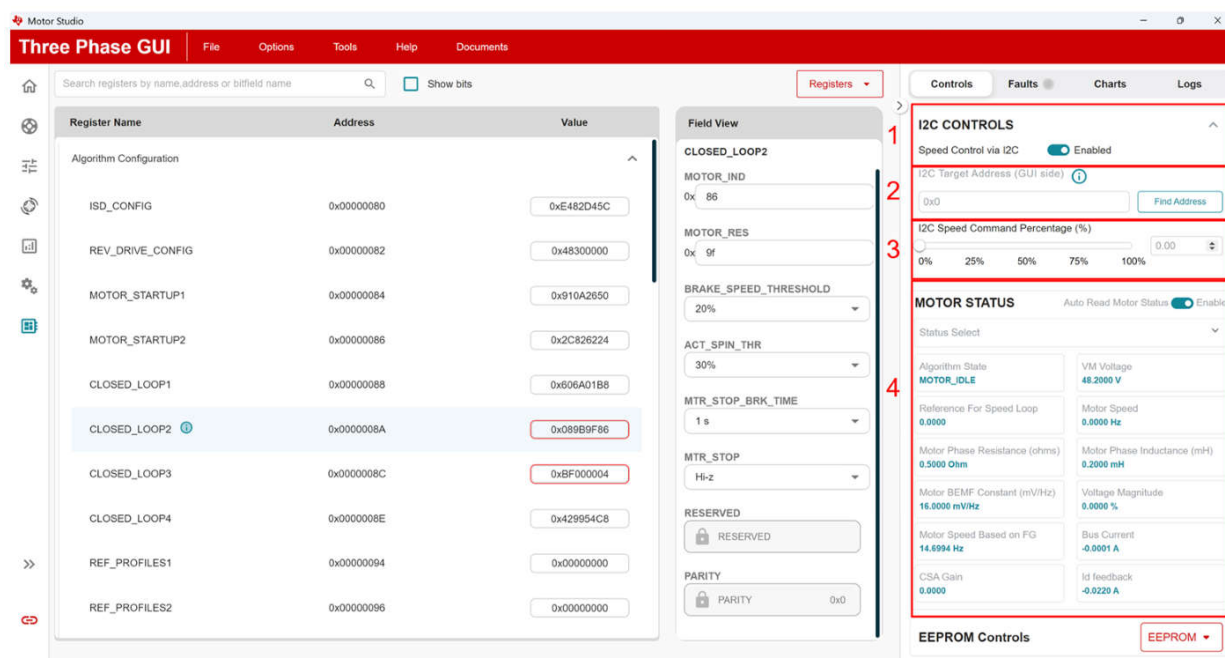


図 5-11. 内部統制

1. 「Speed control via I2C」(I2C による速度制御): I2C インターフェイスを使ってモーター速度を指示するには、このオプションを有効化します。
2. 接続されているデバイスの I2C アドレスを表示します。
3. 「I2C speed command percentage (%)」(I2C 速度コマンド パーセンテージ (%)) スライダーを使用するか、スライダーの隣にあるテキスト ボックスに速度パーセンテージの数値を直接入力することで、速度コマンドのパーセンテージを設定できます。
4. 「Auto read Motor Status」(モーター ステータスの自動読み取り) を有効にして、ステータス変数を確認します。「Motor Status」(モーター ステータス) セクションにあるドロップダウン ボタンを使用して、ステータス変数を選択できます。

5.8.1.1 EEPROM の読み取り / 書き込み

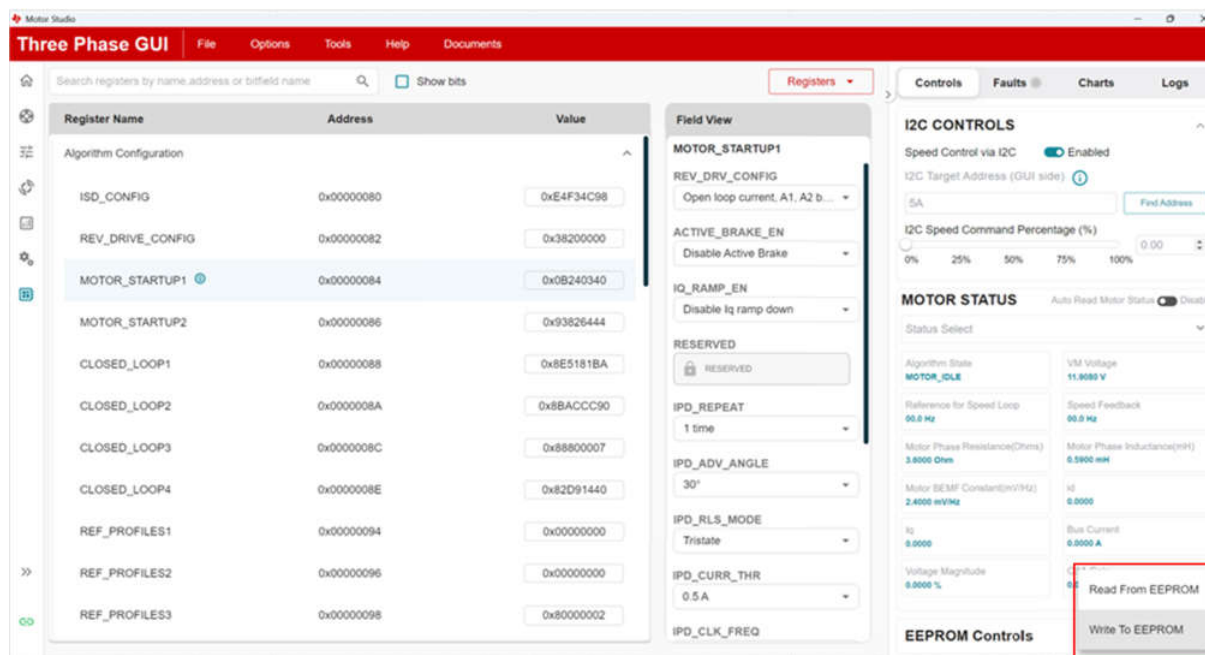


図 5-12. 制御 - EEPROM の読み取り / 書き込み

1. この GUI には、デバイスのシャドウ メモリから読み取ったレジスタ データが表示されています。「Read From EEPROM」(EEPROM からの読み出し) オプションを選択すると、レジスタ データをデバイスの EEPROM からシャドウ メモリに移動できます。「Registers」(レジスタ) ドロップダウン ボタンから「Read All」(すべて読み取り) コマンドを発行して、GUI にこの EEPROM データを表示する必要があります。
2. 「Write To EEPROM」(EEPROM への書き込み) コマンドを使うと、更新されたシャドウ メモリ データをデバイスの EEPROM メモリに書き込むことができます。

注

EEPROM の書き込み動作を実行する間は、デバイスがアイドル モードである必要があります。デバイスをアイドル状態に維持するには、「Speed control via I2C」(I2C による速度制御) オプションを有効にして、「I2C speed command percentage (%)」(I2C 速度コマンドのパーセンテージ (%)) を 0 に設定する必要があります。

5.8.2 フォルト

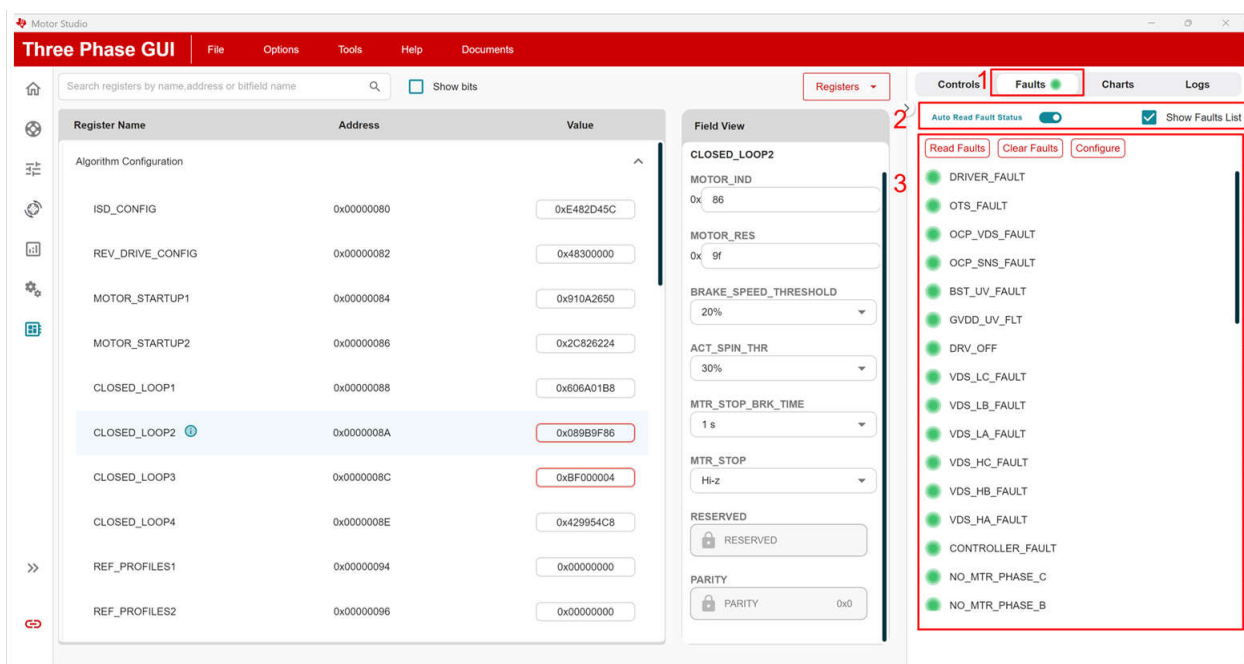


図 5-13. フォルト

デバイスのフォルト ステータスを表示します。「Auto Read Fault Status」(フォルト ステータスの自動読み込み) オプションを選択したままにすると、画面上的のデバイスのフォルト ステータスを常に最新の状態に維持できます。

「Clear Faults」(フォルトのクリア) ボタンを選択すると、モーターの運転中に発生したラッチ フォルトがすべてクリアされ、モーターを回転させることができます。

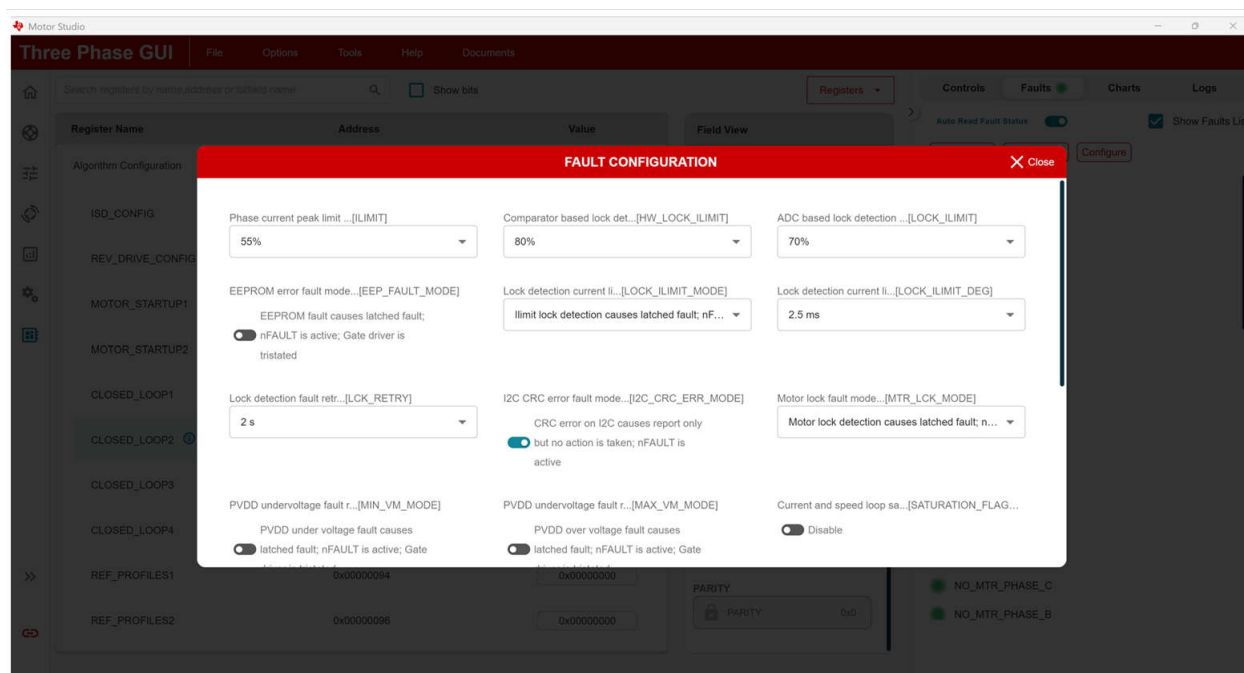


図 5-14. フォルト - フォルト構成

「Configure」(構成) ボタンにより、デバイスがサポートするさまざまなフォルト構成を設定できます。

フォルトが発生した場合にフォルト構成ウィンドウを開き、アプリケーションの要件に応じてパラメータを調整できます。

5.8.3 グラフ

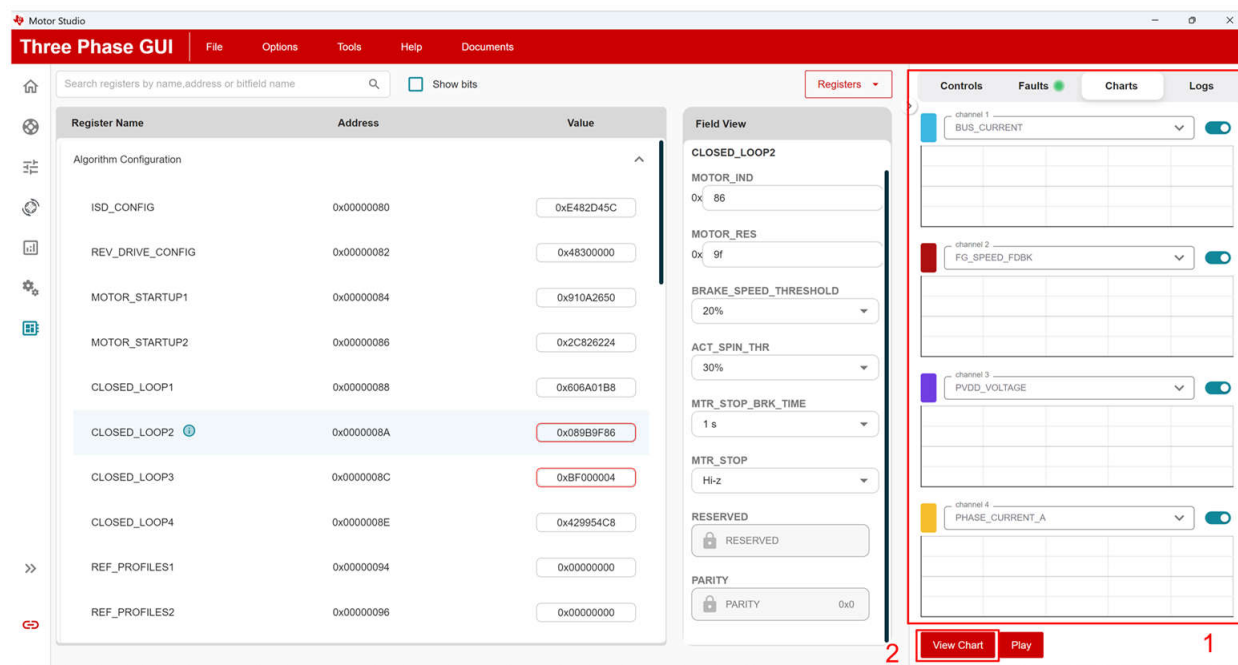


図 5-15. グラフ

すべてのモーター ステータス変数は、グラフ ウィンドウでの表示を選択できます。4 つのモーター ステータス変数を同時にグラフにプロットすることができます。

4 つの全チャンネルに対して目的のモーターのステータス変数を選択し、「Play」(実行) ボタンを選択すると、「Chart Window」(グラフ ウィンドウ) に変数のステータスを表示して確認できます。

グラフ画面を最大化するには、「View chart」(グラフを表示) オプションを選択します。

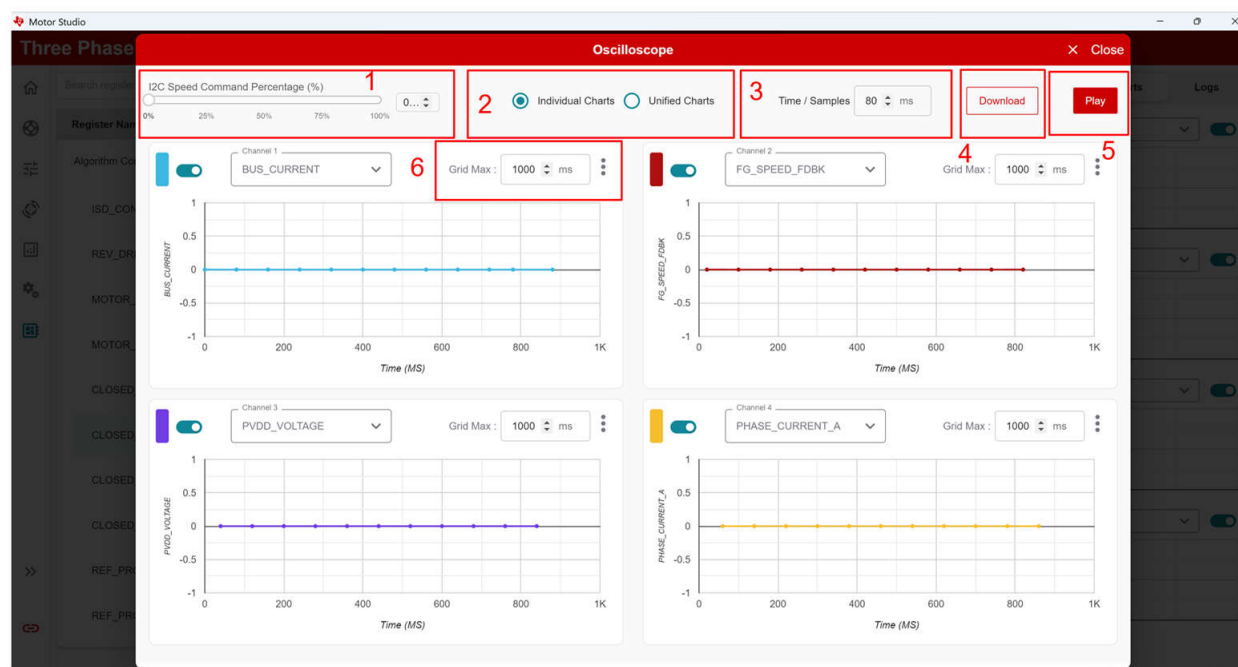


図 5-16. グラフ - オシロスコープ

1. 「I2C Speed Command Percentage (%)」(I2C 速度コマンドのパーセンテージ (%)) スライダーを使用して速度コマンドを調整できます。
2. グラフは個別に表示することも、統合して表示することもできます。統合表示では、関連性を容易に比較できるように、2つのモーターのステータス変数が同時に表示されます。
3. グラフの解像度は、「Time/Samples」(時間 / サンプル) 値を調整して選択できます。
4. グラフ データは CSV 形式でダウンロード可能です。「Download」(ダウンロード) ボタンをクリックして手動でデータを分析することができます。
5. 「Play」(再生) ボタンを選択すると、画面上でグラフのプロットが開始されます。
6. 「Grid Max」(グリッド最大値) で希望の数値を選択することにより、グラフの最大時間スケールを調整することが可能になります。

5.8.4 ログ

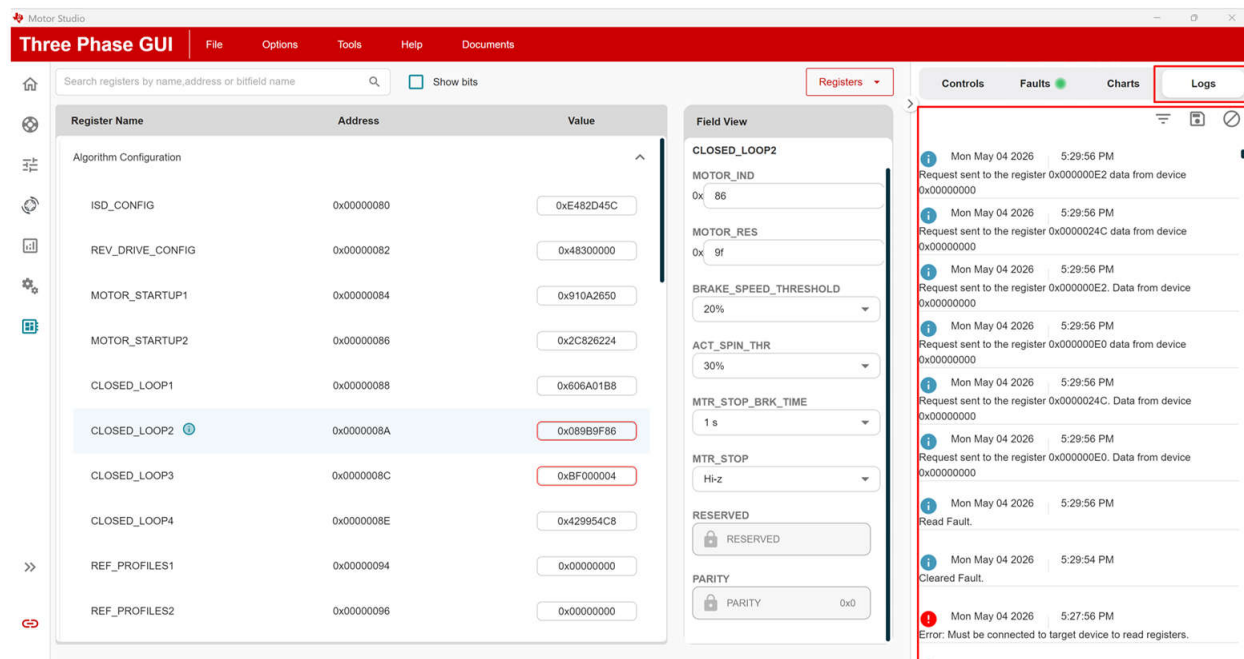


図 5-17. ログ

すべての MotorStudio のアクティビティは、標準のタイムスタンプとともにログ ウィンドウに記録されます。

「Filter」(フィルタ) オプションを使用すると、ログの特定のカテゴリを選択できます。

ローカル PC ドライブにログを「Save」(保存) すると、オフラインでレビューできます。

画面上のログをクリアしたいときは、「Clear」(クリア) オプションが便利です。

5.9 その他のユーティリティ

5.9.1 スクリプト作成支援ツール

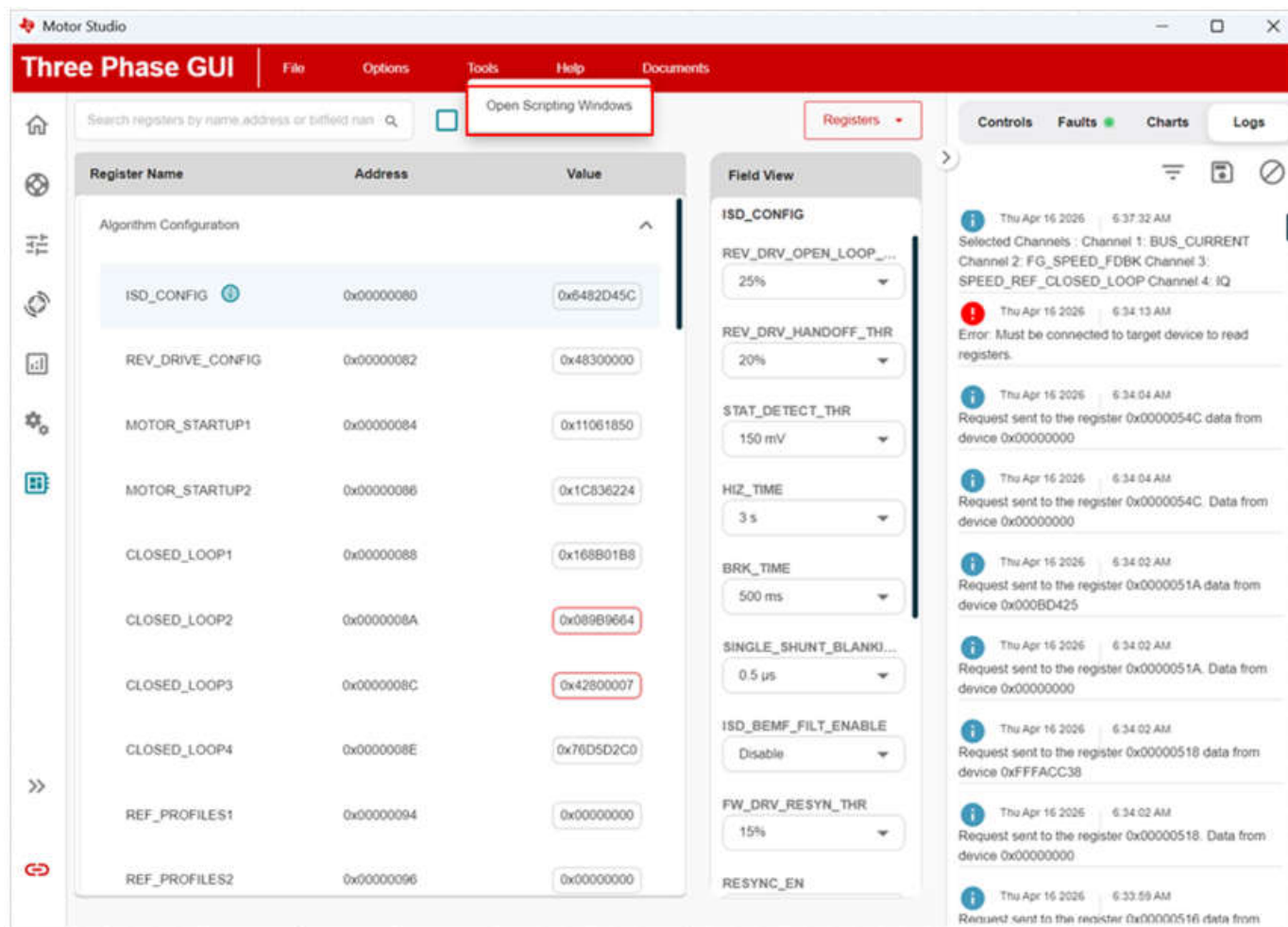


図 5-18. スクリプト ウィンドウの表示

これは **MotorStudio** の内蔵スクリプト機能です。すべてのプログラミング ロジックによるデバイス レジスタの読み取り / 書き込み操作を自動化し、モーターの起動 / 停止動作などのタスクを実行したり、モーターのフォルト ステータスを定期的に読み取ることができます。

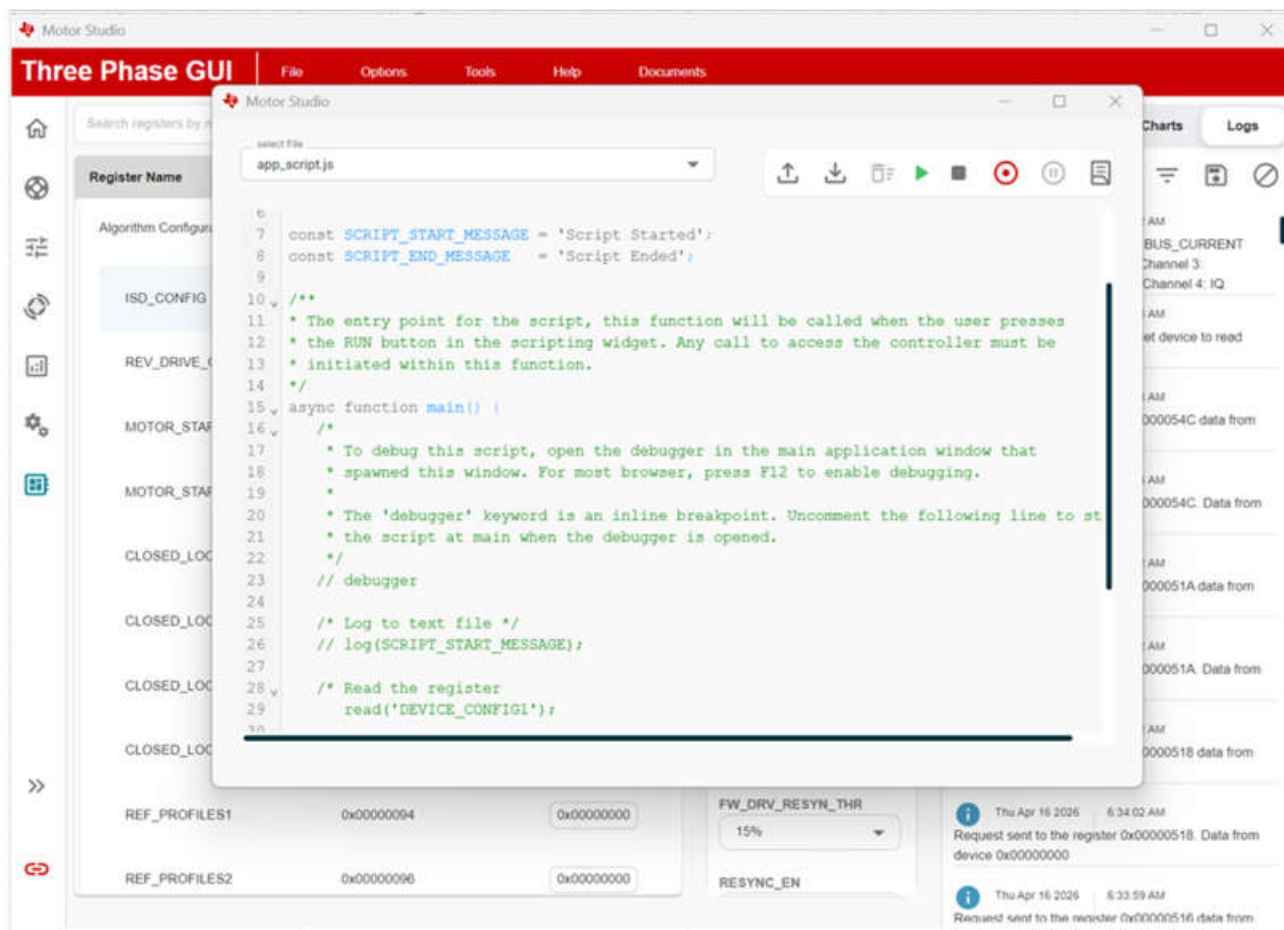


図 5-19. スクリプト作成ウィンドウ

「Tools」(ツール) メニューの「Open Scripting Windows」(スクリプト ウィンドウの表示) を選択して、スクリプト作成支援ツールを開きます。スクリプト作成支援ツールが開き、サンプル スクリプトが表示されます。

既存のデモ スクリプト ファイルは変更できません。新しいスクリプトを作成するには、新規の .js ファイルを作成し、「Open Script」(スクリプトの表示) オプションを選択して、新しいスクリプトをスクリプト ツールに挿入する必要があります。

スクリプトをスクリプト ツールで開いているときに変更を加えた場合は、「Save Script」(スクリプトを保存) を選択します。

「Select File」(ファイルの選択) ドロップダウン ボックスからスクリプト ファイルを選択し、「Play」(実行) ボタンを選択してスクリプトを実行できます。

スクリプトの実行を終了するには、「Stop」(停止) ボタンを選択します。

5.9.2 調整ファイルの比較ツール

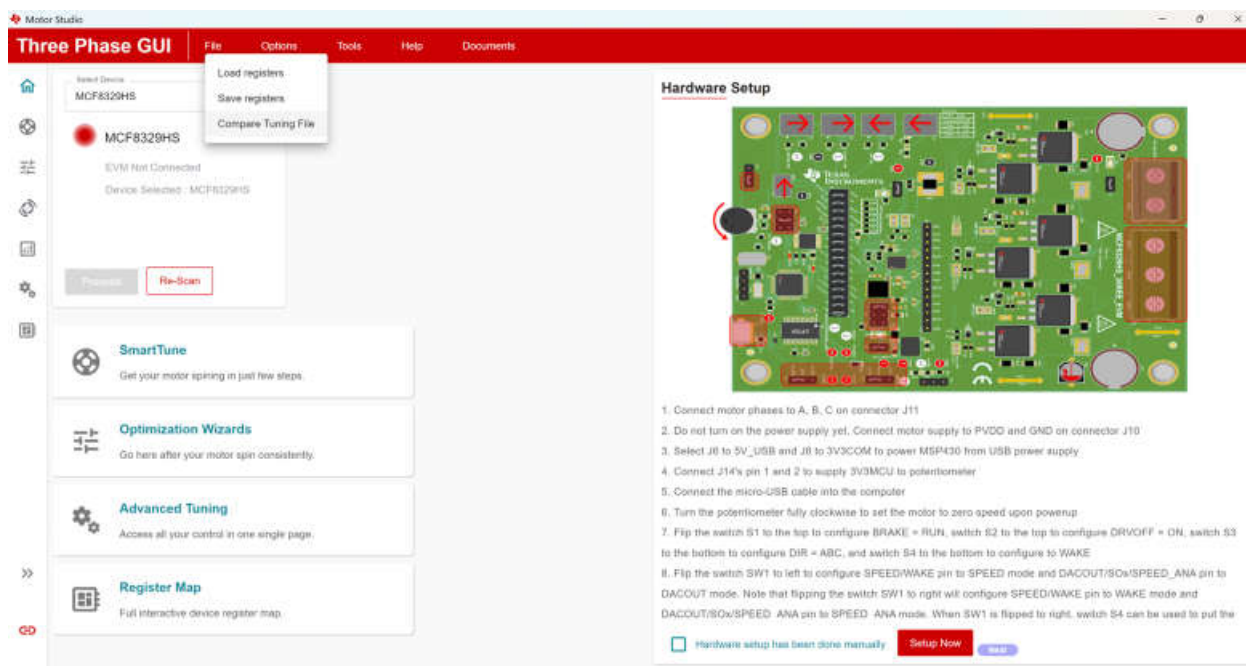


図 5-20. 調整ファイルの比較を開く

このツールを使用すると、2 種類の調整ファイルに存在する構成を比較できます。

「File」(ファイル) メニューから「Compare Tuning File」(調整ファイルの比較) オプションを選択すると、このツールを開くことができます。

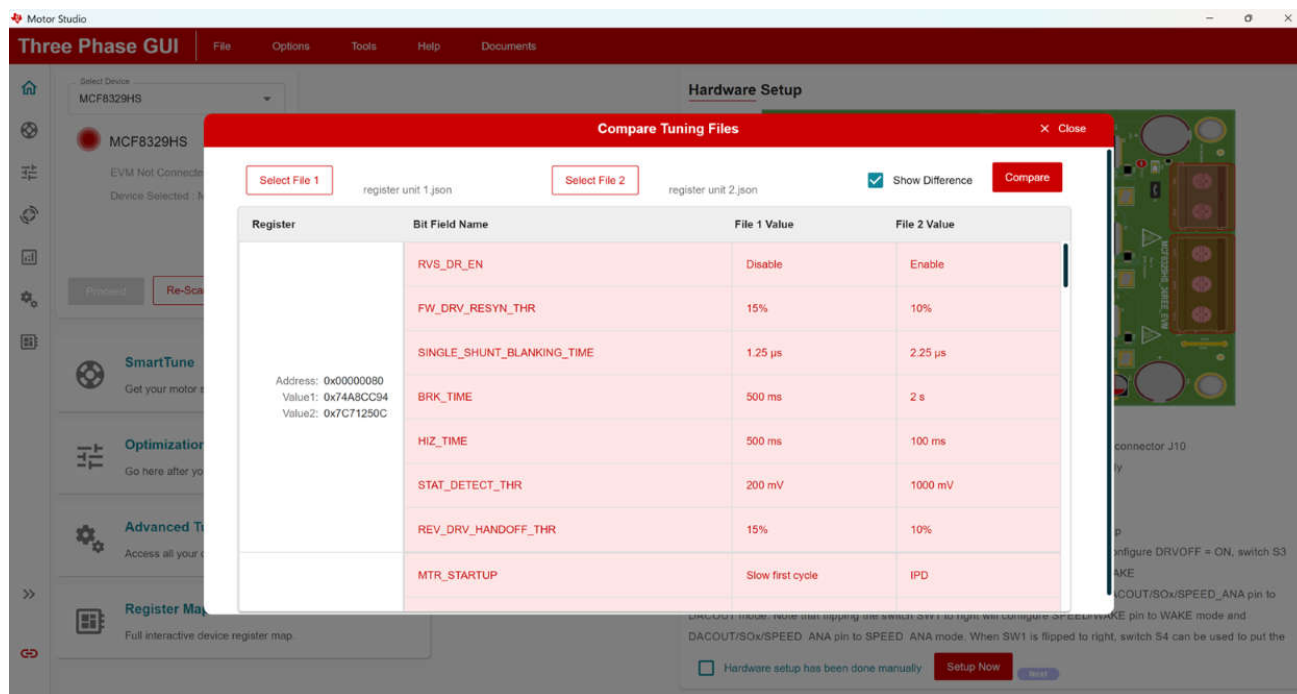


図 5-21. 調整ファイルの比較

「Select file 1」(ファイル 1 の選択) および「Select file 2」(ファイル 2 の選択) ボタンから比較対象の 2 つのファイルを選択し、「Compare」(比較) ボタンを選択すると、選択した調整ファイル間の構成の相違点を確認できます。

6 モーターの回転

6.1 MCF83xx と GUI の接続

MCF83xx 評価基板をコンピュータに接続する前に、MotorStudio アプリケーションを起動し、ドロップダウンから特定の製品を選択します。「Proceed」(続行) をクリックし、「Setup Now」(今すぐセットアップ) ボタンをクリックすると、電源の接続、モーターの接続、評価基板上のジャンパとスイッチの構成の方法を確認できます。

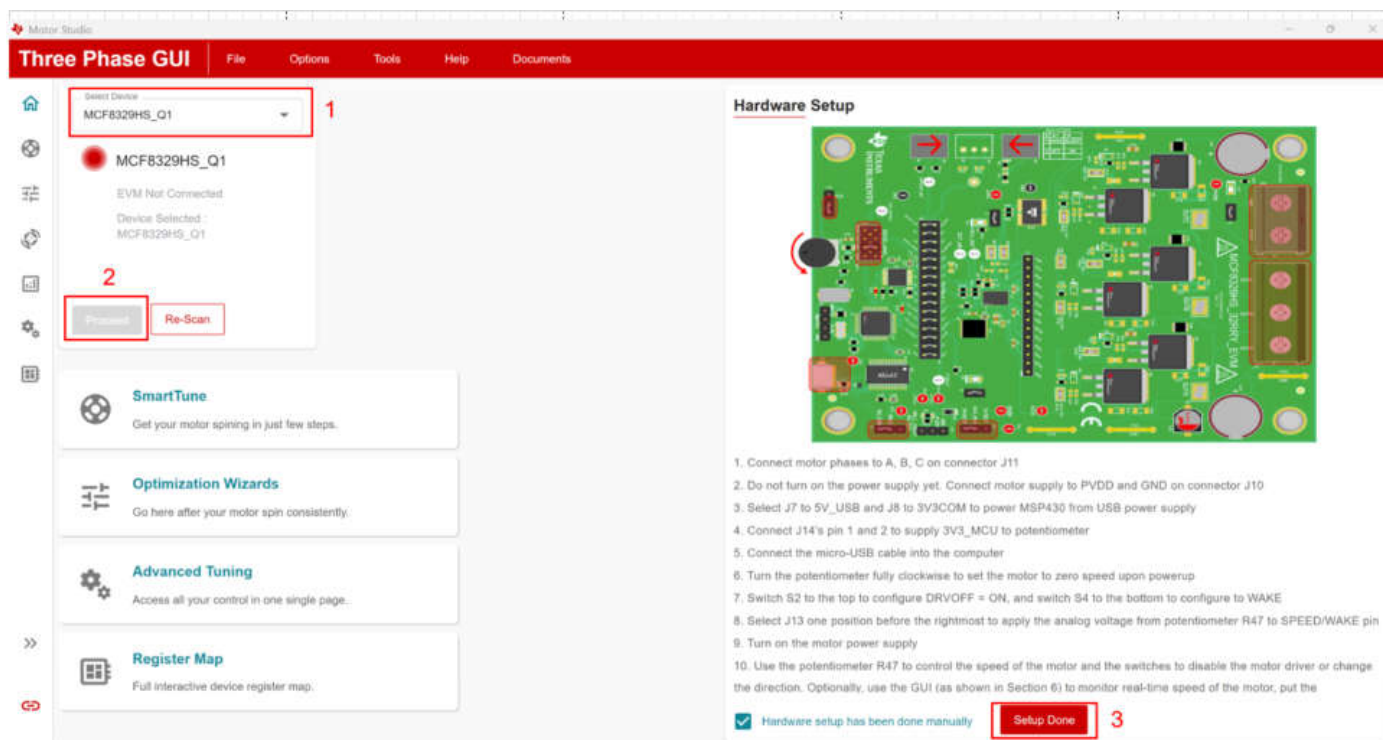


図 6-1. 評価基板ハードウェアの設定

ハードウェアの設定が完了したら、評価基板に接続されている電源をオンにします。数秒後に MotorStudio を評価基板に接続すると、図 6-2 に示す 2 つのアイコンが緑色に変わります。評価基板が接続されていない場合は、「Re-Scan」(再スキャン) ボタンをクリックします。

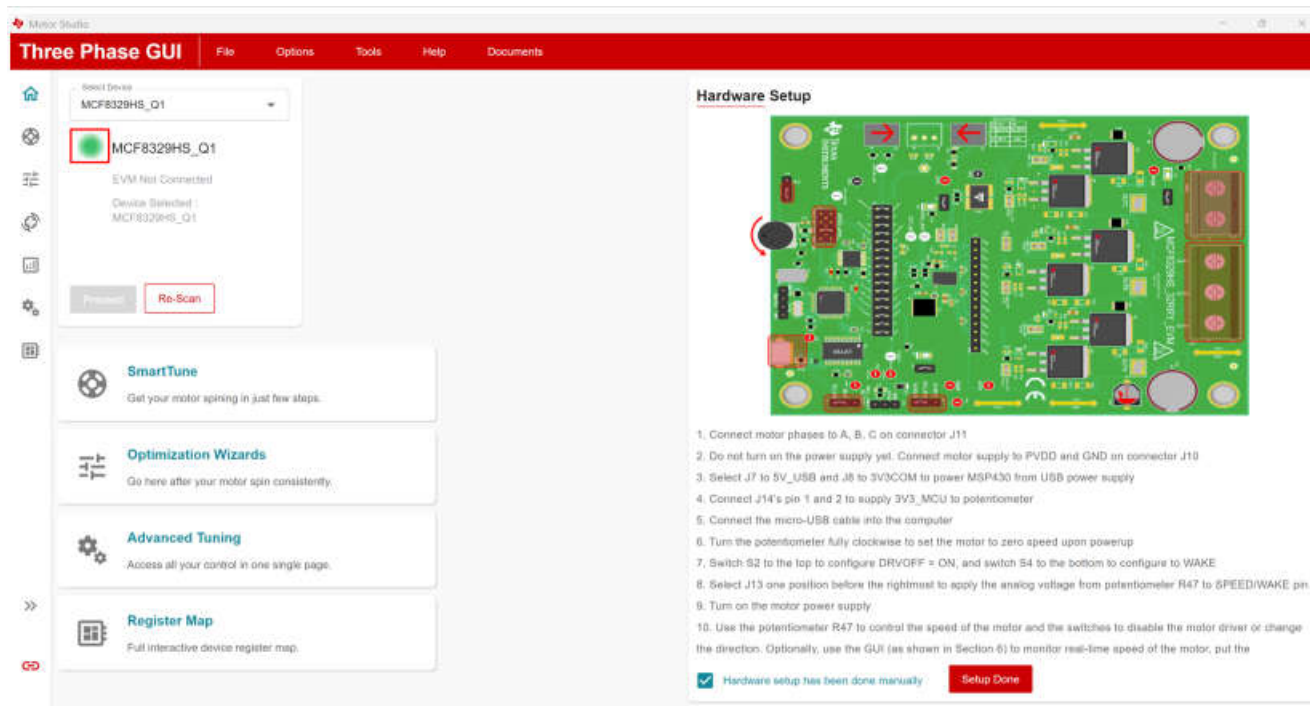


図 6-2. 評価基板接続インジケータ

注

1 分が経過しても GUI が評価基盤に接続されない場合は、PC から評価基盤を取り外し、MotorStudio GUI を再起動してください。MotorStudio を再起動した後、評価基盤を PC に再接続します。

6.2 SmartTune の実行

構成プロセスを開始するには MotorStudio のホーム ページまたは左側のナビゲーション メニューから **SmartTune** を選択します。定格電圧、定格電流、定格速度、評価基板シャント抵抗値 (5mΩ) など、必要なモーター パラメータを入力します。

「SmartTune」ページの「Basic Information」(基本情報) セクションから適切な負荷条件を選択することにより、機械的負荷があるモーターには「Load」(負荷)、シャフト負荷がないモーターには「No Load」(無負荷) の設定をそれぞれ適用することができます。

利用可能なデバイス オプションからアプリケーション要件に最も適した「Control Mode」(制御モード) を選択し、「Generate Configuration」(構成の生成) ボタンをクリックすることにより、SmartTune を開始することができます。

各テキストボックスの横にある ⓘ を選択して、それぞれのパラメータに関する追加情報にアクセスします。

注

シャント抵抗は、MCF8329x 製品を使用する場合のみ構成する必要があります。MCF831x 製品では、この仕様は必要ありません

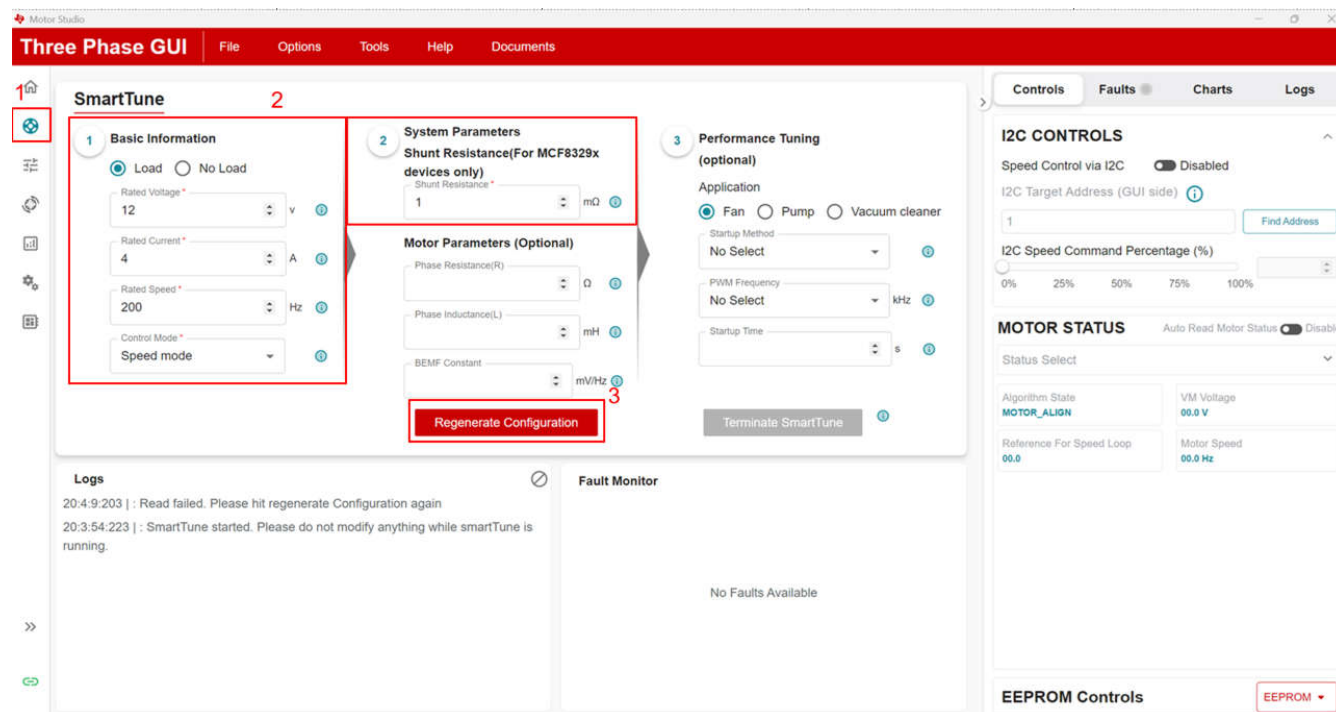


図 6-3. SmartTune の基本構成

SmartTune は、ユーザーが選択した制御モードに基づいて、モーターの相抵抗、インダクタンス、BEMF 定数、制御ループ係数などのモーターの電気的パラメータを測定するアルゴリズムを実行します。また、起動モード、開ループ電流、加速レート、各種フォルト構成など、数々のパラメータの構成も実行します。これらのパラメータは、図 6-4 に示す「Level 1: Spin the motor」(レベル 1: モーターの回転) 機能の実効に必要です。

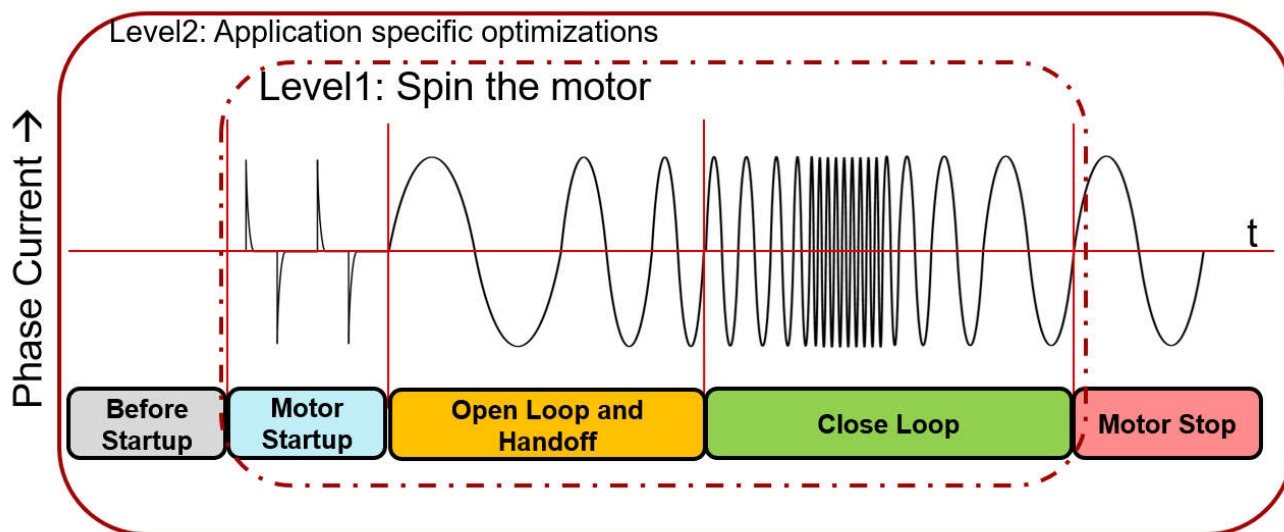


図 6-4. 調整の各ステージ

SmartTune が正常に完了すると、「Regenerate Configuration」(構成の再生成) ボタンの下、およびログ ウィンドウに「Configuration Successful」(正常に構成されました) というメッセージが表示されます。続いて、「Testing for Successful Startup into Closed Loop」(閉ループでの正常な起動のテスト) に記載されている指示に従うことにより、モーターを駆動することができます。

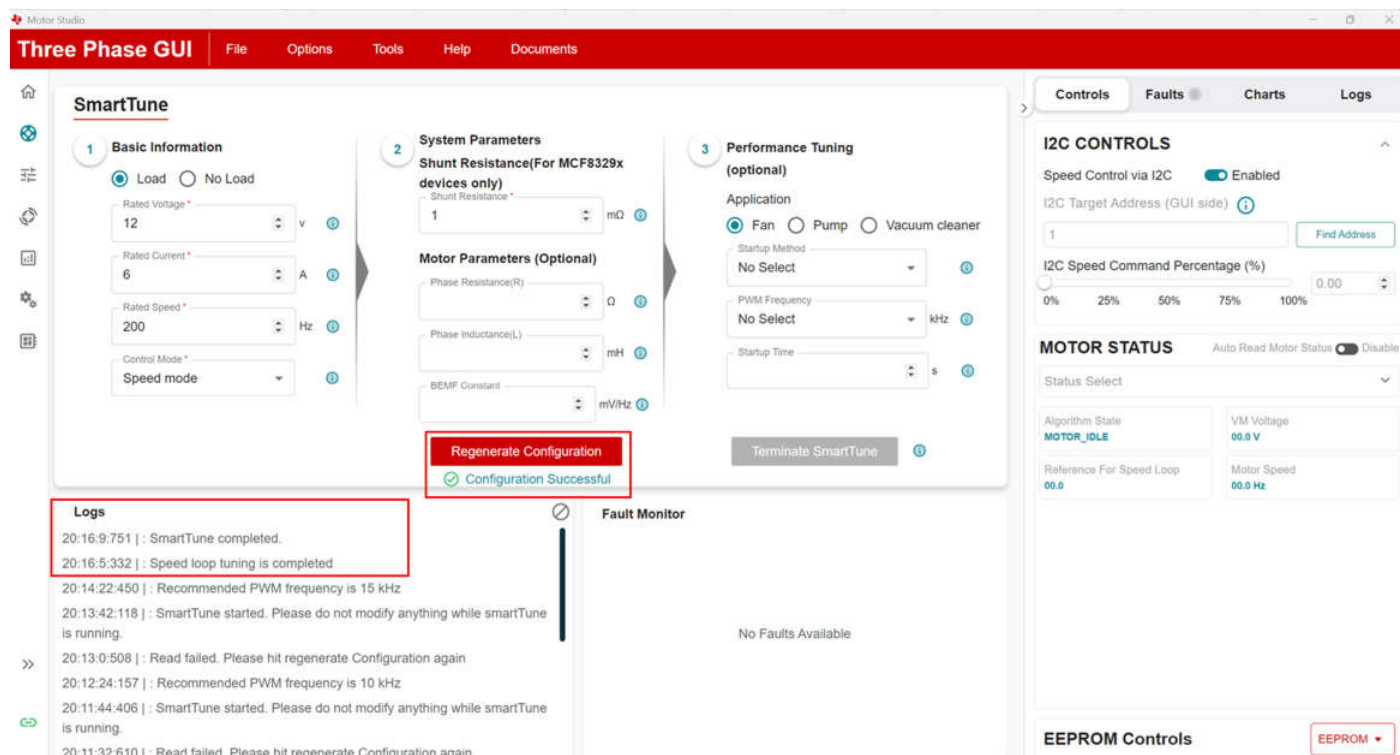


図 6-5. SmartTune が正常に実行された様子

「Terminate SmartTune」(SmartTune の終了) ボタンを選択すると、いつでも SmartTune の実行プロセスを終了できます。

「Performance Tuning」(パフォーマンス調整) の下にある SmartTune を実行し、アプリケーションを選択すると、最適なモーター パラメータが自動的に生成されます。また、パフォーマンス調整オプションの一部として、起動方法、PWM 周波数、起動時間などの特定のパラメータを手動で入力することもできます。これらの手動設定は、SmartTune で生成される設定を上書きします。

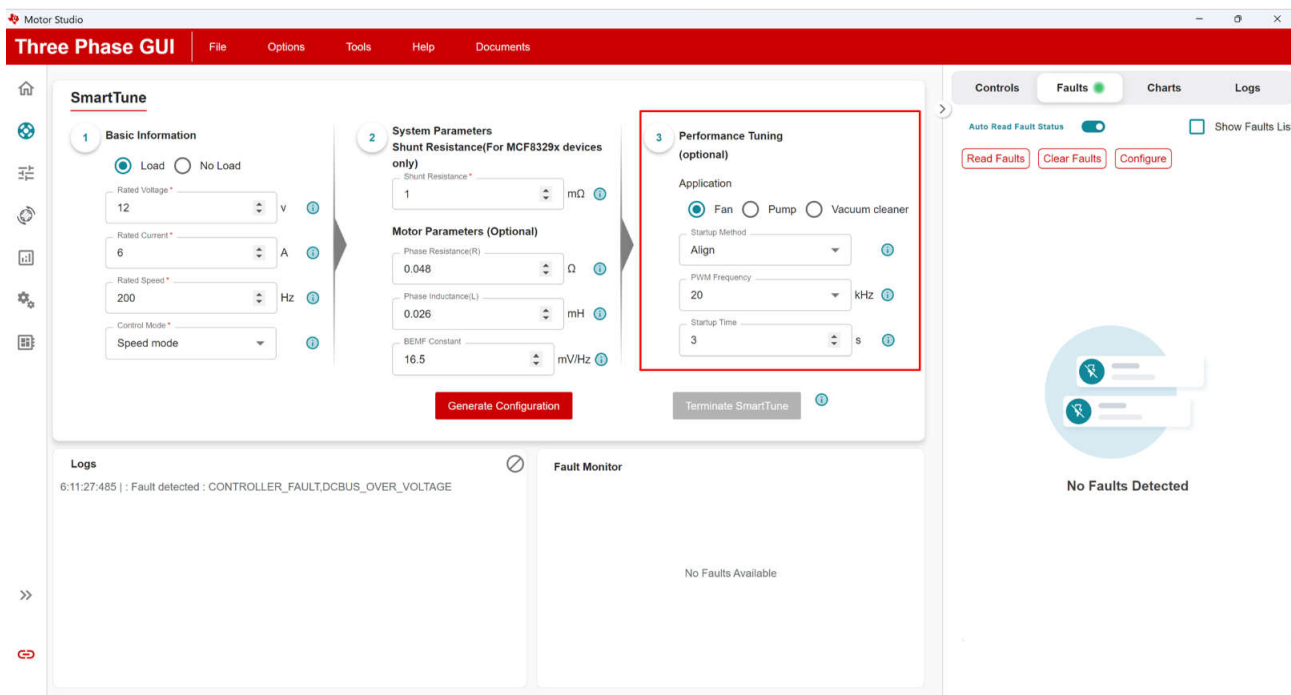


図 6-6. SmartTune のパフォーマンス調整

SmartTune によるモーター調整パラメータの生成がうまくいかなかった場合は再度ツールを実行し、「Motor Parameters (Optional)」(モーター パラメータ (オプション)) セクションにある「Phase Resistance (R)」(相抵抗 (R))、「Phase Inductance (L)」(相インダクタンス (L))、「BEMF Constant」(BEMF 定数)などのモーター パラメータを入力することもできます。

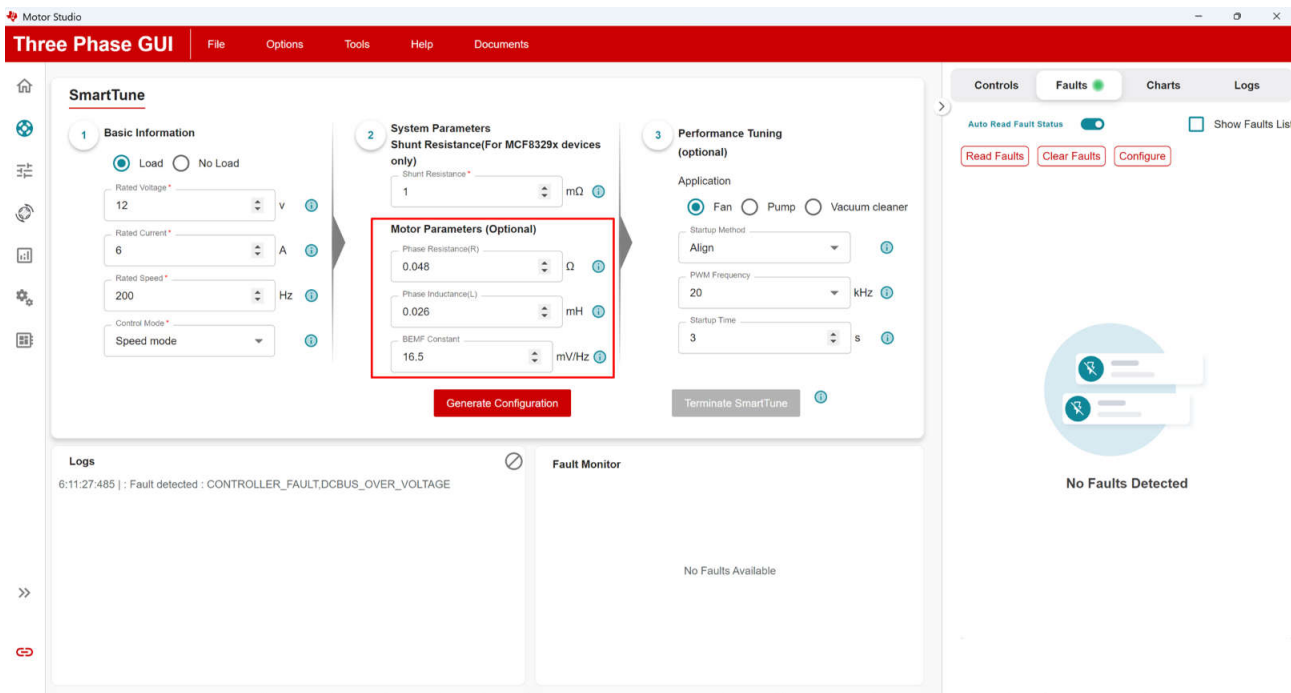


図 6-7. SmartTune オプションのパラメータ

SmartTune が正常に完了しない場合は、「[SmartTune FAQ](#)」ページを参照してください。このページには、障害がよく発生する条件とその解決策の情報が記載されています。

モーターの電氣的パラメータを入力した後に SmartTune によるモーター調整パラメータの生成が何度も失敗する場合は、該当する製品固有の調整ガイドに従ってモーター パラメータを手動で設定することを推奨します。

6.3 電流および速度レギュレーションの改善

MCF83xx 製品は、フィールド指向制御 (FOC) を使用してモーターを動作させ、比例積分 (PI) コントローラを使用して電流および速度のレギュレーションを行います。本デバイスは、モーターの電氣的パラメータ、具体的には抵抗とインダクタンスに基づいて、電流 PI 制御ループ係数を自動的に計算します。これらの計算値は、CURRENT_PI レジスタに表示されます。

電流ループ ゲインを変更するには、デバイスによって計算された [CURRENT_LOOP_KP] および [CURRENT_LOOP_KI] の値を CURRENT_PI レジスタからコピーし、修正した値を CLOSED_LOOP3 レジスタ内の対応する [CURR_LOOP_KP] および [CURR_LOOP_KI] 設定に入力します。

MotorStudio の「Close loop tuning」(閉ループ調整) ページには、「Time Domain Graph」(時間ドメイン グラフ) で電流ループ係数を調整する機能が用意されています。「Plot Current Response」(電流応答のプロット) ボタンを選択し、「Time Domain Graph」(時間ドメイン グラフ) で電流 (A) 対時間 (秒) を確認しながら、「Kp coefficient for current Iq and Id loop」(電流 Iq および Id ループの Kp 係数) および「Ki coefficient for current Iq and Id loop」(電流 Iq および Id ループの Ki 係数) のループ係数を調整できます。

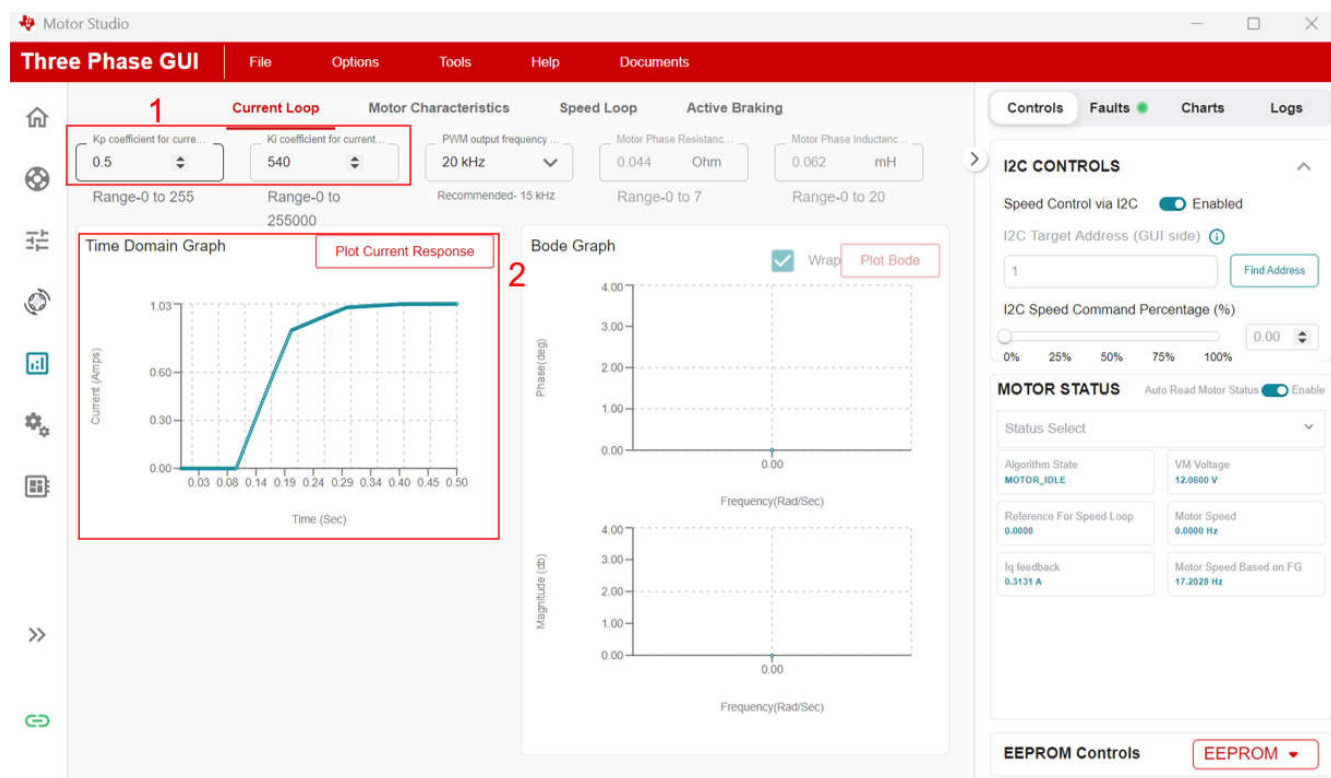


図 6-8. 電流ループの調整

速度 PI ループ係数は、モーターの機械的パラメータ (モーターの慣性および摩擦係数など) に基づいて計算されます。これらのモーター機械的パラメータにアクセスできない場合のために、「Closed Loop Tuning」(閉ループ調整) ページには、指定されたモーターの速度ループ Kp [SPD_LOOP_KP] および Ki [SPD_LOOP_KI] 係数を決定する機能が用意されています。速度ループ係数は、以下の手順に従って計算します。

1. PERI_CONFIG1 -> [CTRL_MODE] = 「Current Control」(電流制御) の構成を使用して、モーターを電流制御モードに設定します。
2. モーターの全運転速度範囲を網羅する I2C 速度コマンドを発行することで、「Motor Characteristics」(モーター特性) タブに用意されている「Current (Ipeak-Amps)」(電流 (Ipeak-A)) 対「Speed Feedback(Hz)」(速度フィードバック (Hz)) の表を完成させることができます。「MOTOR STATUS」(モーター ステータス) ウィンドウ内のパラメータ「Iq

feedback」(IQ フィードバック)と「Motor Speed Based on FG」(FG に基づいたモーター速度) から、「Current (Ipeak-Amps)」(電流 (Ipeak-A))と「Speed Feedback(Hz)」(速度フィードバック) の両方のデータを取得できます。

3. モーターの停止中に、「Initial Speed(hz)」(初期速度 (Hz)) および「Final Speed (Hz)」(最終速度 (Hz)) とともにモーターの惰性回転「Time (sec)」(時間 (秒)) を記録し、取得したこれらの値を所定のテキスト フィールドに入力することで、測定値を反映できます。
4. 「Measure Motor Characteristics」(モーター特性の測定) ボタンを選択すると、ソフトウェアがモーターの機械的特性を計算し、これらのパラメータを「Motor Characteristics」(モーター特性) ウィンドウに表示します。

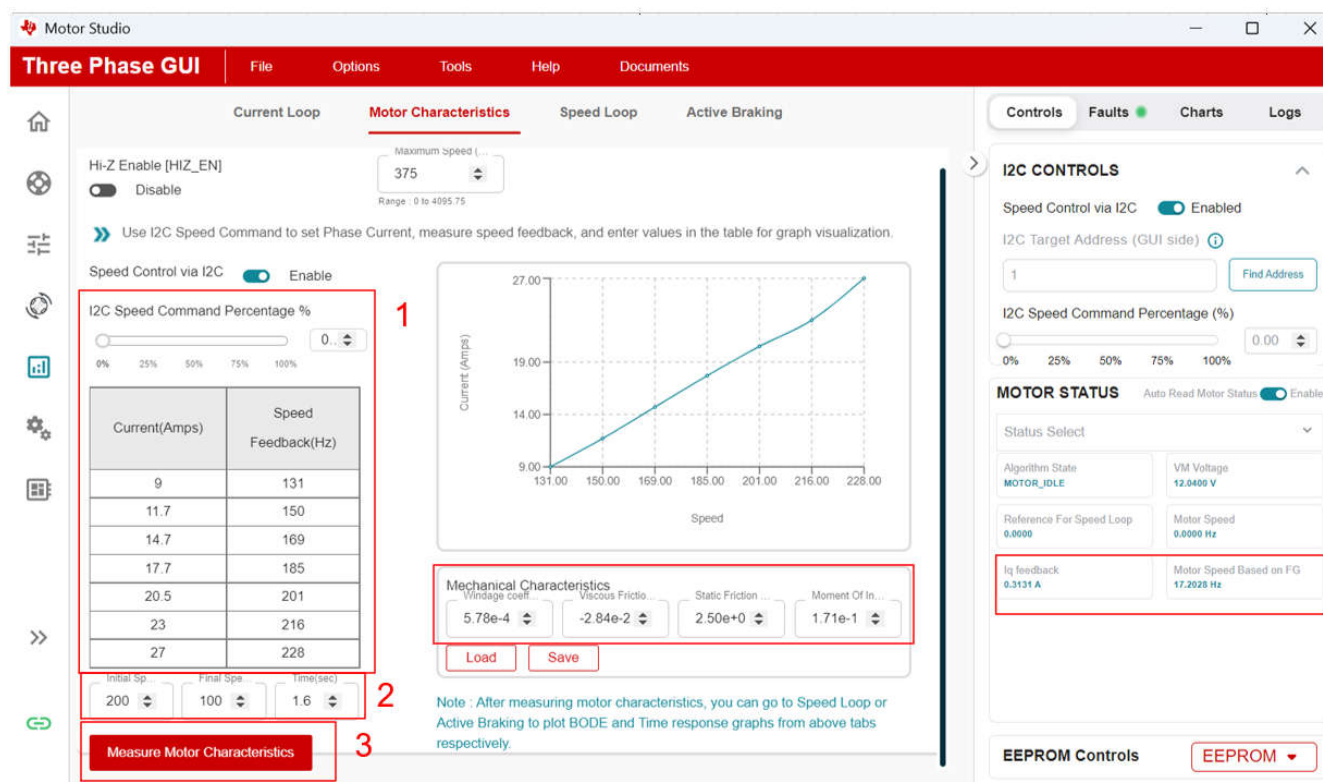


図 6-9. モーター特性

「Speed Loop」(速度ループ) タブに移動し、目的のモーターの「Initial Speed (Hz)」(初期速度 (Hz)) および「Final Speed (Hz)」(最終速度 (Hz)) と「Maximum Simulation Time (sec)」(最大シミュレーション時間 (秒)) を入力して、「Time Domain Graph」(時間ドメイン グラフ) 内にある「Plot Speed Response」(速度応答のプロット) ボタンを選択すると、計算された速度ループ係数に対する速度 (Hz) 対時間 (秒) の応答プロットを生成できます。

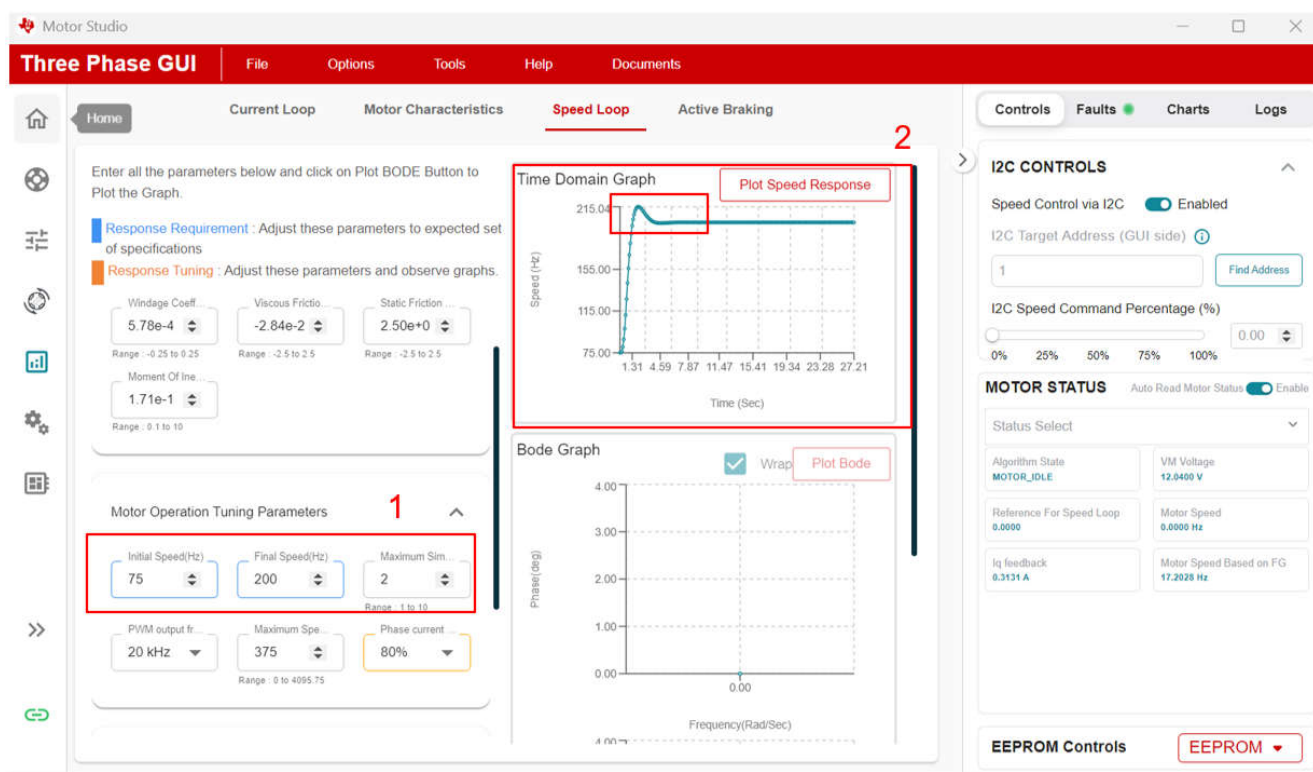


図 6-10. モーター動作調整パラメータ

「Kp coefficient for speed loop」(速度ループの Kp 係数) および「Ki coefficient for speed loop」(速度ループの Ki 係数) の値を調整し、「Time Domain Graph」(時間ドメイン グラフ) で再び応答を確認することで、ユーザーはさらに調整を進めることができます。

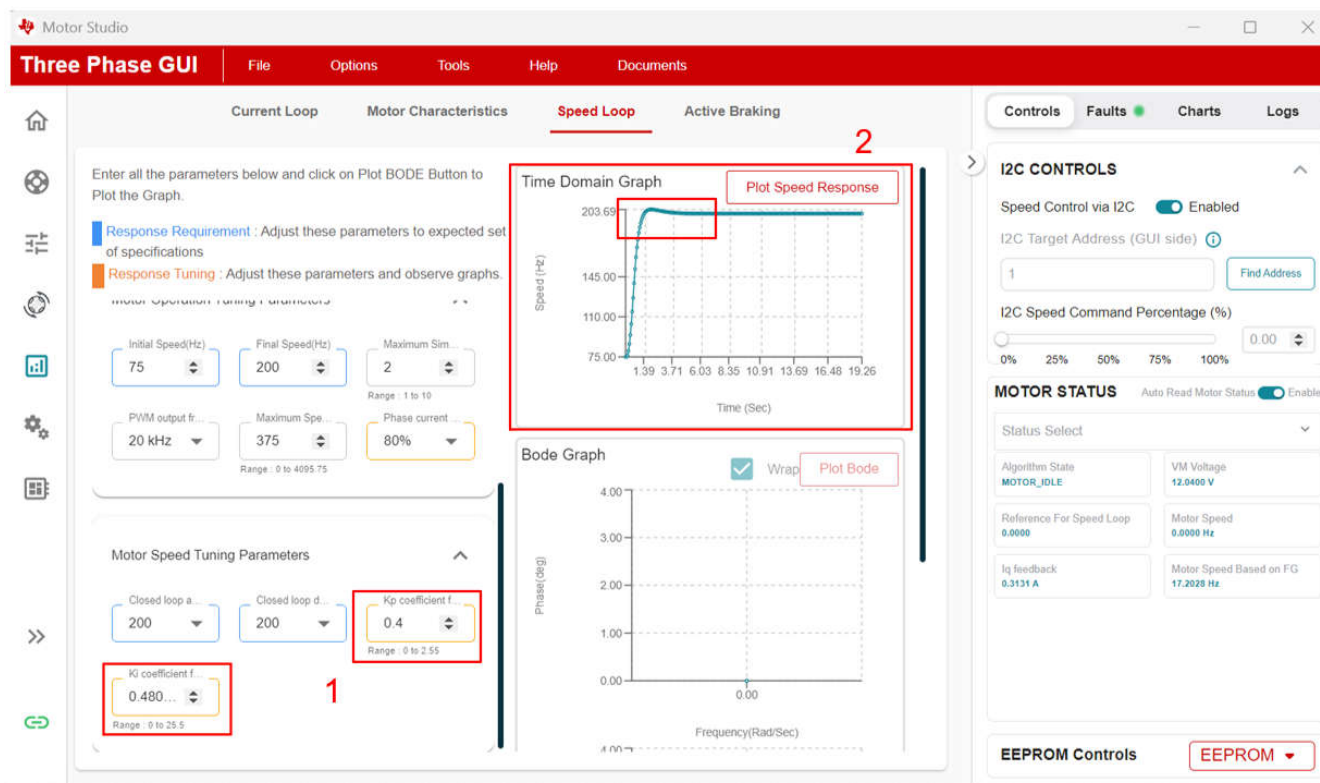


図 6-11. モーター速度調整パラメータ

6.4 閉ループへの正常な起動のテスト

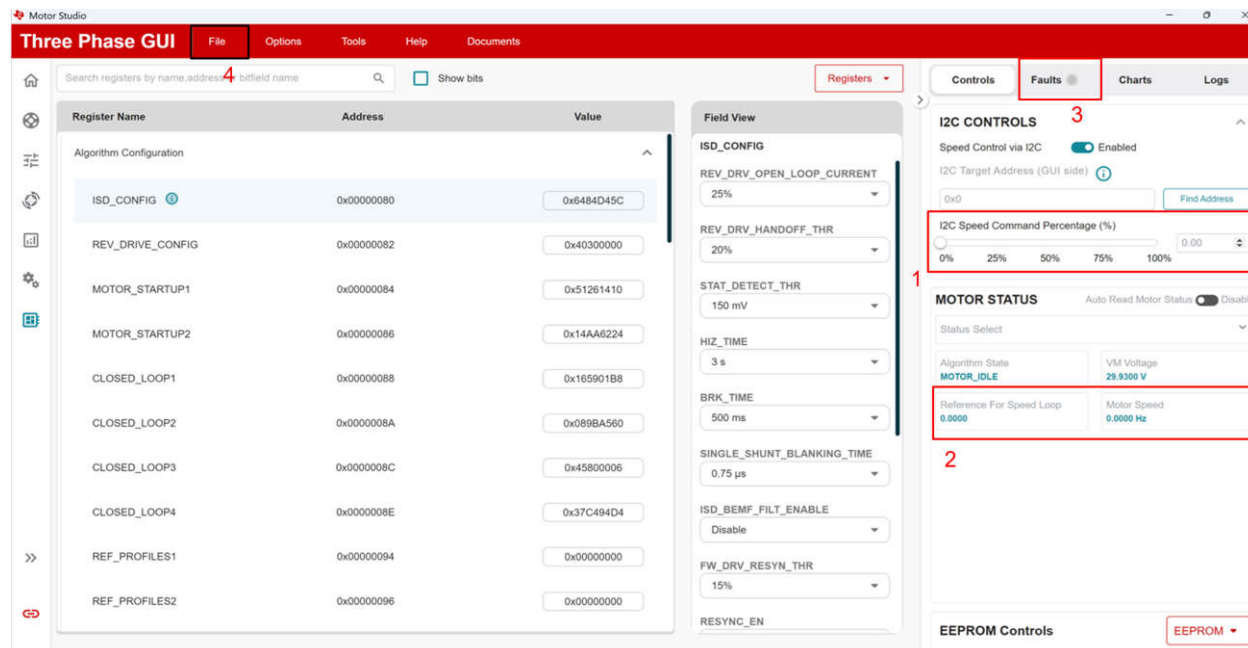


図 6-12. モーターの回転

1. スライダーのボタンを使用して、「Speed command via I2C」(I2C 経由の速度コマンド)を有効にします。
2. 「Controls」(コントロール) セクション内のスライダまたはテキスト ボックスを使用して、ゼロ以外の速度コマンドを適用します。速度コマンドが指定されると、モーターは回転を開始し、目標速度に達するまで加速します。

3. モーターの加速が停止したら、「Motor Status」(モーター ステータス) セクションの下にある「Reference for Speed Loop」(速度ループのリファレンス) と「Speed FDBK」(速度フィードバック) の値が、ほぼ同じ値であることを確認してください。
4. 「Faults」(故障) タブに赤い円が表示されている場合は、故障がないかどうか確認します。故障が報告されている場合は、製品固有調整のガイド内の故障の処理に関するトピックを参照し、デバッグ手順に従うことで、故障を修正することができます。
5. モーターが閉ループで回転し、故障をトリガしなくなったなら、モーターを停止し、「File」(ファイル) -> 「Save Registers」(レジスタの保存) をクリックして、レジスタ構成を json ファイルに保存します。表示されるウィンドウで、「Json File」(Json ファイル) を選択し、「Save」(保存) ボタンをクリックします。
6. [MCF8329HS データシートのセクション 7](#) に記載されているレジスタの構成をロードするために、デバイスのパワーアップ時にこれらのレジスタ値を EEPROM にロードすることができます。MotorStudio の右下にある「EEPROM」ドロップダウン ボックスをクリックし、「Write To EEPROM」(EEPROM への書き込み) オプションを選択することにより、設定したレジスタ値を EEPROM に書き込むことができます。表示されたウィンドウで「Yes」(はい) ボタンをクリックします。

7 まとめ

MotorStudio は、ブラシレス DC (BLDC) モーターの調整プロセスを効率化する、グラフィカル インターフェイスを搭載した使いやすいツールです。このツールにより、モーターの初期化とパラメータの最適化を容易に実行でき、デバイスの評価と製品の開発の期間を短縮できます。このガイドでは、Motor Studio の機能を活用して、MCF83xx コントローラ搭載の BLDC モーターを調整する方法を解説します。

8 参考資料

- Texas Instruments, [MCF8316D Sensorless Field Oriented Control \(FOC\) Integrated FET BLDC Driver](#), data sheet.
- Texas Instruments, [MCF8329HS-Q1 Sensorless Field Oriented Control \(FOC\) Three-phase BLDC Gate Driver](#), data sheet.

9 改訂履歴

Changes from Revision * (April 2025) to Revision A (April 2026)	Page
• 「モーター動作」セクションを削除	3
• システム要件セクションを追加.....	3
• MOTORSTUDIO GUI のインストール セクションを追加.....	3
• MOTORSTUDIO 入門 セクションを更新.....	4
• モーターの回転セクションを追加.....	19

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月