

# Application Note

## 开始使用 **MOTORSTUDIO**



Dhinesh Kumar Shanmugam

### 摘要

MCF83xx 是 TI 基于无代码、无传感器 FOC 算法的 BLDC 电机驱动器产品，具备可满足不同 BLDC 电机驱动应用要求的众多功能。*MotorStudio* 是一种图形用户界面工具，可帮助用户针对其特定应用配置器件功能。本文档为用户使用 *MotorStudio* 评估具有 TI MCF83xx 产品系列的给定 BLDC 电机提供指南。

本文档适用于以下所有器件（在本文档中称为 MCF83xx 器件）：

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

### 内容

1 简介.....	3
2 系统要求.....	3
3 <b>MOTORSTUDIO</b> GUI 安装.....	3
4 使用 <b>MOTORSTUDIO</b> 运行电机的先决条件.....	3
5 开始使用 <b>MOTORSTUDIO</b> .....	4
5.1 主页.....	5
5.2 SmartTune.....	6
5.3 优化向导.....	6
5.4 电机参数提取工具 (MPET).....	7
5.5 闭环调优.....	7
5.6 高级调优.....	8
5.7 寄存器映射.....	9
5.7.1 寄存器读取.....	11
5.8 控制实用程序.....	11
5.8.1 控制.....	11
5.8.2 故障.....	13
5.8.3 图表.....	14
5.8.4 日志.....	15
5.9 其他实用程序.....	16
5.9.1 脚本编写工具.....	16
5.9.2 Compare Tuning File 工具.....	18
6 旋转电机.....	19
6.1 将 MCF83xx 连接到 GUI.....	19

6.2 SmartTune 执行.....	20
6.3 改进电流和速度调节.....	23
6.4 测试是否成功启动至闭环.....	27
7 总结.....	28
8 参考资料.....	28
9 修订历史记录.....	29

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

*MotorStudio* 是一款直观的图形用户界面 (GUI)，旨在简化无刷直流 (BLDC) 电机驱动器的调优过程，从而缩短器件评估和产品开发时间。该 GUI 使用户能够高效地初始化其电机并优化电机运行的各个阶段，从而实现理想的电机性能、稳定的电机启动和极低的噪声。本指南提供有关如何利用 *MotorStudio* GUI 提供的功能，以使用 MCF83xx BLDC 控制器对 BLDC 电机进行调优的说明。

### 备注

本文档仅作为如何开始使用 *MotorStudio* 的入门指南，不包括调优 MCF83xx 参数的指导。

## 2 系统要求

以下列表显示 *MotorStudio* GUI 应用软件的最低建议系统要求：

- 采用 Intel® Core i3 处理器 (或等效处理器) 或更高版本的 PC
- Windows™ 10 (64 位) 或更高版本
- 4GB RAM
- 最低显示分辨率：SVGA (800 × 600)；推荐分辨率：XGA (1024 × 768) 或更高
- 500MB 可用硬盘空间
- USB 端口

## 3 MOTORSTUDIO GUI 安装

将 *MotorStudio* GUI PC 软件安装程序从 [www.ti.com](http://www.ti.com) 下载到 PC 的本地驱动器。执行 *MotorStudio* 安装文件，并按照屏幕上的说明完成软件安装过程。

### 备注

如果在 *MotorStudio* 安装期间出现“Error while installing VCP driver”错误消息，请参阅 [E2E 常见问题解答](#) 中提供的说明获得解决措施。

## 4 使用 MOTORSTUDIO 运行电机的先决条件

表 4-1. 使用 *MOTORSTUDIO* 的先决条件

SI 编号	要求
1	装有 <i>MOTORSTUDIO</i> 的笔记本电脑
3	MCF8329HS/29A/16A/16C/16D/15A/15C/15D EVM
4	BLDC 电机
5	直流电源
6	USB 电缆
7	连接线

表 4-2 是与电机相关的特定参数，用户在继续进行调优过程的后续步骤之前需要记录这些参数。

表 4-2. 需要的电机参数

SI 编号	需要的参数
1	额定输入直流电压 (V)
2	最大电机转速 (RPM/Hz)
3	额定电机相位峰值电流 (A)

## 5 开始使用 MOTORSTUDIO

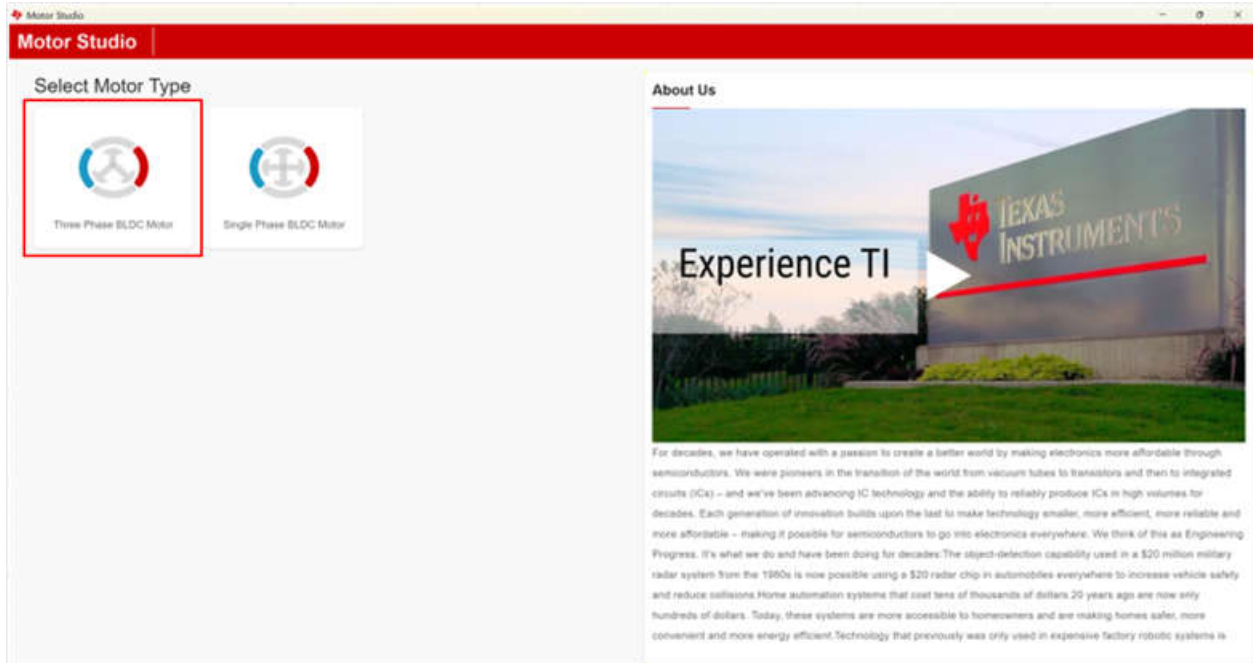


图 5-1. MotorStudio 登录页面

MotorStudio GUI 旨在支持 TI 的三相集成式无传感器场定向控制 (FOC) BLDC 电机驱动器和单相电机驱动器产品。在 MotorStudio 登录页面中，对于 MCF83xx 产品配置，选择 “Three-phase BLDC motor”；对于 MCxx 产品配置，选择 “Single-phase BLDC motor”。

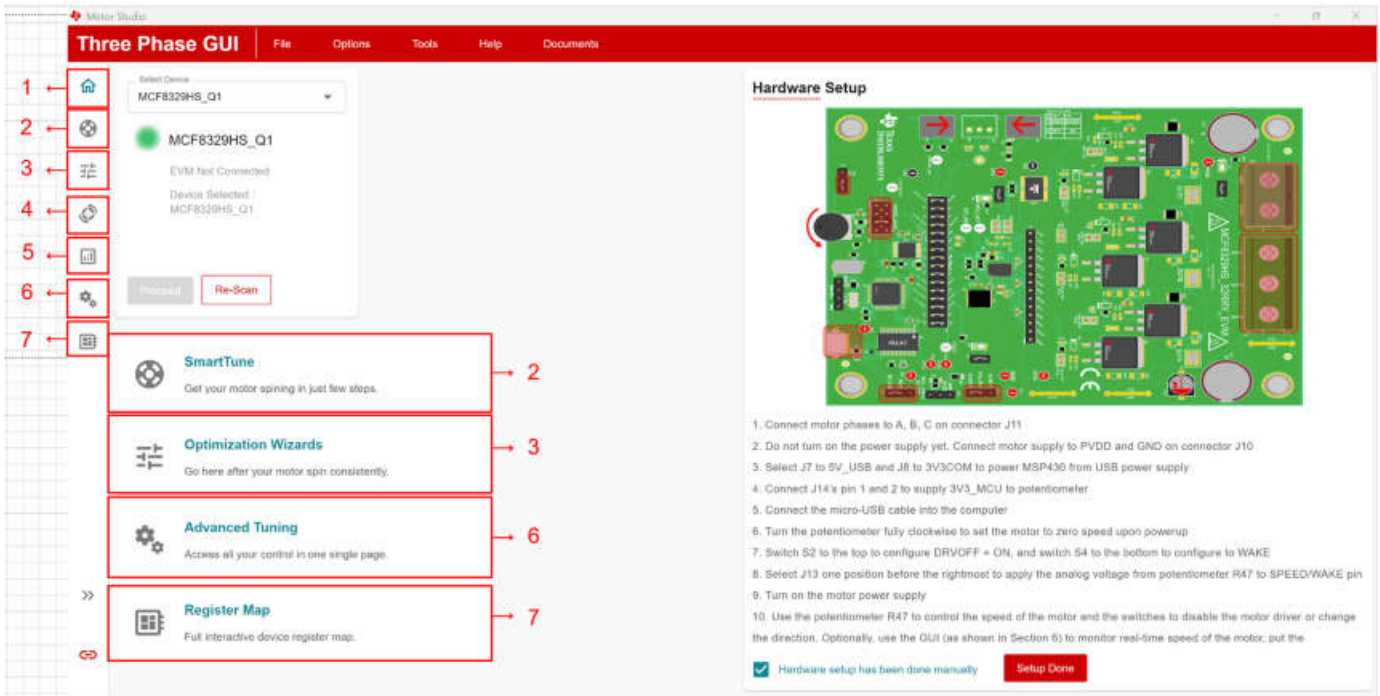


图 5-2. 主页页面

MotorStudio GUI 提供了多个实用程序和选项，用于访问器件寄存器配置。以下各部分简要介绍了每个选项。

备注

1. 主页页面
2. [SmartTune](#)
3. 优化向导
4. 电机参数提取工具 (MPET)
5. 闭环调优
6. 高级调优
7. 寄存器映射

5.1 主页

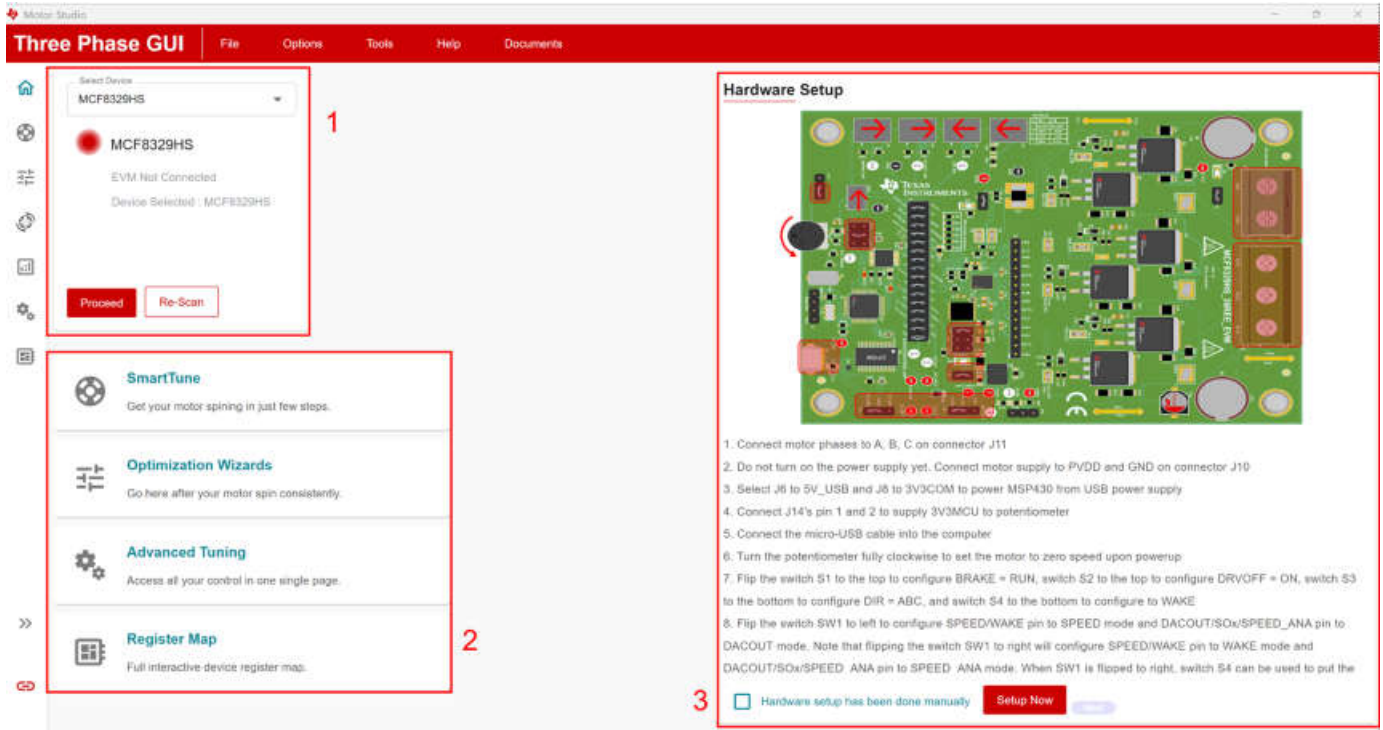


图 5-3. 主页

主页包含以下功能：

1. 显示所连接器件的器件型号和连接状态。  
连接状态指示器：
  - 绿色：器件与 GUI 成功连接
  - 红色：连接失败 ( 选择 *Rescan* 按钮以刷新连接 )
  - 选择 *Proceed* 按钮以确认器件与 GUI 的连接
  - 用户也可以从下拉菜单中选择一个器件，然后选择 *Proceed* 按钮以离线查看该器件的寄存器设置
2. 快速访问按钮，用于导航 GUI 中可用的不同工具。
3. 显示 EVM 硬件设置和连接详细信息。此功能可作为用户确保 EVM 跳线设置和连接正确的快速参考。

将 EVM 连接到 *MotorStudio* 的详细程序请参阅[将 MCF83xx 连接到 GUI](#) 中的说明

## 5.2 SmartTune

*SmartTune* 是内置于 TI *MotorStudio* GUI 中的一款智能自动配置工具。*SmartTune* 针对采用 TI 三相无传感器 FOC ( 磁场定向控制 ) 电机驱动器的 BLDC 电机，简化并自动化了调优过程。用户可在几分钟内配置和运行电机，只需四个必需的输入：额定电压、额定电流、额定转速和分流电阻值。详细的 *SmartTune* 执行程序在 [SmartTune 执行](#) 一章中进行了说明。

## 5.3 优化向导

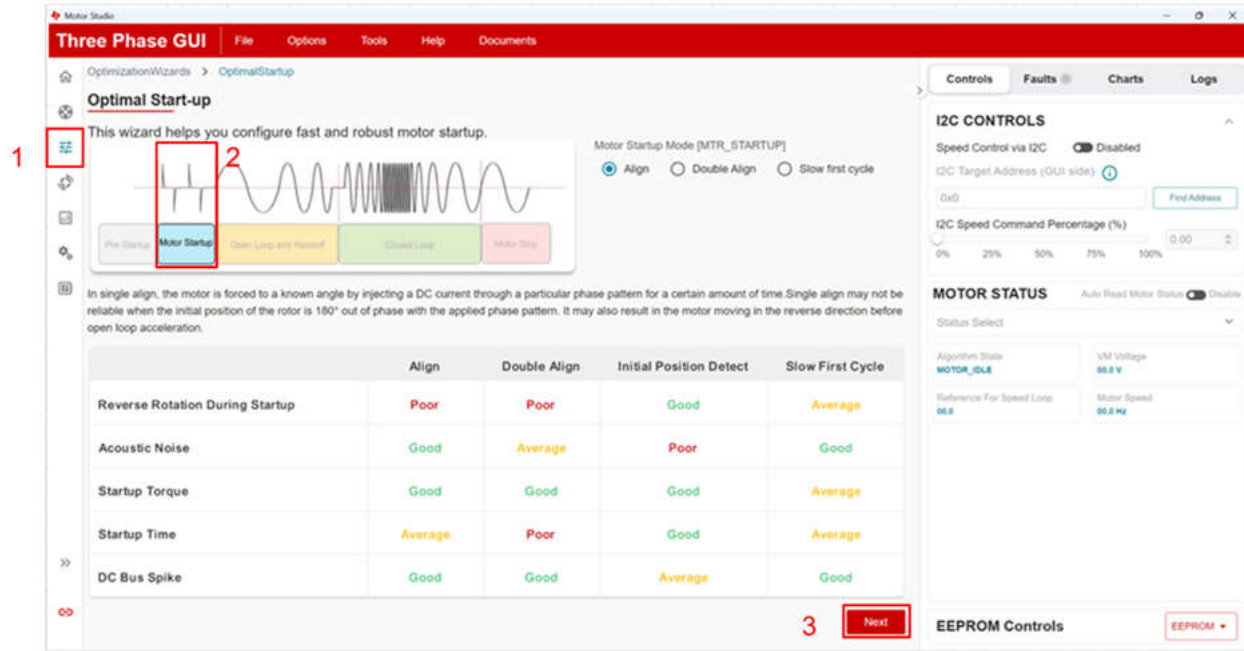


图 5-4. 优化向导

此页面为用户提供了基于电机运行阶段访问器件配置的权限，并提供了详细说明。页面顶部的图表展示了电机无传感器 FOC 运行的不同阶段。用户可以选择其中任何阶段，访问与所选特定阶段相关的参数。

例如，当用户选择图表中的 **Motor Startup** 部分时，将显示与电机启动相关的设置，以便于访问和配置。

## 5.4 电机参数提取工具 (MPET)

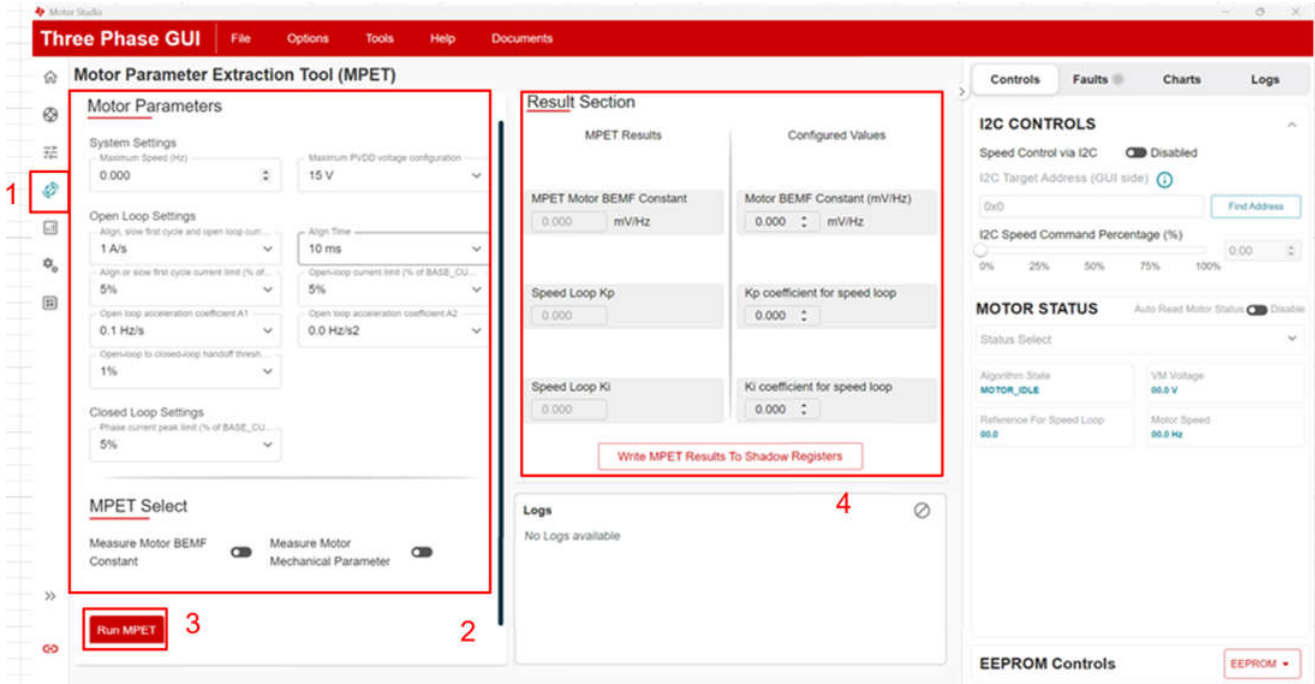


图 5-5. 电机参数提取工具 (MPET)

电机参数提取工具 (MPET) 是一种器件算法功能，可协助识别电机电气参数，包括相电阻、相电感、BEMF 常数和速度环路系数 (Kp 和 Ki)。

要执行 MPET，用户必须配置 MPET 页面 *Motor Parameters* 部分下列出的电机启动参数。

对于 MCF8329x 器件，必须在运行 MPET 之前建立以下配置：

- i) 基于分流电阻值的基极电流和 CSA 增益参数
- ii) 电机的相电阻和相电感

用户可以通过选择 *MPET Select* 下的选项来选择在 MPET 操作期间要测量的参数。

点击“*Run MPET*”命令按钮，启动电机参数测量。

成功执行 MPET 后，测得的参数将在 MPET 结果部分中显示。用户可以选择“*Write MPET Result To Shadow Registers*”按钮，将测量的电机参数传输到器件寄存器中。

### 备注

MPET 是 SmartTune 功能的子集。TI 建议使用 SmartTune 工具来识别电机参数。

## 5.5 闭环调优

*SmartTune* 提供基本调优配置，其中包括电流和速度环路的 Kp 和 Ki 系数。对于希望手动调优这些系数的用户，“闭环调优”页面提供一个调节这些环路系数的选项。[改进电流和速度调节](#)中介绍了调优速度和电流环路系数的详细过程

## 5.6 高级调优

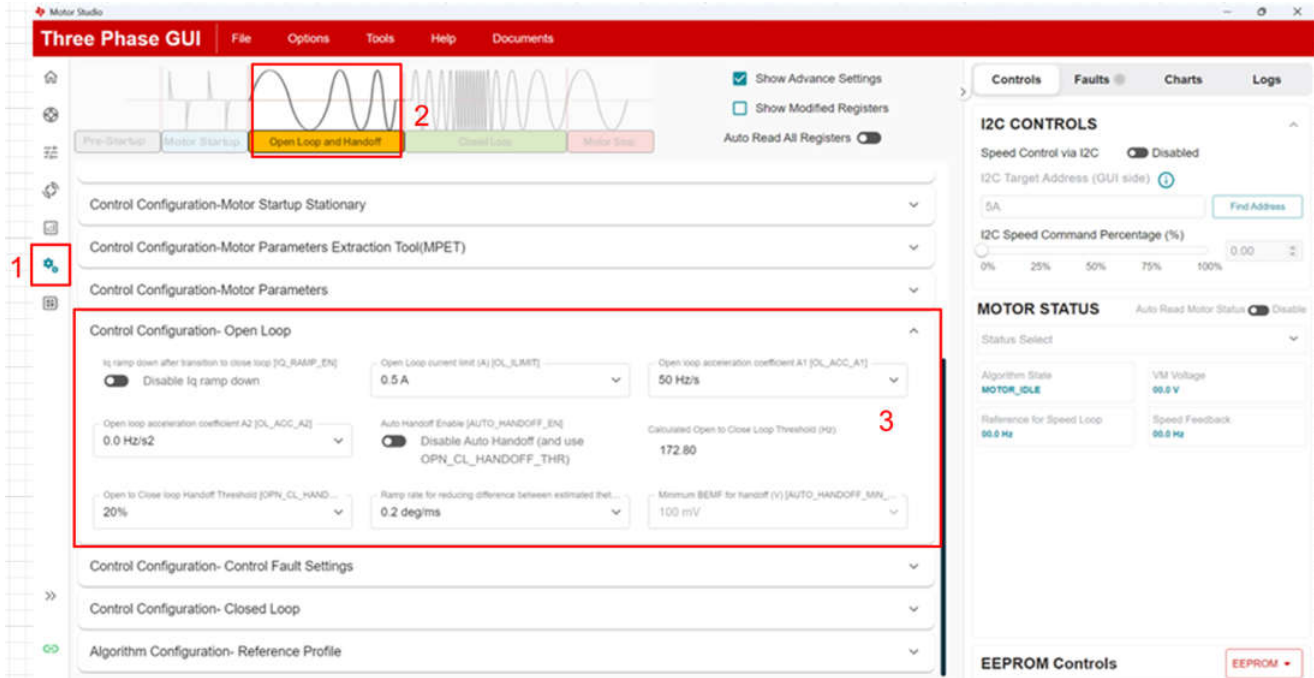


图 5-6. 高级调优

与优化向导类似，本页面为用户提供浏览按电机运行阶段组织的不同设置的选项。用户可以在顶部图表中选择电机运行阶段，然后 GUI 将打开相应的配置选项卡以进行访问。

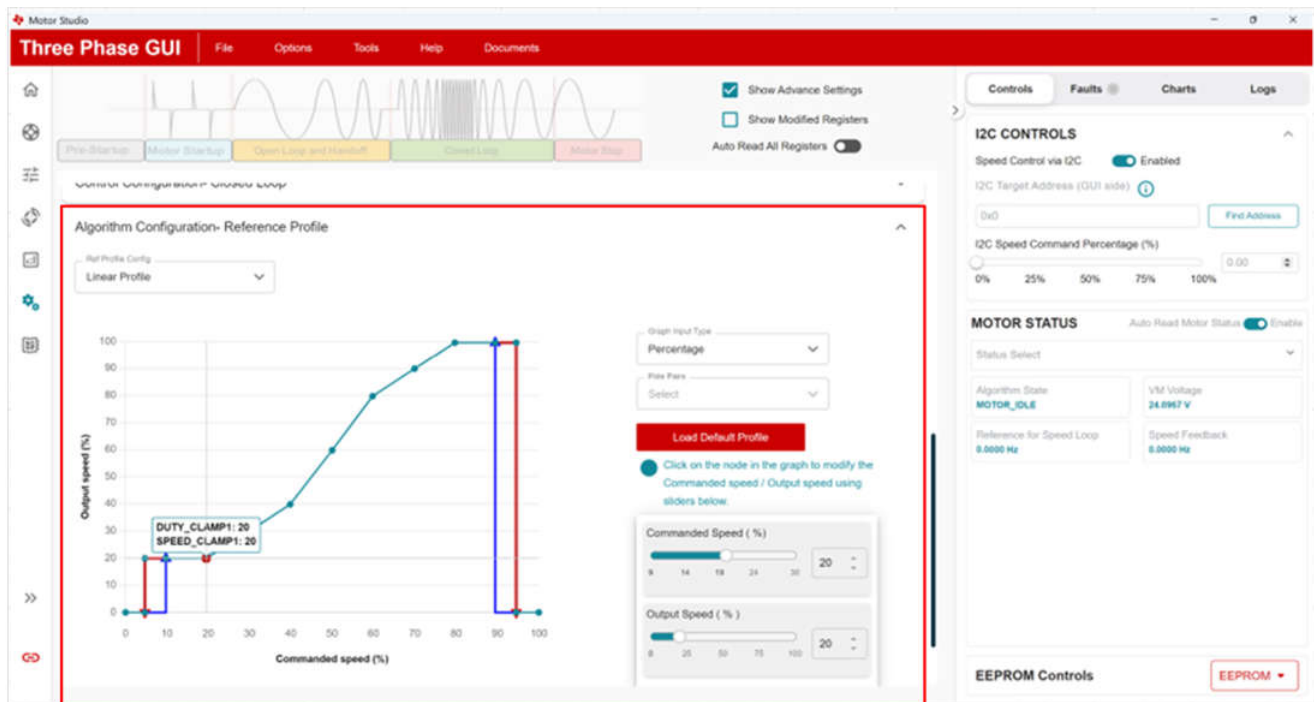


图 5-7. 基准曲线

Advanced Tuning 页面还为用户提供了以图形方式配置基准曲线的选项。

1. 用户可从“*Ref Profile Config*”下拉菜单中选择其中一个基准曲线选项（线性模式、阶梯模式和正向/反向模式）。
2. 基准曲线图可以使用不同的单位（百分比、RPM 和 Hz）进行绘制。需要选择电机的极数才能绘制带 RPM 的基准曲线。
3. “*Load Default Profile*”将加载默认图形。用户可以使用拖放方法修改曲线坐标。
4. 用户还可以通过选择其中一个坐标并使用 *Command Speed (%)* 和 *Output Speed (%)* 滑块调整值来更改该曲线。
5. 用户可以通过选择所需的坐标，然后将其移动并放到所需位置来调整转速占空比坐标。

## 5.7 寄存器映射

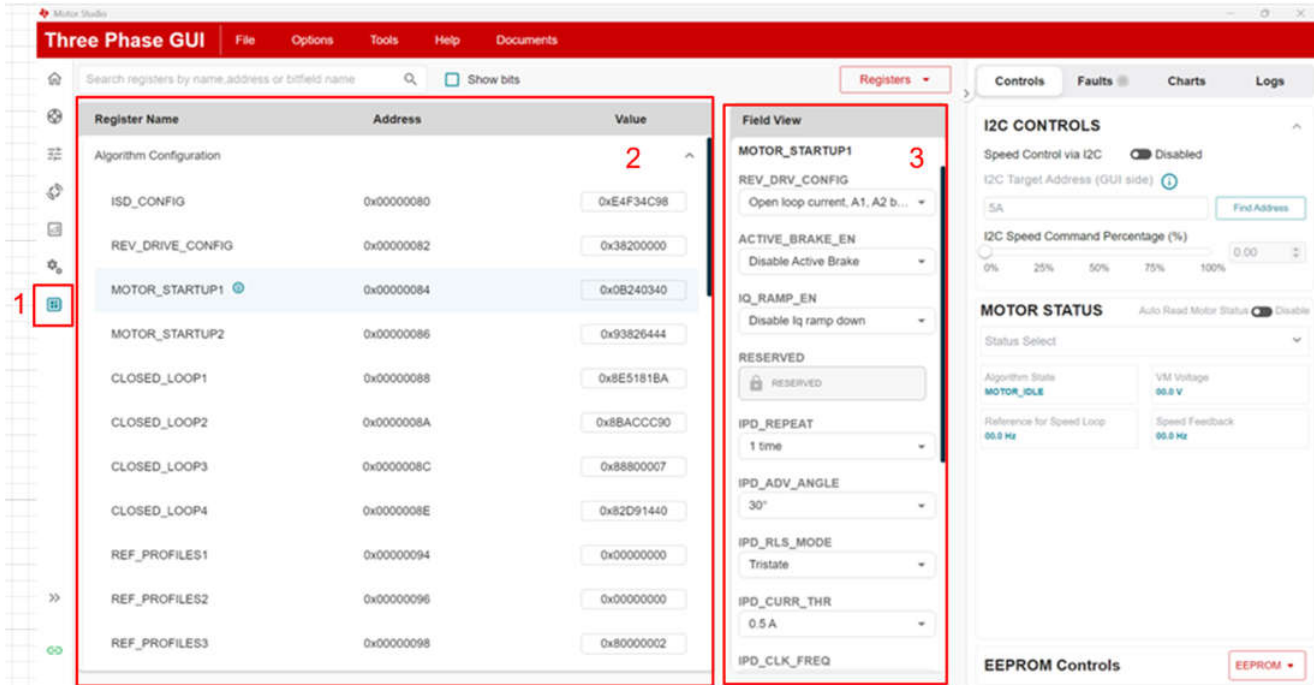


图 5-8. 寄存器映射

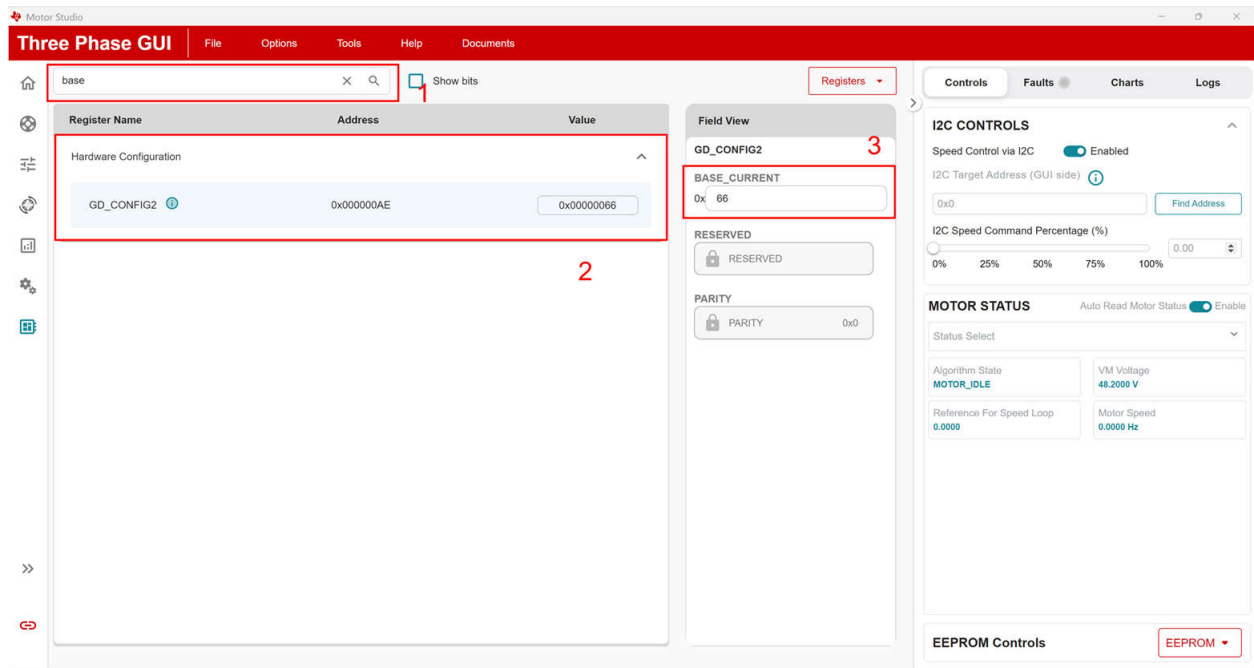


图 5-9. 寄存器映射 — 搜索窗口

本页列出所有器件寄存器设置以及寄存器名称、地址和数据。右侧字段视图显示与所选寄存器相对应的位字段。

用户可以在顶部提供的搜索文本框中直接输入寄存器名称、寄存器地址或寄存器位字段名称，来查找寄存器或寄存器位字段。

示例：搜索关键字“base”会列出包含“base”关键字的所有寄存器和位字段名称。

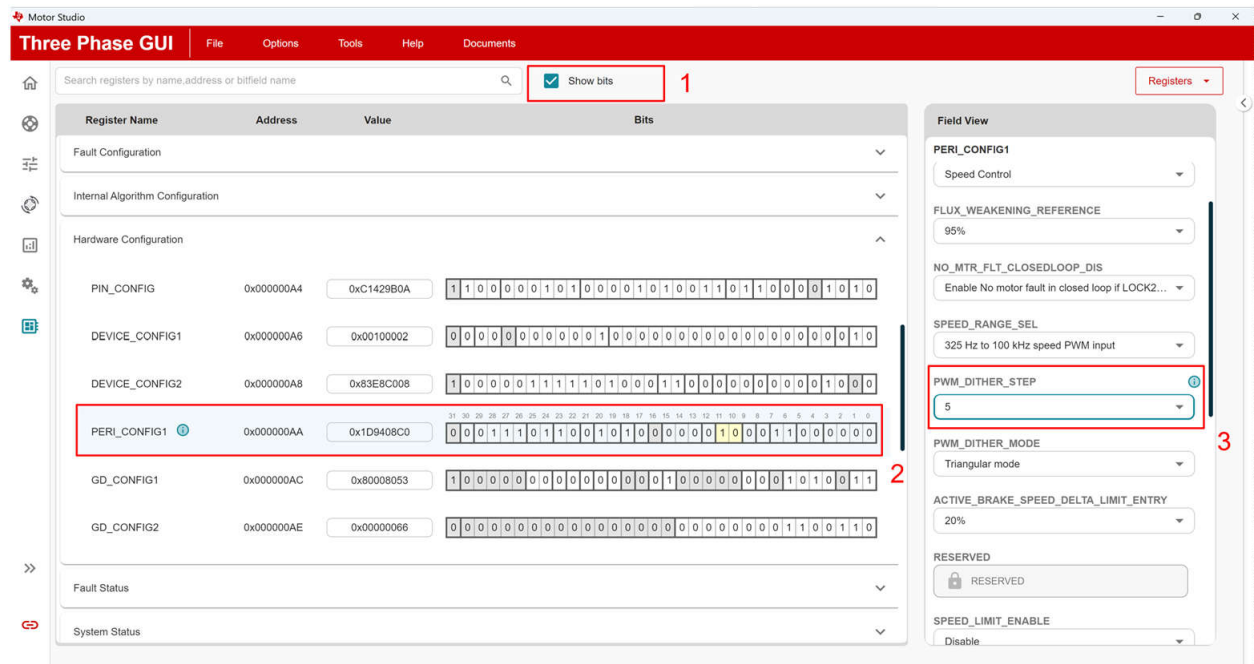


图 5-10. 寄存器映射 — 显示位

Show bits 功能可让用户轻松浏览寄存器中的位字段。

用户在 *Field View* 选项卡中选择特定位字段后，位映射窗口中将高亮显示特定位字段。反之，如果用户在位映射中选择特定的位字段，则相应的位字段将在 *Field View* 中高亮显示。

### 5.7.1 寄存器读取

选择 “*Read All*” 或 “*Read Selected*”，以使用器件中的最新寄存器值更新 *MotorStudio*。

“*Read All*” 将从器件影子存储器中读取所有寄存器内容，并在 *MotorStudio* 屏幕上更新这些值。

“*Read Selected Register*” 仅更新执行读取命令时选择的寄存器。

## 5.8 控制实用程序

### 5.8.1 控制

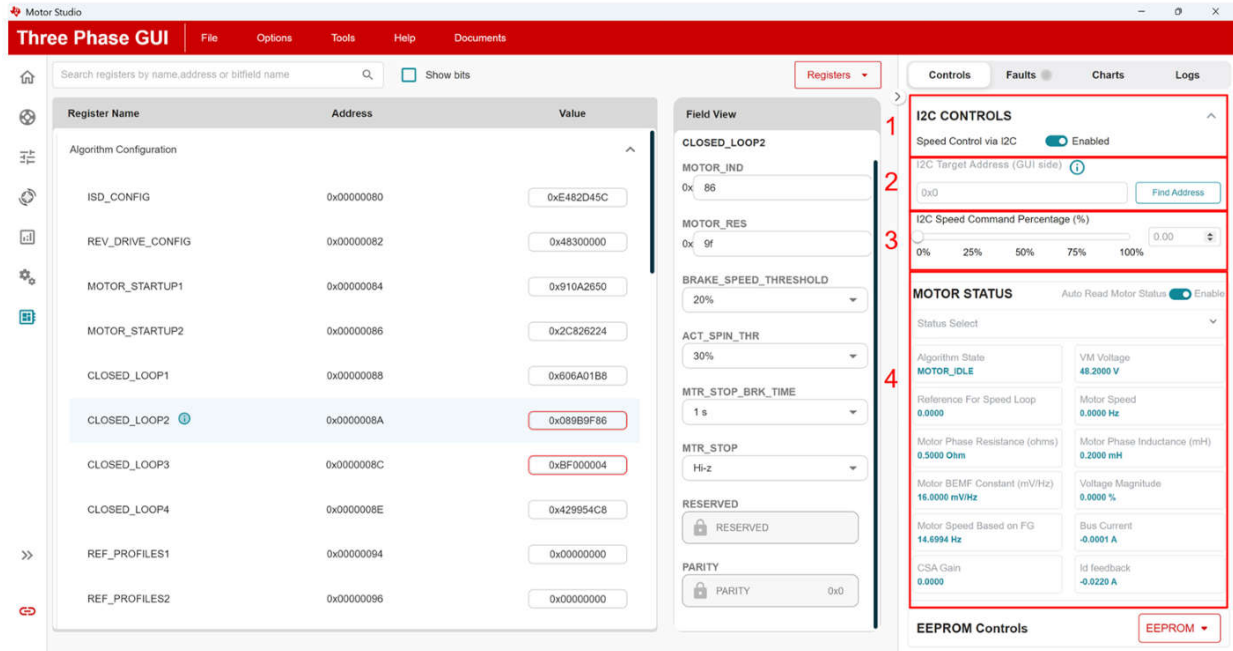


图 5-11. 控件

1. 通过 I2C 控制转速：启用此选项可通过 I2C 接口命令电机转速。
2. 显示所连接器件的 I2C 地址。
3. 用户可以通过 I2C speed command percentage (%) 滑块输入速度命令百分比，也可以在滑块旁边的文本框中直接输入转速百分比数字。
4. 启用 “Auto read Motor Status” 以查看状态变量。用户可通过 *Motor Status* 部分提供的下拉按钮来选择状态变量。

### 5.8.1.1 EEPROM 读取/写入

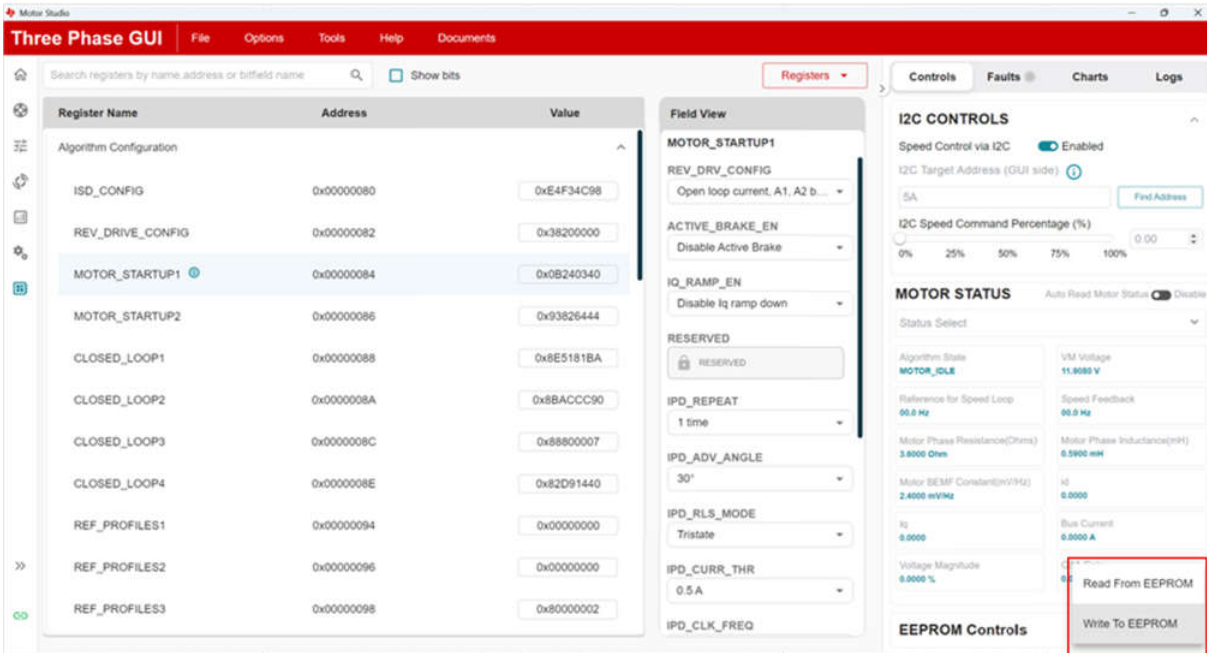


图 5-12. 控制 — EEPROM 读取/写入

1. GUI 会显示从器件影子存储器读取的寄存器数据。*Read From EEPROM* 选项将寄存器数据从器件的 EEPROM 移至影子存储器。用户需要通过 *Registers* 下拉按钮发出 “*Read All*” 命令，以在 GUI 上显示此 EEPROM 数据。
2. *Write To EEPROM* 命令允许用户将更新后的影子存储器数据写入器件 EEPROM 存储器。

#### 备注

执行 EEPROM 写入操作时，器件必须处于空闲模式。应启用 *Speed control via I2C* 选项，并将 *I2C speed command percentage (%)* 设置为 0，以使器件保持在空闲状态。

### 5.8.2 故障

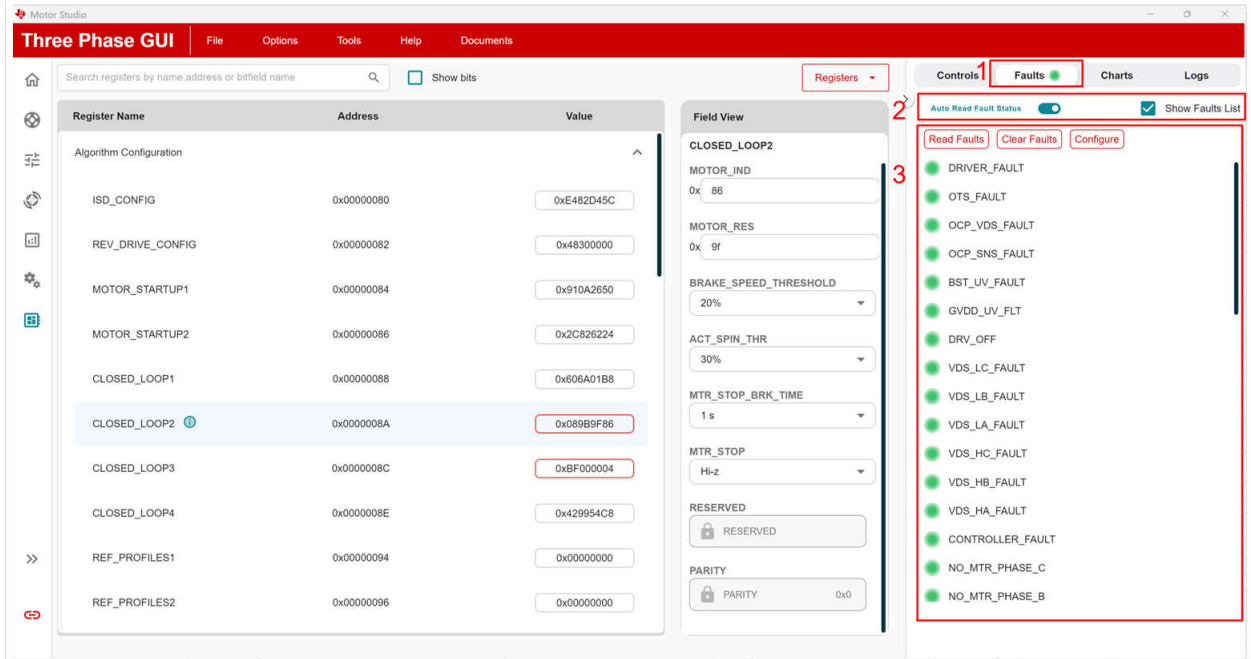


图 5-13. 故障

显示器件的故障状态。保持选中“*Auto Read Fault Status*”选项，以使屏幕上的器件故障状态保持最新。

“*Clear Faults*”按钮可清除电机运行期间发生的任何锁存故障，并允许电机旋转。

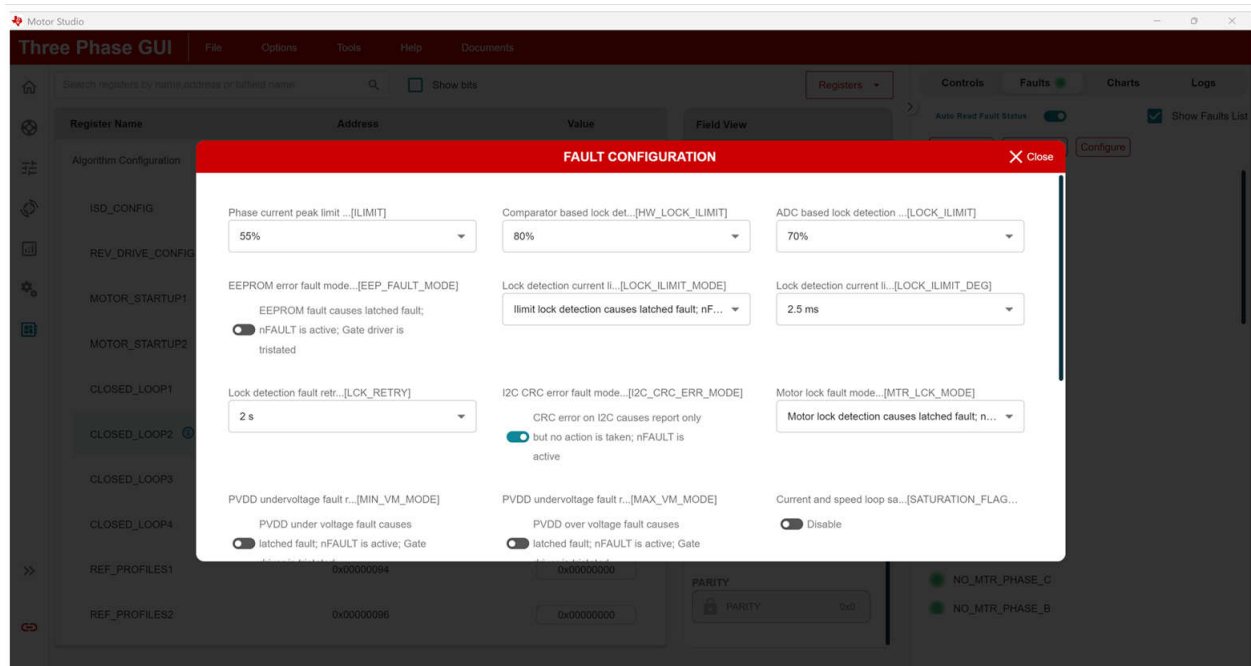


图 5-14. 故障 — 故障配置

*Configure* 按钮可帮助用户浏览器件支持的不同故障配置。

发生故障时，用户可以打开故障配置窗口，并根据应用要求调整参数。

### 5.8.3 图表

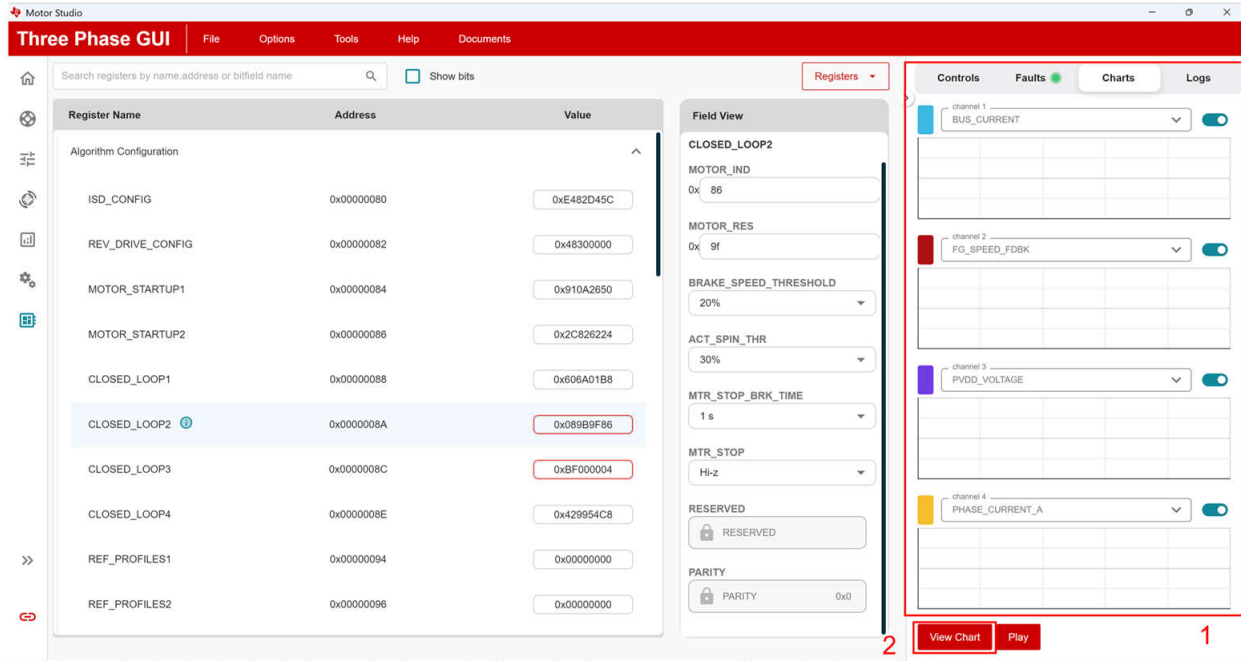


图 5-15. 图表

可以选择所有电机状态变量以在图表窗口中查看。可以在图表上同时绘制四个电机状态变量。为所有四条通道选择所需的电机状态变量，并选择 Play 按钮以在图表窗口中查看变量状态。通过选择“View chart”选项，可以最大化图表屏幕。

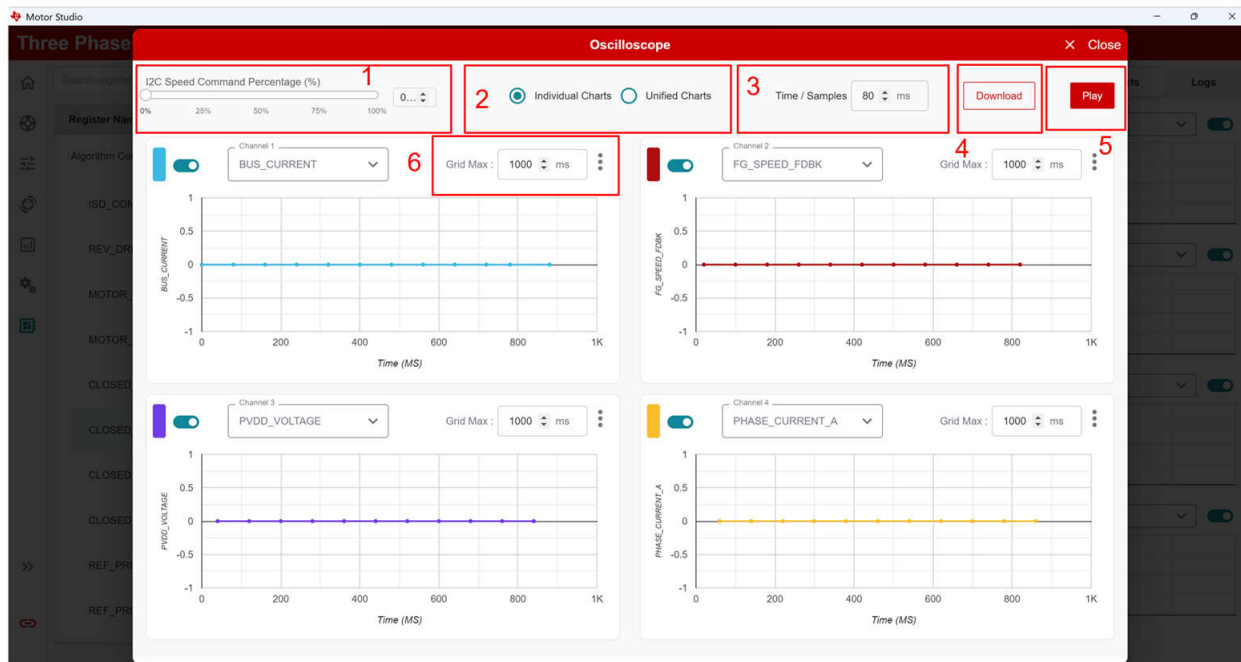


图 5-16. 图表 — 示波器

1. 用户可以通过 I2C Speed Command Percentage (%) 滑块调节转速命令。
2. 图表可以单独查看，也可按统一的方式查看。在统一视图中，两个电机状态变量一起显示，以便于关联。
3. 可通过调整 Time/Samples 值来选择图形分辨率。

4. 选择 **Download** 按钮可下载 CSV 格式的图形数据，以供用户手动分析该数据。
5. 选择 **Play** 按钮将在屏幕上开始绘制图形。
6. 通过在 “**Grid Max**” 中选择所需的数字，可以调整图形的最大时间刻度。

### 5.8.4 日志

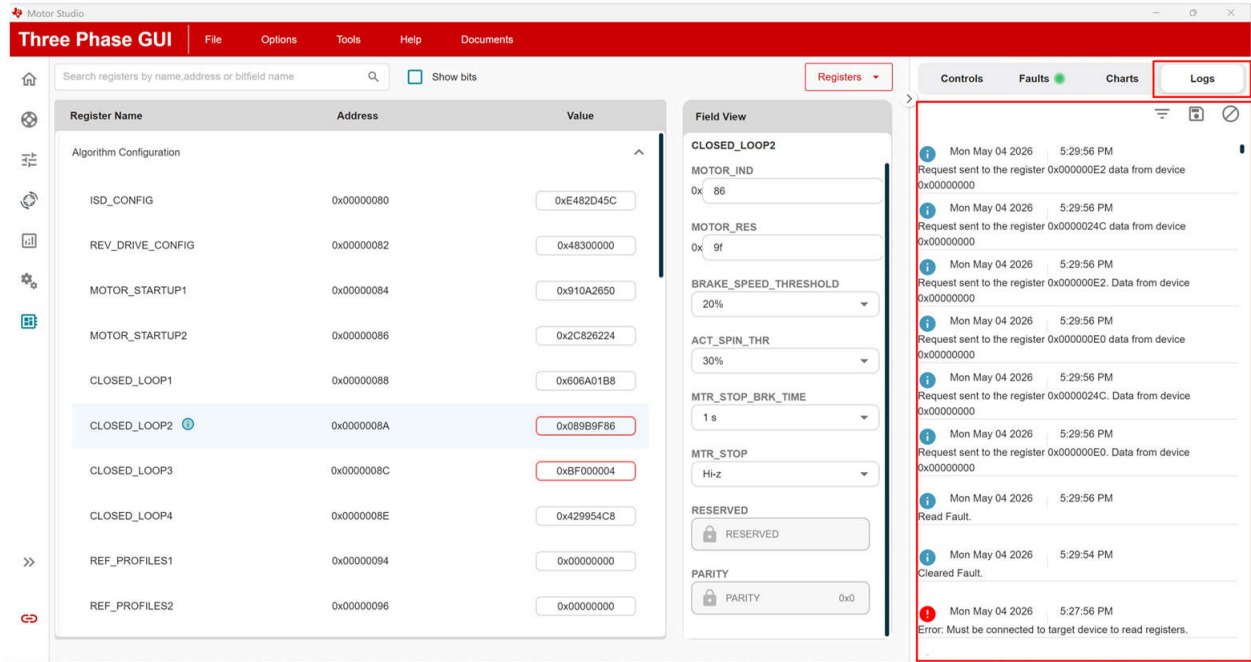


图 5-17. 日志

所有 *MotorStudio* 活动均在日志窗口中捕获，并带有标准时间戳。

**Filter** 选项允许用户选择特定类别的日志。

用户可以将日志 **保存** 到本地 PC 驱动器以供离线查看。

**Clear** 选项有助于清除屏幕上的日志。

## 5.9 其他实用程序

### 5.9.1 脚本编写工具

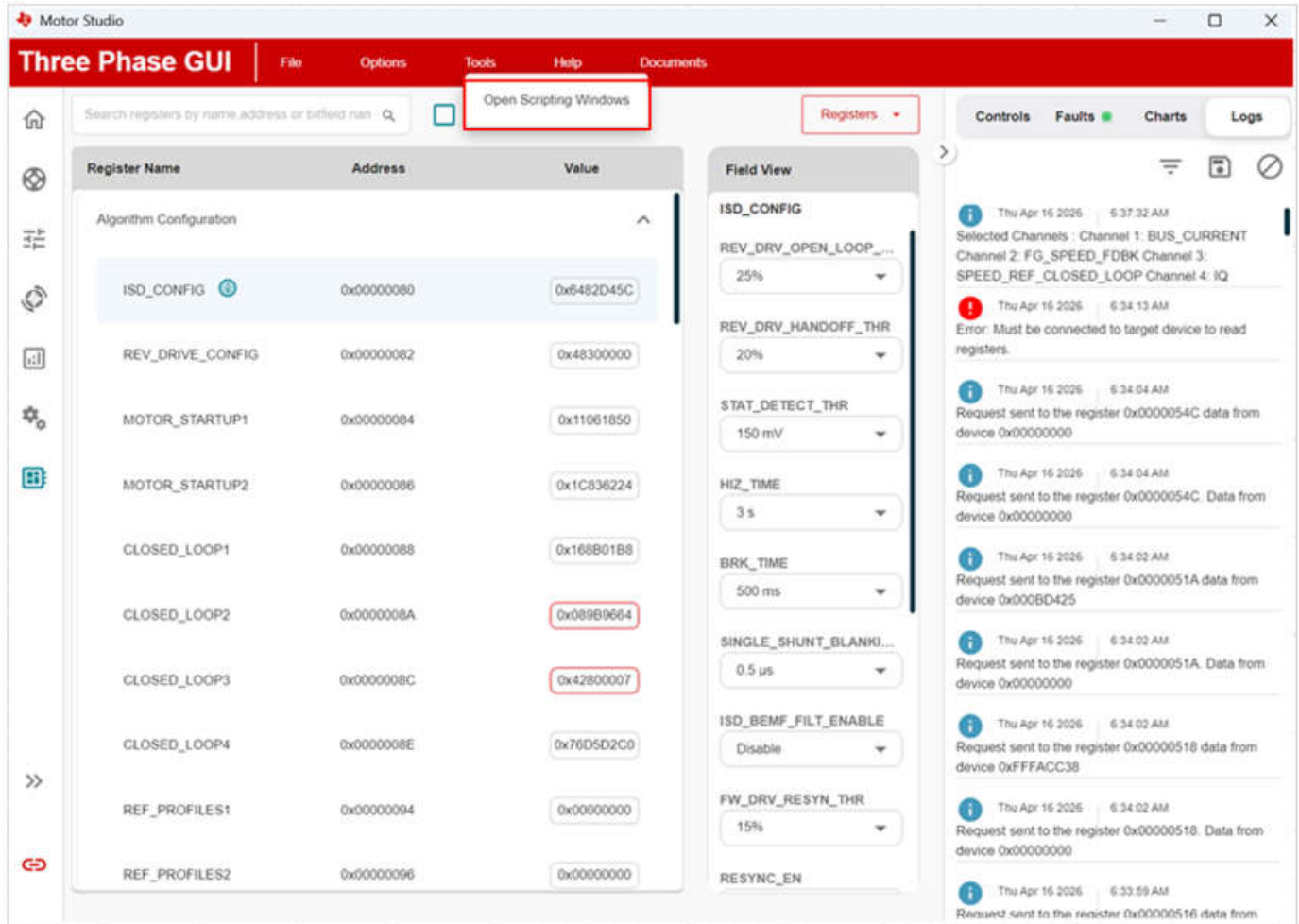


图 5-18. 打开脚本编写窗口

这是 *MotorStudio* 内置的脚本编写功能，允许用户使用所有编程逻辑来自动执行器件寄存器读取/写入操作，从而执行电机启动/停止操作以及定期读取电机故障状态等任务。

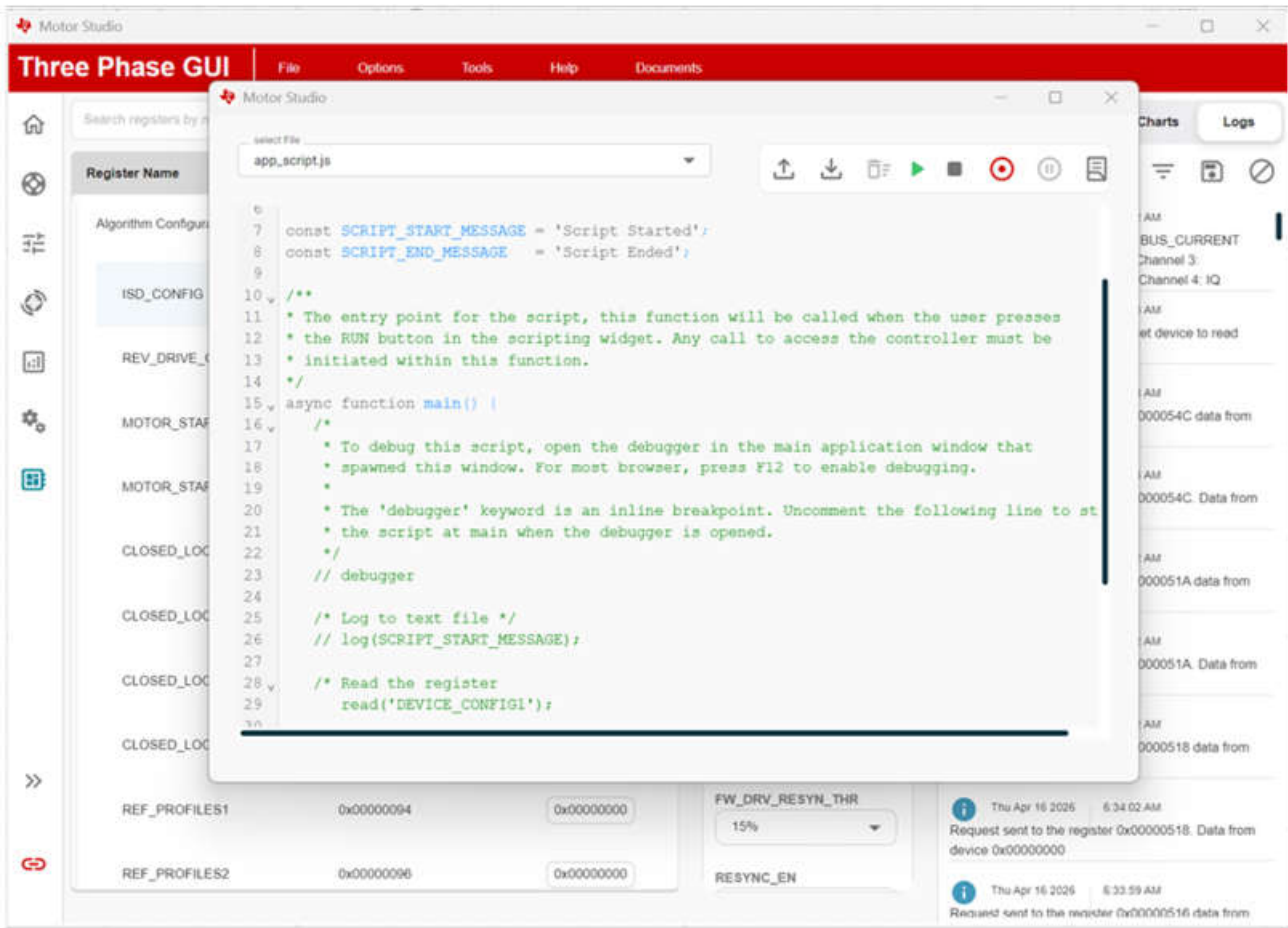


图 5-19. 脚本编写窗口

选择 **Tools** 菜单下的 “**Open Scripting Windows**” 以打开脚本编写工具。脚本编写工具将打开，并包含一个示例脚本。

请注意，现有的演示脚本文件无法修改。用户需要创建一个新的 .js 文件来编写新脚本，并选择 “**Open Script**” 选项以将新脚本导入脚本编写工具中。

如果在脚本编写工具中打开脚本时对其进行了任何更改，请选择 “**Save Script**” 。

用户可以从 “**Select File**” 下拉框中选择脚本文件，然后选择 **Play** 按钮来运行该脚本。

选择 **Stop** 按钮可终止脚本执行。

### 5.9.2 Compare Tuning File 工具

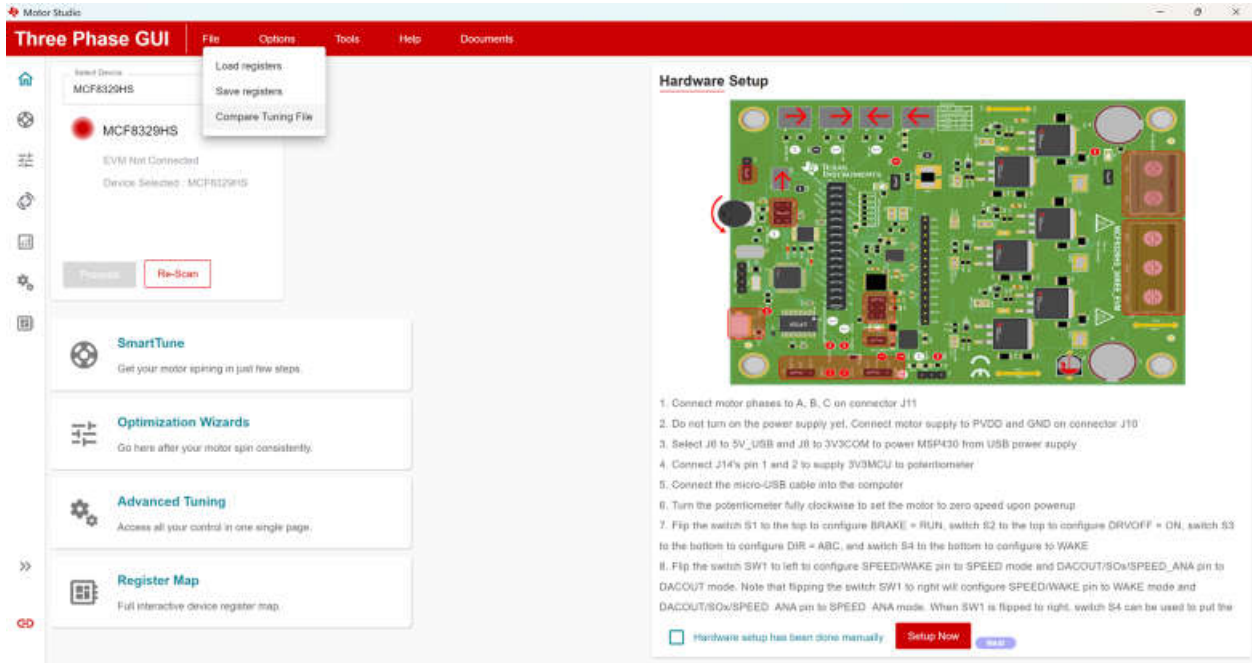


图 5-20. 打开 Compare Tuning File

此工具可帮助用户比较两个不同调优文件中的配置。

可通过在 *File* 菜单中选择 “*Compare Tuning File*” 选项打开该工具。

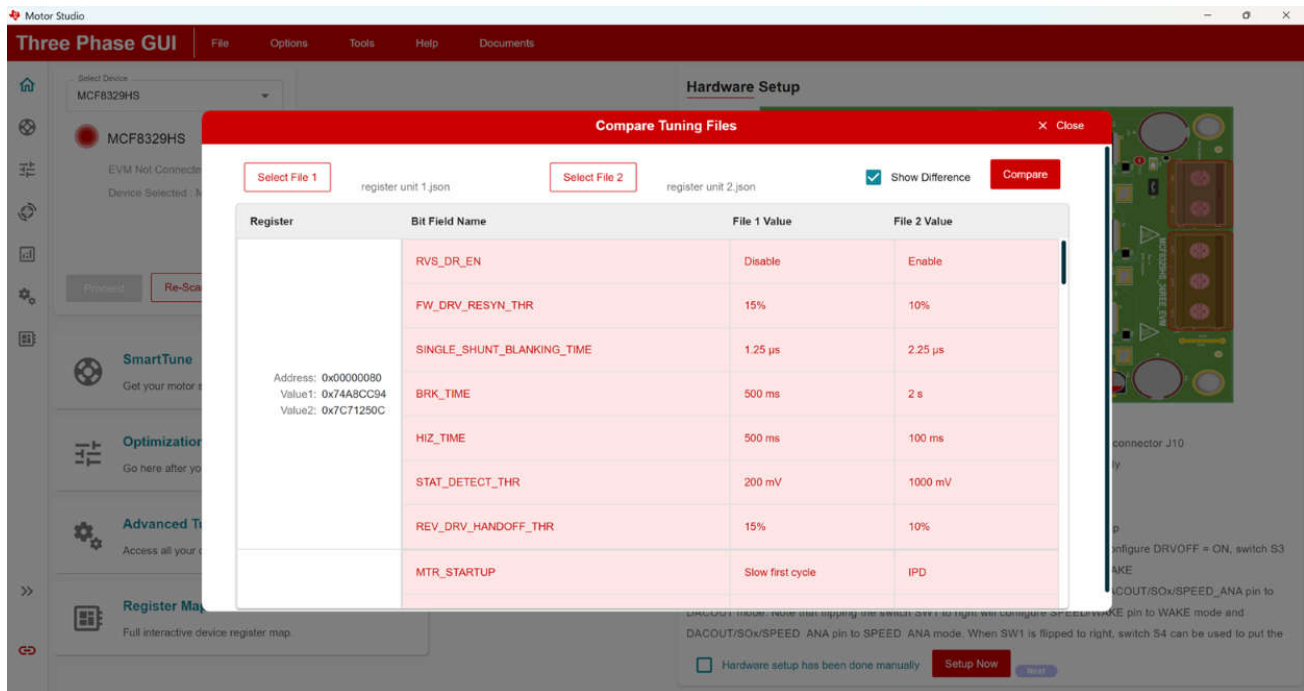


图 5-21. Comparing Tuning Files

通过选择 “*Select file 1*” 和 “*Select file 2*” 按钮，选择需要进行比较的两个文件，然后选择 “*Compare*” 按钮，以查看所选调优文件之间的配置差异。

## 6 旋转电机

### 6.1 将 MCF83xx 连接到 GUI

在将 MCF83xx EVM 连接到计算机之前，启动 *MotorStudio* 应用程序并从下拉列表中选择特定的产品。点击 *Proceed*，然后点击 *Setup Now* 按钮，获取有关如何连接电源、连接电机以及配置 EVM 上的跳线和开关的说明。

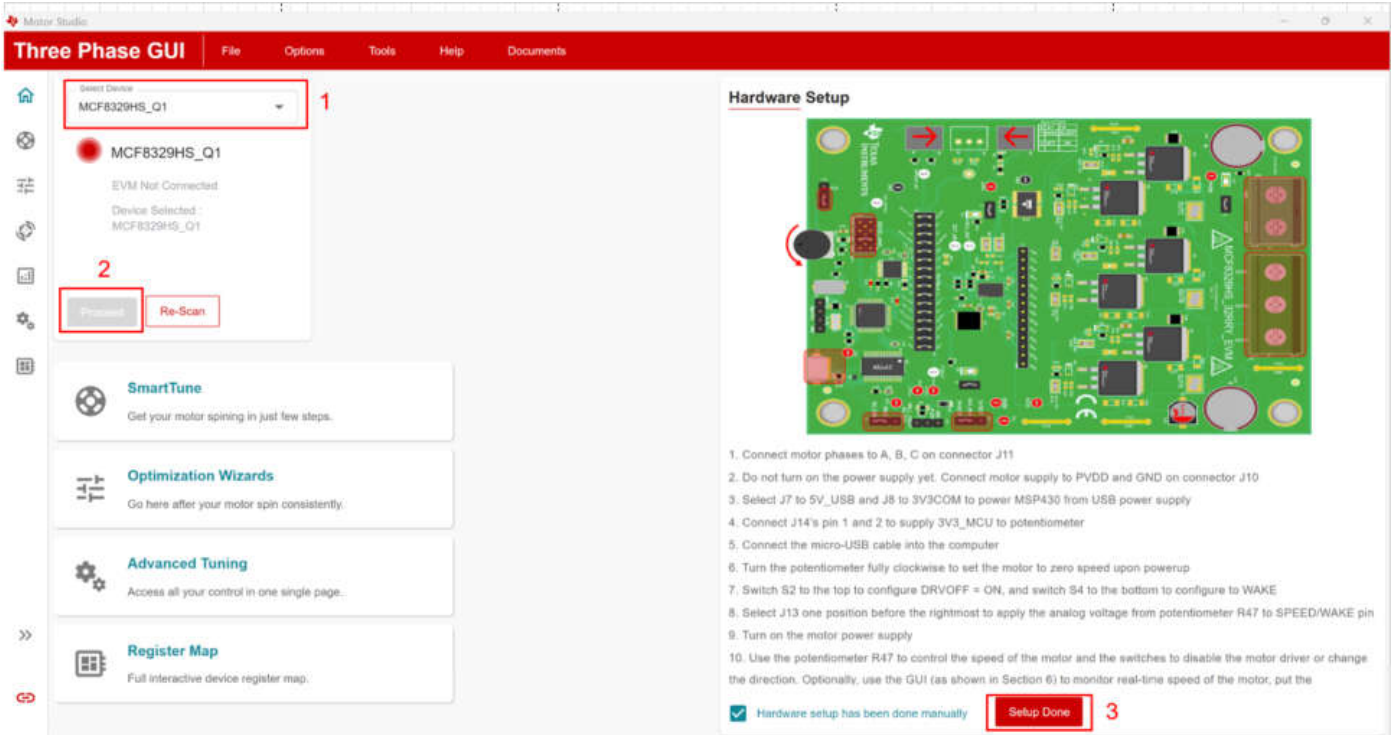


图 6-1. EVM 硬件设置

硬件设置完成后，打开连接到 EVM 的电源。几秒钟后，*MotorStudio* 应连接到 EVM，图 6-2 中所示的两个图标将变为绿色。如果 EVM 未连接，请点击 *Re-Scan* 按钮。

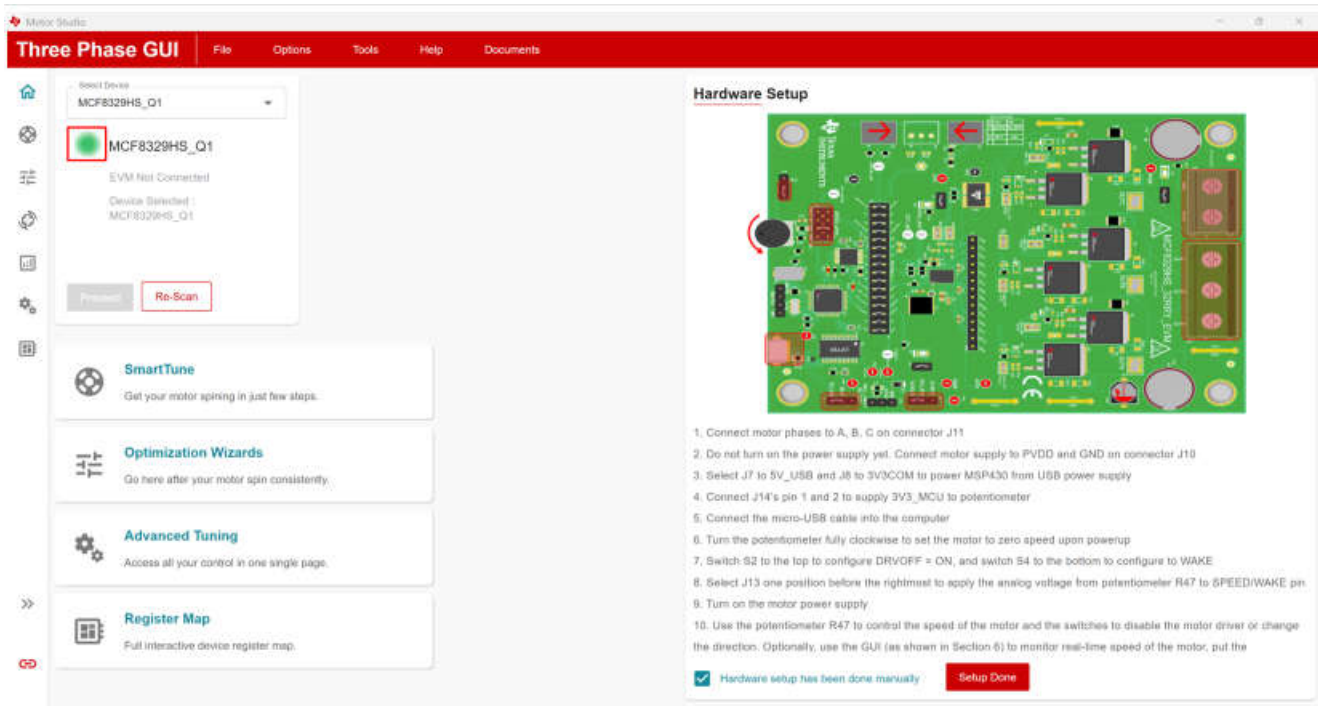


图 6-2. EVM 连接指示器

**备注**


如果 GUI 无法在一分钟后连接到 GUI，请断开 EVM 与 PC 的连接，重新启动 *MotorStudio* GUI。  
*MotorStudio* 再次启动后，将 EVM 重新连接到 PC。

**6.2 SmartTune 执行**

要启动配置过程，请在 *MotorStudio* 主页或左侧导航菜单选择 *SmartTune*。输入所需的电机参数，包括额定电压、额定电流、额定转速和 EVM 分流电阻值 (5mΩ)。

在 *SmartTune* 页面的 *Basic Information* 部分中，选择相应的负载条件，对于带机械负载的电机，选择 *Load*，对于无外接负载的电机、选择 *No Load*。

在可用的器件选项中，选择最适合应用要求的控制模式，然后单击 *Generate Configuration* 按钮以启动 *SmartTune*。

选择每个文本框旁边的  以访问有关相应参数的附加信息。

**备注**

分流电阻 仅在使用 MCF8329x 产品时才必须配置。MCF831x 产品不需要此规范

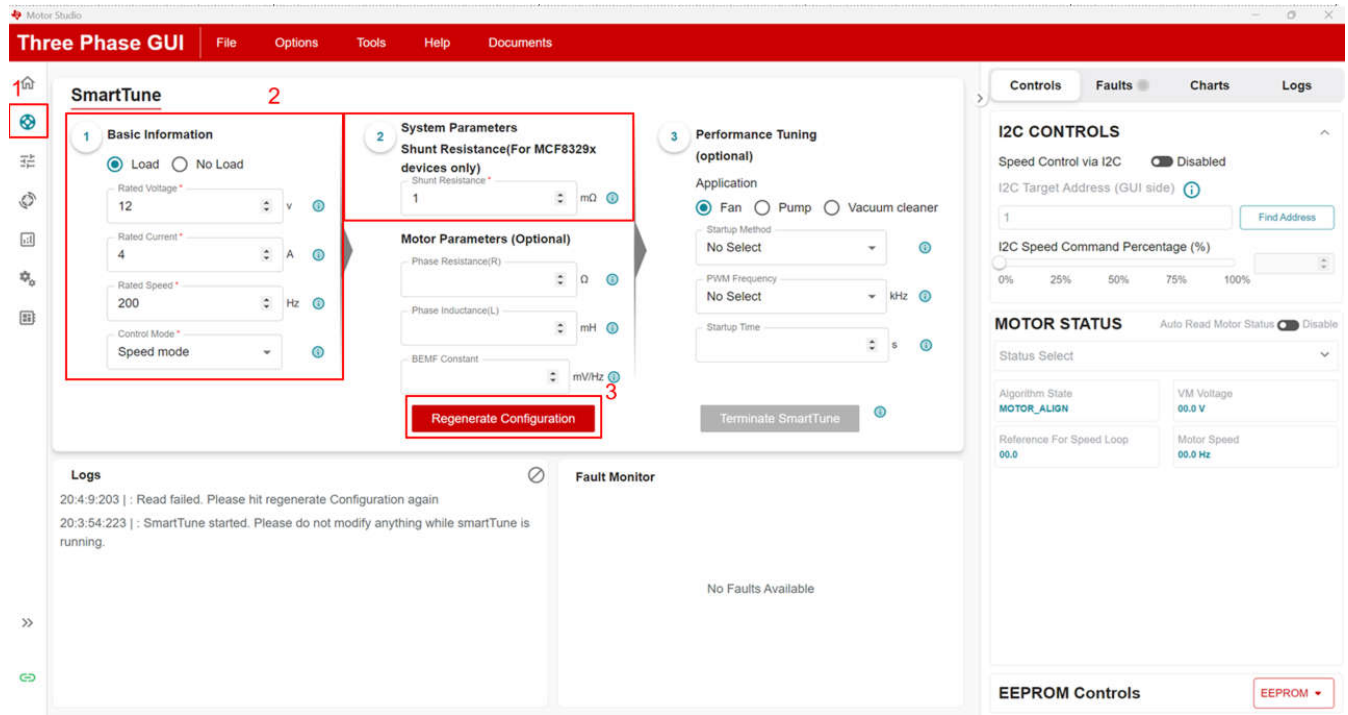


图 6-3. SmartTune 基本配置

*SmartTune* 执行一种算法，可根据用户选择的控制模式测量电机的电气参数（包括电机相电阻、电感、BEMF 常数），并根据用户选定的控制模式计算控制环路系数。此外，其还可配置很多参数，如启动模式、开环电流和加速率以及实现 1 级所需的各种故障配置：旋转电机功能，如 图 6-4 中标注所示。

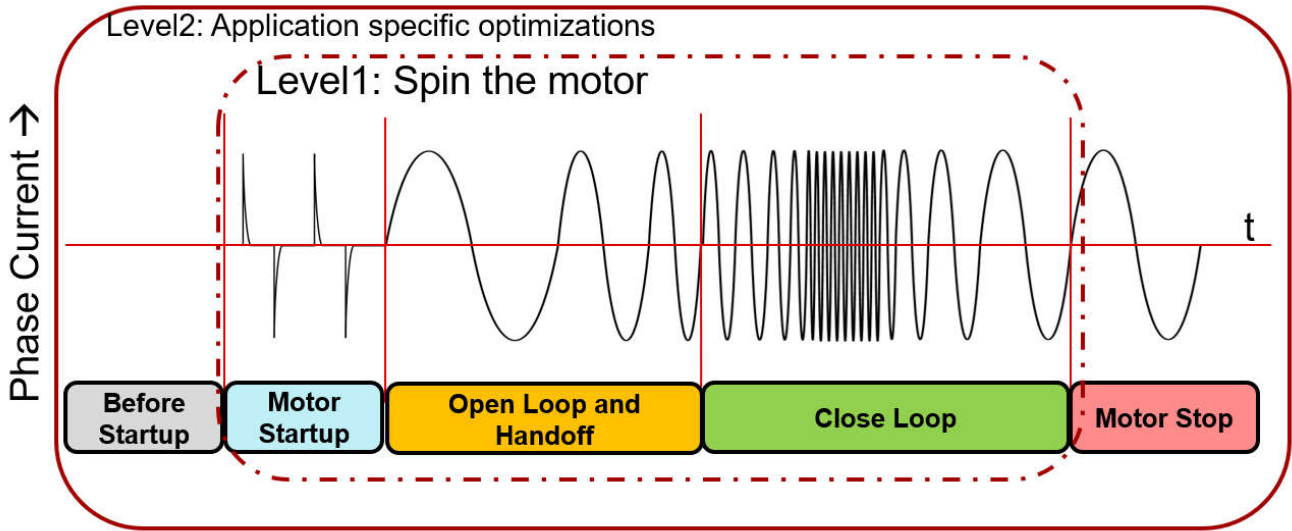


图 6-4. 调优阶段

成功完成 *SmartTune* 后，*Regenerate Configuration* 按钮下方和日志窗口中将显示配置成功消息。然后，用户可以按照 *测试是否成功启动至闭环* 中提供的说明操作电机。

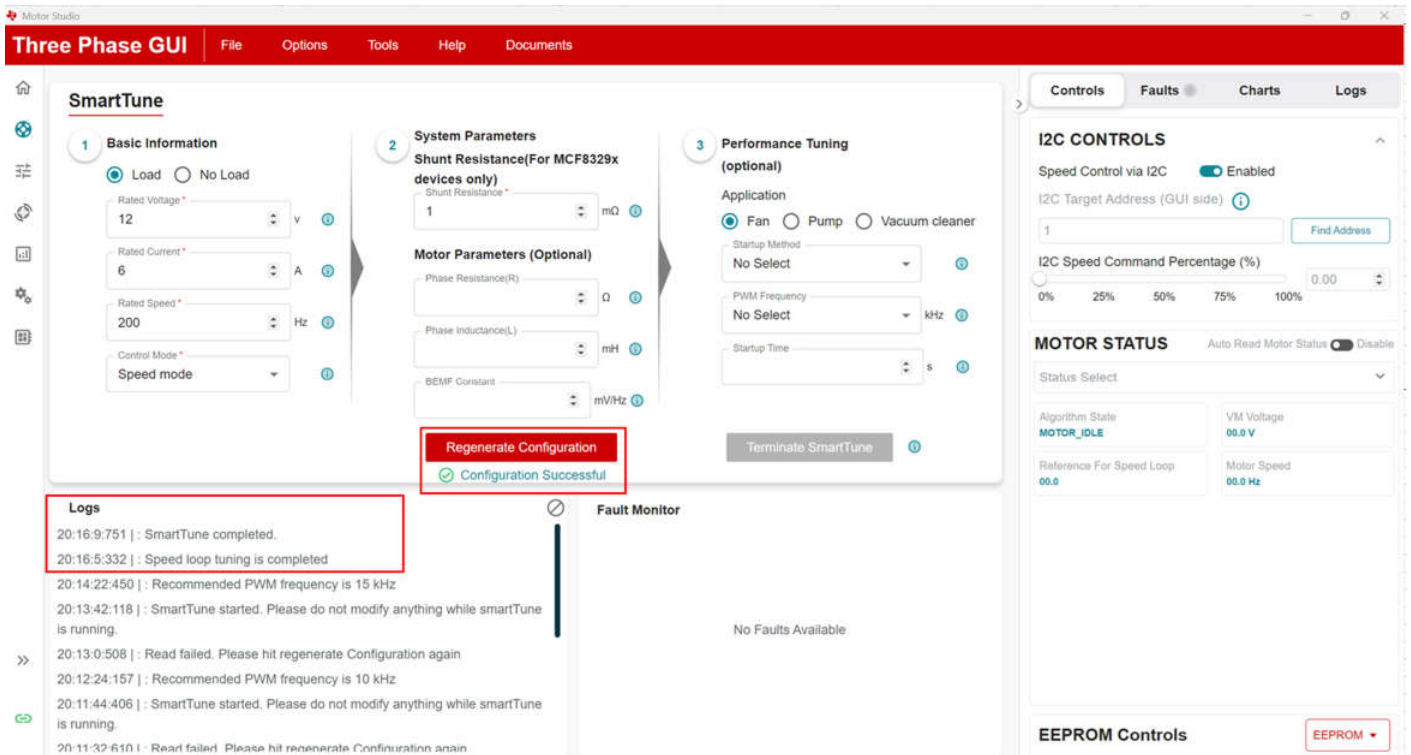


图 6-5. SmartTune 成功

用户可以通过选择 *Terminate SmartTune* 按钮随时终止 *SmartTune* 执行过程。

在 *Performance Tuning* 界面，*SmartTune* 允许用户选择其应用程序并自动生成最佳电机参数。用户还可以在性能调优选项中手动输入特定参数，如启动方法、PWM 频率和启动时间。这些手动配置可覆盖 *SmartTune* 生成的设置。

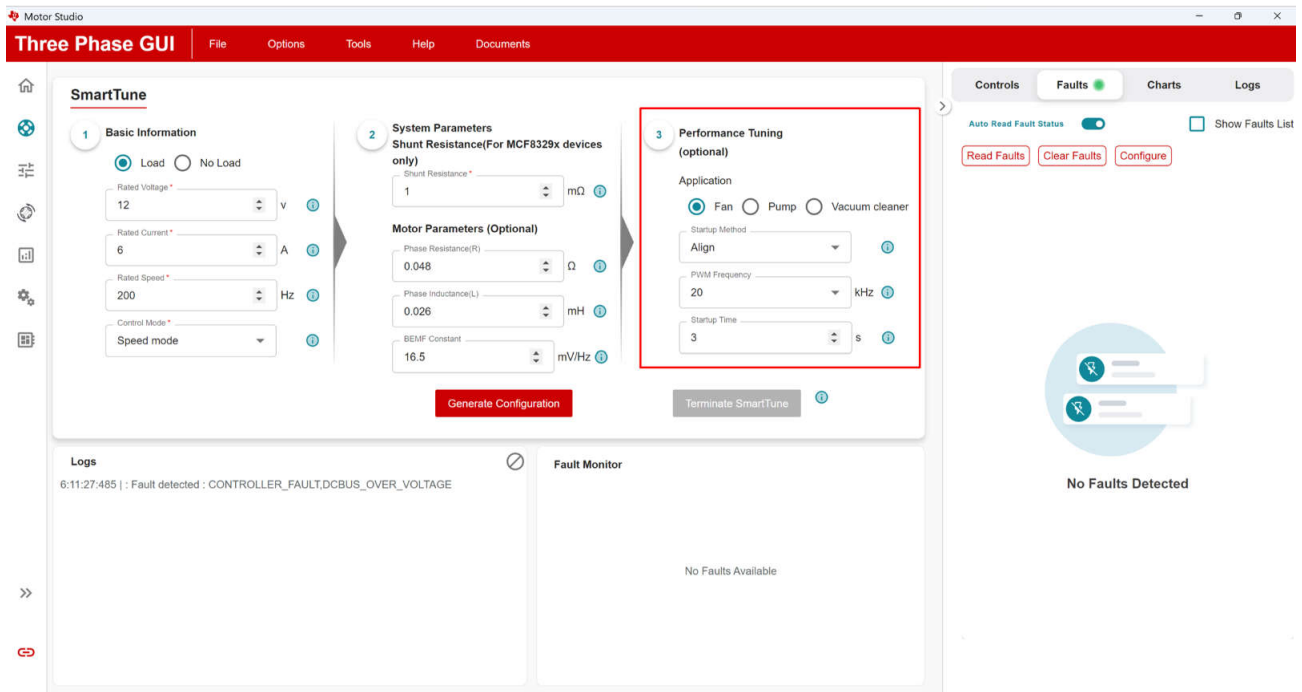


图 6-6. SmartTune 性能调优

如果 *SmartTune* 无法生成电机调优参数、用户可以通过在 *Motor Parameters* (可选) 部分输入电机参数, 例如相电阻 (*R*)、相电感 (*L*) 和 *BEMF* 常数, 尝试再次运行该工具。

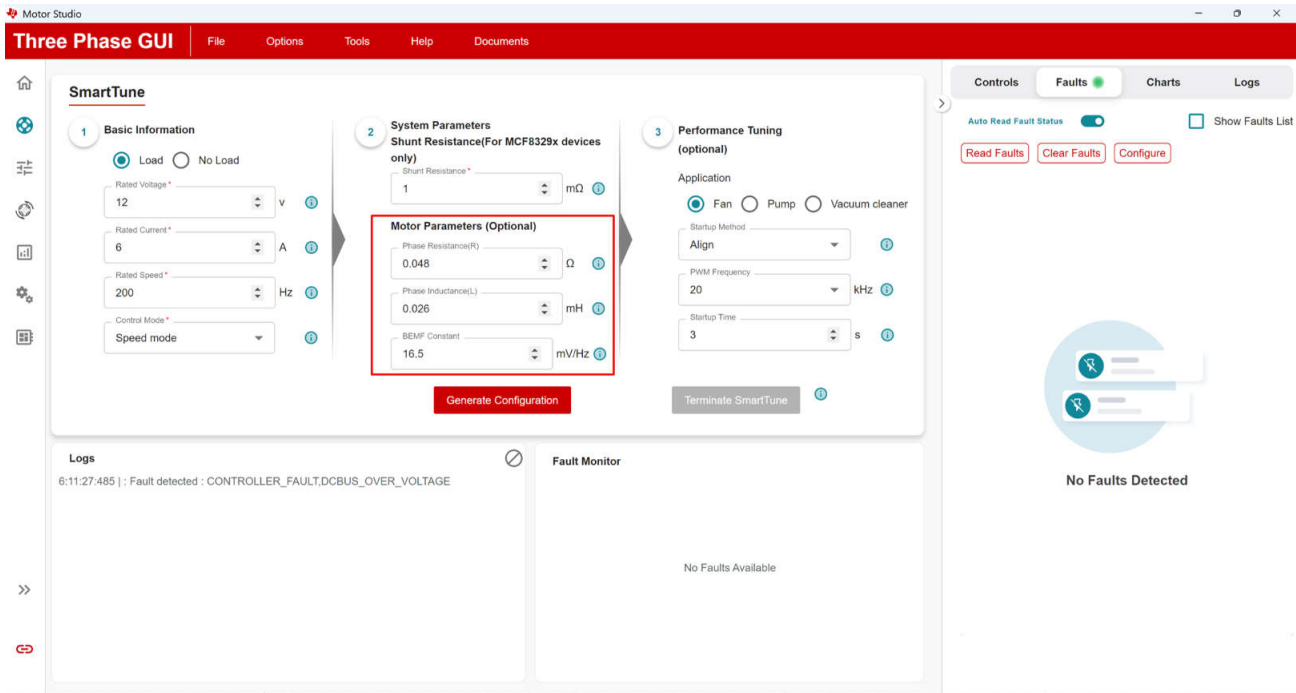


图 6-7. *SmartTune* 可选参数

如果 *SmartTune* 无法成功完成, 请查看 [SmartTune 常见问题页面](#), 其中提供了有关常见故障情况及其解决方案的详细信息。

如果 *SmartTune* 在输入电机电气参数后反复无法生成电机调优参数, 建议用户按照适用的产品特定调优指南手动配置电机参数。

### 6.3 改进电流和速度调节

MCF83xx 产品利用场定向控制 (FOC) 来运行电机, 并通过比例积分 (PI) 控制器完成电流和速度调节。该器件可自动根据电机电气参数 (特别是电阻和电感) 来计算电流 PI 控制环路系数。这些计算得出的值将显示在 CURRENT\_PI 寄存器中。

要更改电流环路增益, 用户可以从 CURRENT\_PI 寄存器复制器件计算出的 [CURRENT\_LOOP\_KP] 和 [CURRENT\_LOOP\_KI] 值, 并将修改后的值输入到 CLOSED\_LOOP3 寄存器中的相应 [CURR\_LOOP\_KP] 和 [CURR\_LOOP\_KI] 设置中。

*MotorStudio Close loop tuning* 页面提供了通过 “Time Domain Graph” 调节电流环路系数的功能。用户可调节环路系数 “*I<sub>q</sub>*、*I<sub>d</sub>* 电流环路 *K<sub>p</sub>* 系数” 与 “*I<sub>q</sub>* 和 *I<sub>d</sub>* 环路 *K<sub>i</sub>* 系数”, 通过选择 “绘制电流响应” 按钮, 即可在 “时域曲线图” 中检测电流 (安培) 随时间 (秒) 的变化曲线。

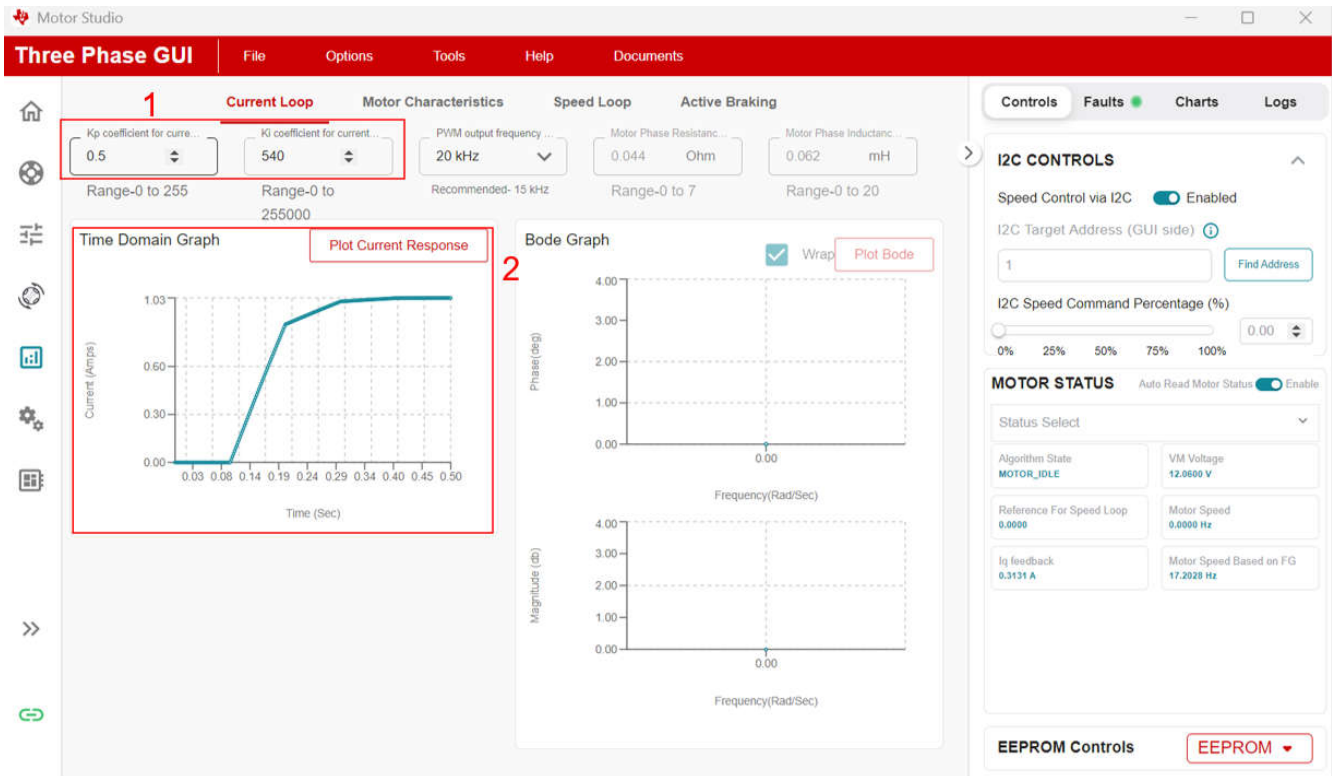


图 6-8. 电流环路调优

速度 PI 环路系数根据电机机械参数（包括电机惯性和摩擦系数）计算得出。在用户无法访问这些电机机械参数的情况下，*Closed Loop Tuning* 页面提供了确定指定电机的速度环路 Kp [SPD\_LOOP\_KP] 和 Ki [SPD\_LOOP\_KI] 系数的功能。按照下面概述的过程计算速度环路系数。

1. 使用 PERI\_CONFIG1 -> [CTRL\_MODE] = "Current Control" 配置将电机设置为电流控制模式。
2. 在 *Motor Characteristics* 选项卡中，通过发送覆盖电机全速运行范围的 I2C 转速指令，填写“当前电流 ( $I_{peak}$  - 安培)” - “转速反馈 (Hz)”对照表。“当前电流 ( $I_{peak}$  - 安培)”和“转速反馈 (Hz)”数据都可以从 MOTOR STATUS 窗口中的“*Iq feedback*”和“*Motor Speed Based on FG*”参数中获取。
3. 停止电机时，记录电机滑行“时间 (秒)”以及“初始转速 (Hz)”和“最终转速 (Hz)”，然后将这些捕获的值输入到指定的文本字段中。
4. 选择“*Measure Motor Characteristics*”按钮，软件将计算电机机械特性并在 *Motor Characteristics* 窗口中显示这些参数。

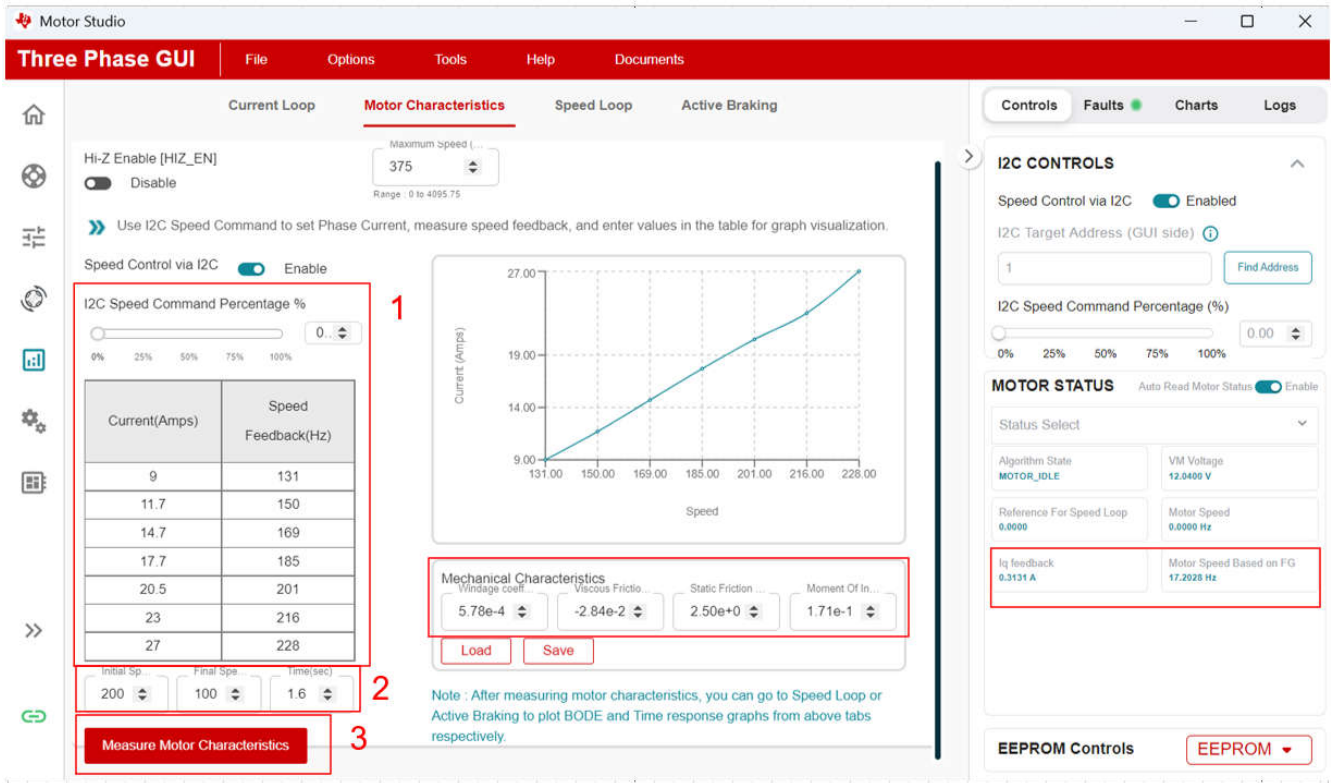


图 6-9. 电机特性

导航至 **Speed Loop** 选项卡，输入所需的电机“初始转速 (Hz)”、“最终转速 (Hz)”及“最大仿真时间” (秒)，在“时域曲线图”中点击“Plot Speed Response”按钮，即可根据计算得出的速度环系数生成转速 (Hz) - 时间 (秒) 响应曲线。

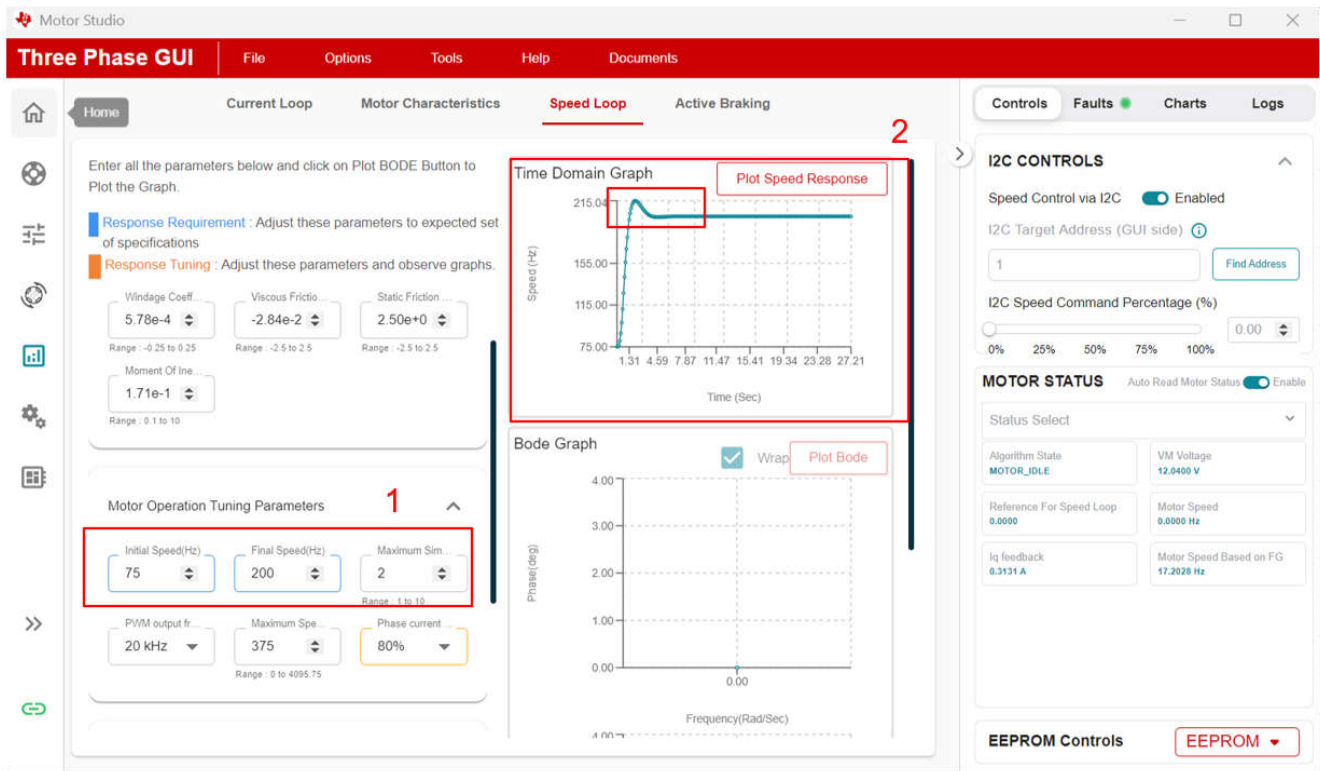


图 6-10. 电机运行调优参数

用户可调整“速度环路  $K_p$  系数”和“速度环路  $K_i$  系数”值，并通过“时域曲线图”再次监控响应，以便进一步调优。

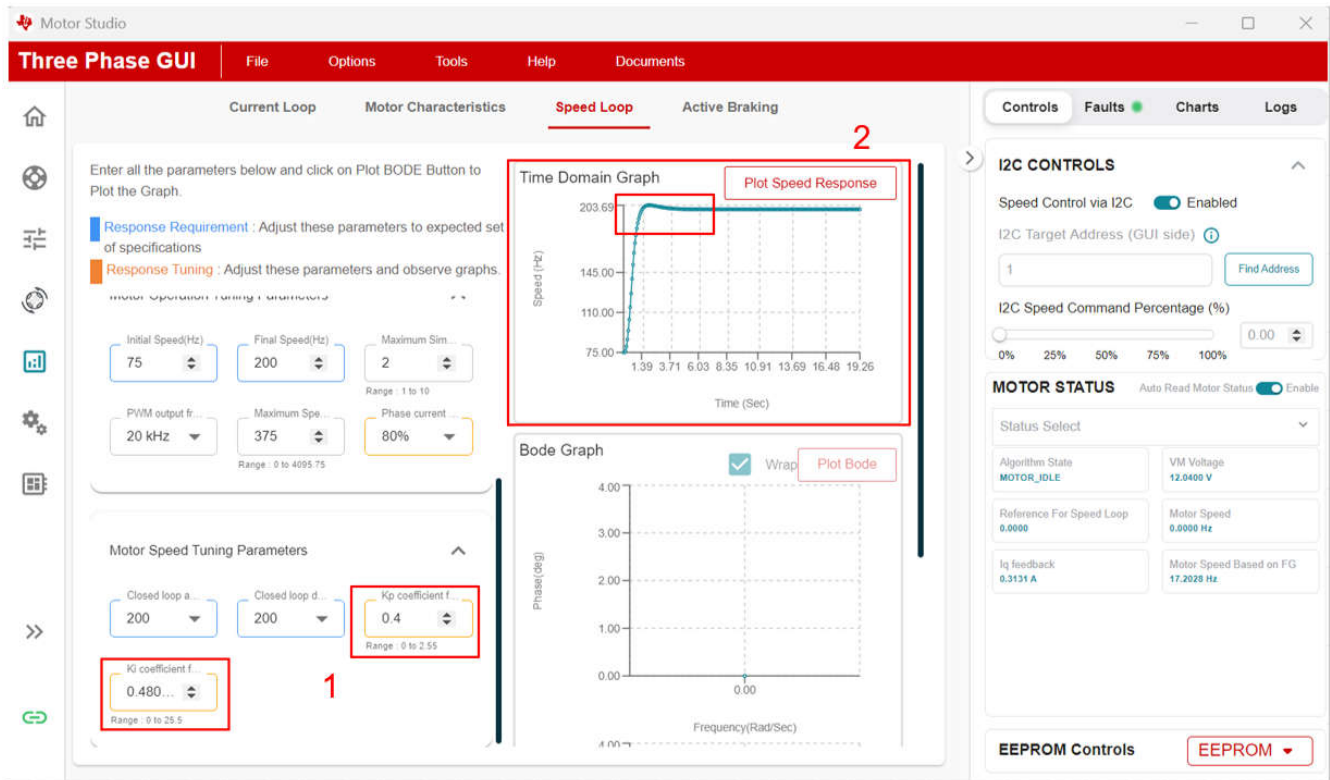


图 6-11. 电机速度调优参数

## 6.4 测试是否成功启动至闭环

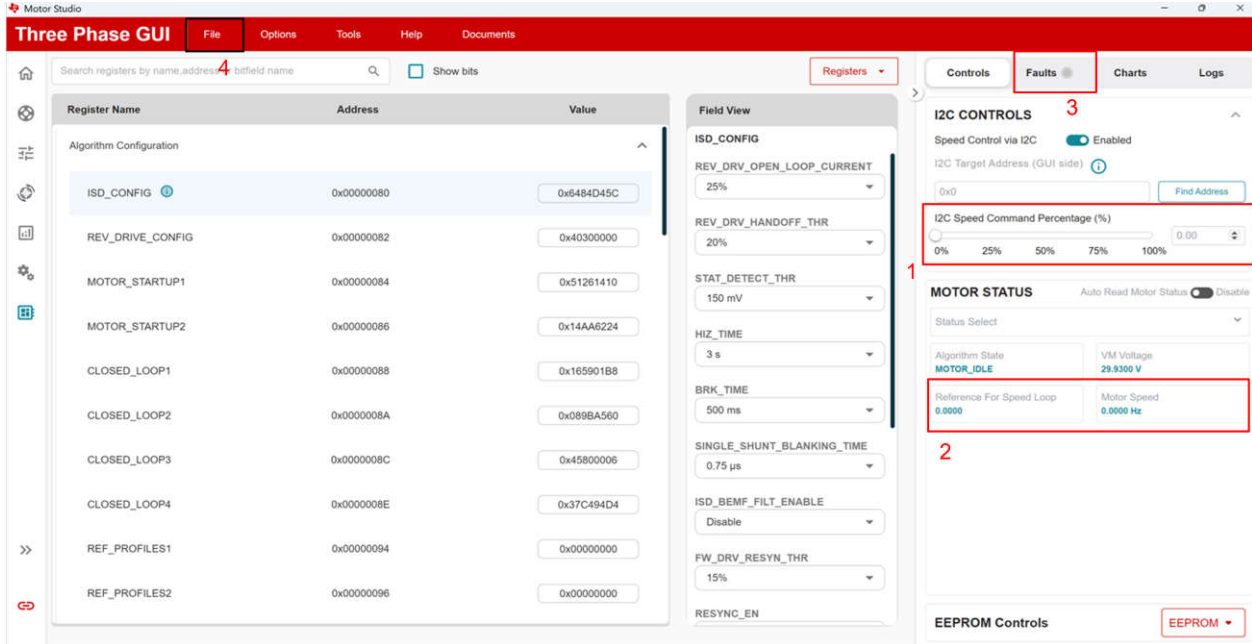


图 6-12. 旋转电机

1. 使用滑块按钮启用 *Speed command via I2C*。
2. 使用 **Controls** 部分中的滑块或文本框应用非零速命令。提供速度命令后，电机应开始旋转并加速，直到电机达到目标速度。
3. 电机停止加速后，检查 **Motor Status** 部分下 *Reference for Speed Loop* 和 *Speed FDBK* 中的值是否接近同一值。
4. 如果 **Faults** 选项卡显示红色圆圈，则检查是否存在任何故障。如果已报告故障，请转至产品特定调优指南中的故障处理主题，并按照调试步骤纠正故障。
5. 一旦电机能够旋转进入闭环而不触发任何故障，请停止电机并通过依次点击 **File** -> **Save Registers** 将寄存器配置保存到 json 文件中。在弹出的窗口中，选择 **Json File** 并点击 **Save** 按钮。
6. 为了在器件上电时对 [MCF8329HS 数据表第 7 节](#) 中介绍的寄存器进行配置，这些寄存器值可加载到 EEPROM 中。要将所配置的寄存器值写入 EEPROM，请点击位于 **MotorStudio** 右下角的 **EEPROM** 下拉菜单，然后选择 **Write to EEPROM** 选项。在弹出的窗口中点击 **Yes** 按钮。

## 7 总结

*MotorStudio* 是一款用户友好型图形界面工具，可简化无刷直流 (BLDC) 电机的调优过程。它允许用户轻松初始化电机并优化参数，可加快器件评估和产品开发。本指南专门介绍了如何利用 *Motor Studio* 的功能，使用 MCF83xx 控制器对 BLDC 电机进行调优。

## 8 参考资料

- 德州仪器 (TI)，[MCF8316D 无传感器磁场定向控制 \(FOC\) 集成式 FET BLDC 驱动器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI)，[MCF8329HS-Q1 无传感器磁场定向控制 \(FOC\) 三相 BLDC 栅极驱动器](#) 数据表。

## 9 修订历史记录

<b>Changes from Revision * (April 2025) to Revision A (April 2026)</b>	<b>Page</b>
• 删除了 <a href="#">电机运行</a> 部分.....	3
• 新增了 <a href="#">系统要求</a> 部分.....	3
• 新增了 <a href="#">MOTORSTUDIO GUI 安装</a> 部分.....	3
• 更新了 <a href="#">开始使用 MOTORSTUDIO</a> 部分.....	4
• 新增了 <a href="#">旋转电机</a> 部分.....	19

## 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月