



摘要

本文档随 MCF8316A 客户评估模块 (EVM) 一起提供，作为 MCF8316Ax 数据表 ([MCF8316A 三相无传感器-FOC BLDC 电机驱动器](#)) 的补充。本用户指南详细介绍了如何实现 EVM 硬件以及如何对电路板进行设置和供电。

内容

1 注意事项和警告.....	2
2 引言.....	3
3 快速入门指南.....	4
4 硬件和软件概述.....	5
4.1 硬件连接概述 - MCF8316AEVM.....	5
4.2 连接详细信息.....	5
4.3 MSP430FR2355 微控制器和用户界面.....	7
4.4 LED 指示灯.....	8
4.5 用户可配置设置.....	9
5 硬件设置.....	11
6 MCF8316A GUI 应用.....	12
6.1 运行 GUI.....	12
6.2 离线安装程序.....	12
7 MSP430FR2355 接口固件.....	14
7.1 下载 Code Composer Studio 并导入 MSP430FR2355 接口固件代码.....	14
7.2 使用 eZ-FET 对 MSP430FR2355 进行编程.....	14
8 示意图.....	16
8.1 主电源和 π 型滤波器.....	16
8.2 连接器和接口.....	16
8.3 USB 转 UART.....	17
8.4 MCU 编程和调试.....	17
8.5 MSP430FR2355 MCU.....	18
8.6 MCF8316A 三相无传感器 FOC 集成驱动器.....	18
8.7 降压稳压器.....	19
8.8 状态 LED.....	20
8.9 开关和速度输入.....	20
9 修订历史记录.....	20

商标

LaunchPad™ are trademarks of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

1 注意事项和警告

请遵守 EVM 板上印刷的以下注意事项和警告。

热表面：



注意热表面！接触可能会导致烫伤。请勿触摸。操作时请采取适当的预防措施。

3 快速入门指南

MCF8316AEVM 需要一个电源，其推荐的工作范围为 4.5V 至 35V。要设置 EVM 并为其供电，请按照以下顺序操作：

1. 将电机相位连接到连接器 J8 上的 A、B、C。
2. 请务必打开电源。将电机电源连接到连接器 J7 上的 VBAT/VM 和 PGND。
 - a. 要启用反极性保护和 π 型滤波器，请连接到 VBAT。请注意，当连接到 VBAT 时，由于反极性保护电路中的二极管压降，VM 将是小于 $V_M - 0.7V$ 。
 - b. 要禁用反极性保护和 π 型滤波器，请连接到 VM。
3. 选择 J3 至 5V_USB 和 J5 至 3V3COM 以便通过 USB 电源为 MSP430 供电。
4. 将 Micro-USB 线缆连接到计算机中。
5. 将电位计按顺时针旋转，使电机上电后速度为零。
6. 向右拨动开关 S1 以配置 BRAKE = RUN，向左拨动 S2 以配置 DIR = ABC，向右拨动 S3 以配置 DRVOFF = ON
7. 打开电机电源。
8. 使用电位计 R4 控制电机的速度，使用开关禁用电机驱动器、改变方向或使电机制动。或者，使用 GUI (如节 6 所示) 监控电机的实时速度，将 MCF8316A 置于低功耗睡眠模式，并读取 LED 的状态。

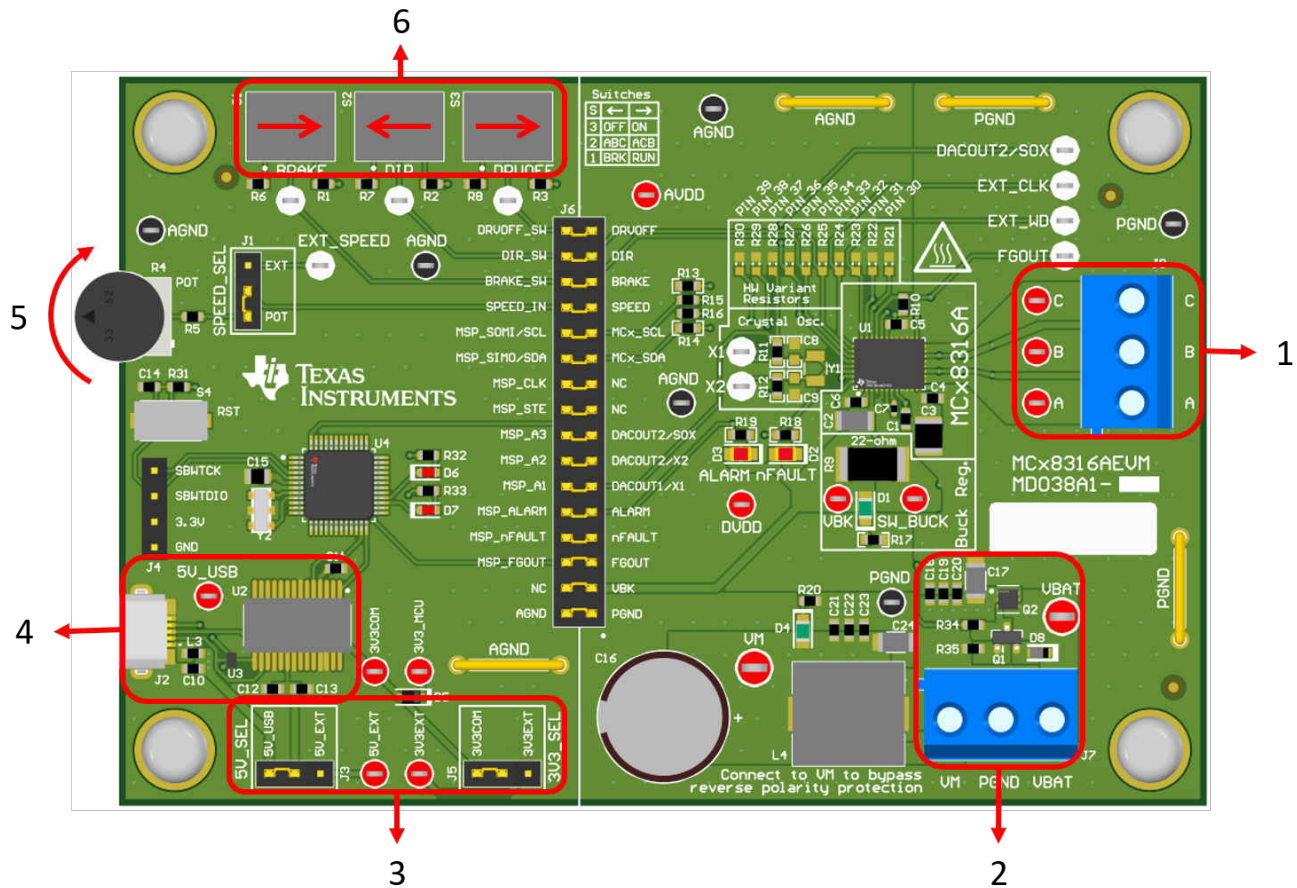


图 3-1. 快速入门指南参考

4 硬件和软件概述

4.1 硬件连接概述 - MCF8316AEVM

图 4-1 示出了 MCF8316AEVM 评估模块的主要模块。MCF8316AEVM 是为 4.5V 至 35V 的输入电源而设计的。MCF8316A 包括三个集成半桥，并实现了无传感器 FOC 算法，以高达 8A 的峰值电流旋转电机。它还集成了一个可调降压调节器，可以支持多种类型的霍尔传感器配置。

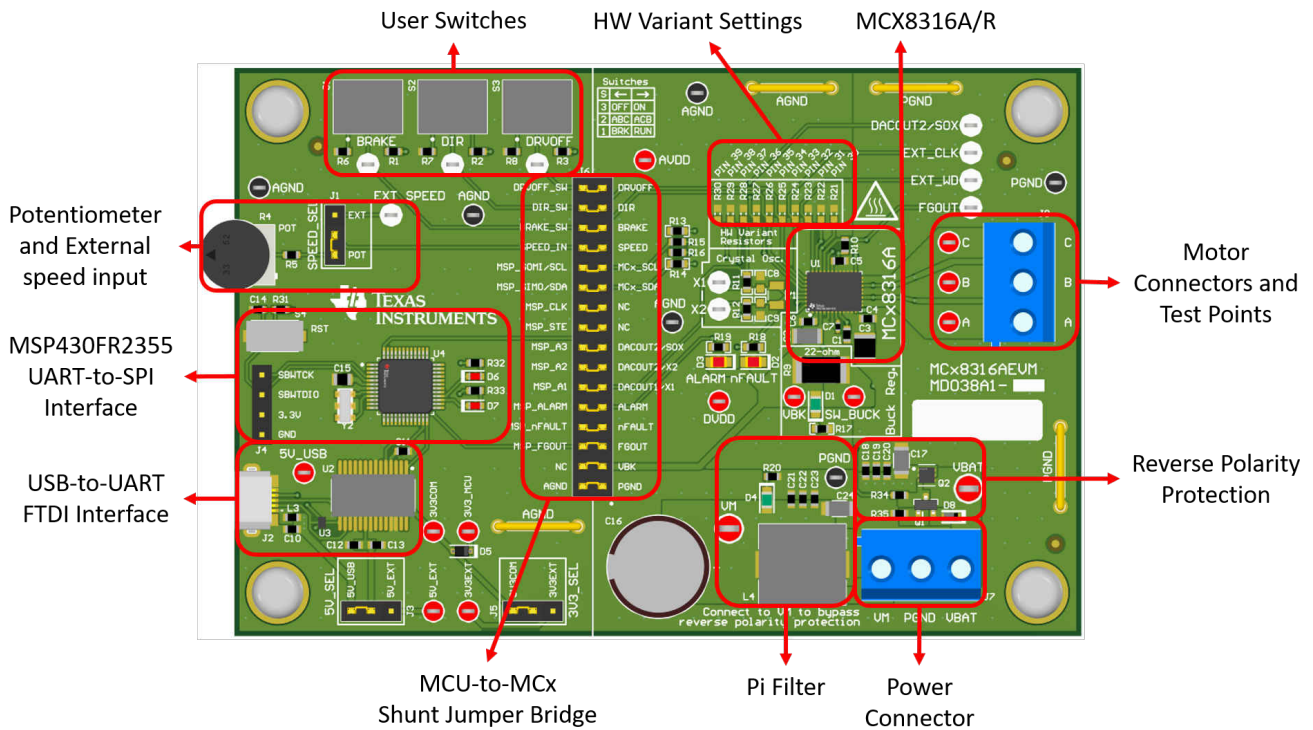


图 4-1. MCF8316AEVM 主要硬件模块

4.2 连接详细信息

图 4-2 示出了与 MCF8316AEVM 的连接，用于旋转三相无传感器无刷直流电机。

4.5V 至 35V 电源或电池连接到连接器 J7 上的 VBAT 或 VM 和 PGND 端子。在 VBAT 和 PGND 端子上实现了反极性保护和 π 型滤波器。要绕过反极性保护和 π 型滤波器，请将电源连接到电路板上的 VM 端子或 VM 测试点和 PGND。

BLDC 电机的三相直接连接到 MCF8316AEVM 上提供的螺钉端子连接器 J8 的 A、B 和 C 端子。

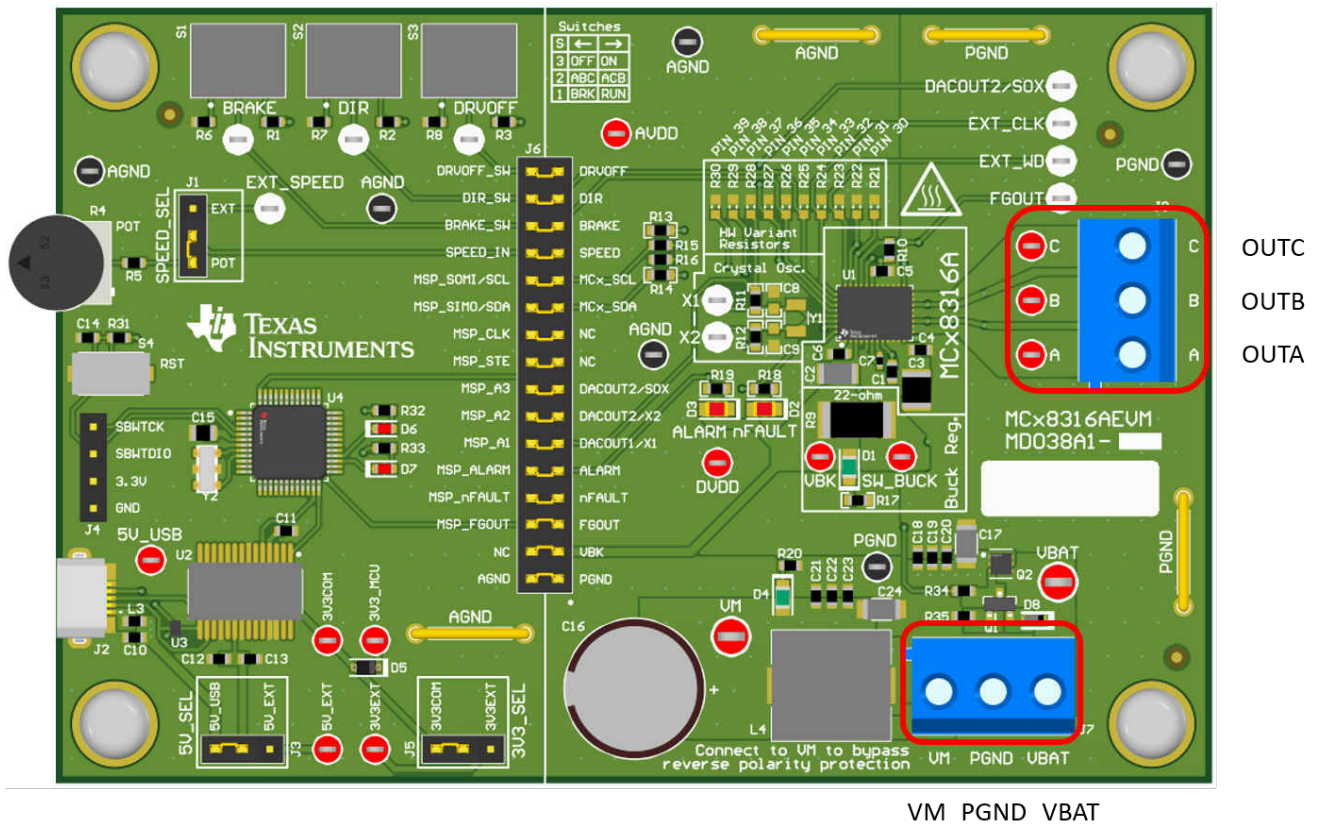


图 4-2. 从电机到 MCF8316AEVM 的连接

图 4-3 MSP430FR2355 微控制器显示了 Micro-USB 电缆插入 MCF8316AEVM 中以提供评估模块和 GUI 之间的通信。USB 数据和 USB 的 5V 电源转换为 UART 数据和 3.3V 电源，为 MSP430FR2355 微控制器供电。USB 电源的 5V 限制在 500mA，FTDI 芯片的 3.3V 限制在 30mA。如果用户希望为这些电源轨提供更多电流，可以使用 5V_SEL 跳线 J3 和 3V3_SEL 跳线 J5 连接外部电源轨。

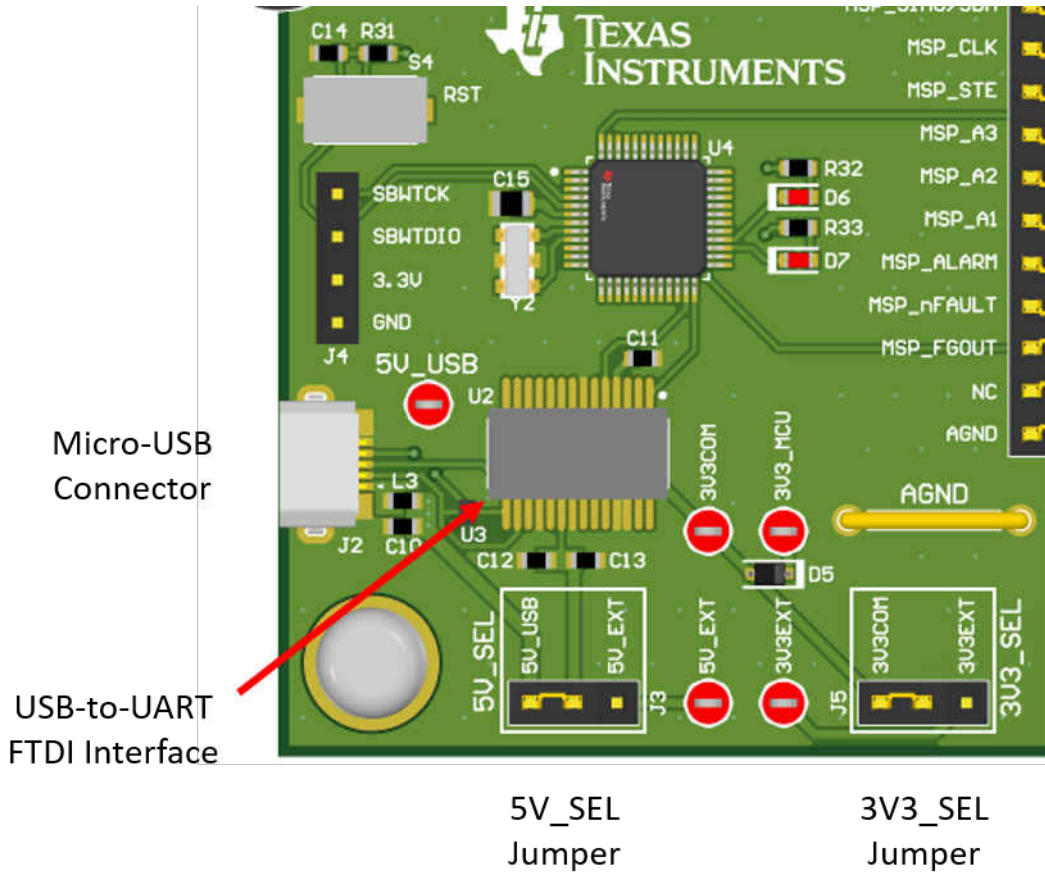


图 4-3. 用于 MCF8316AEVM 的 Micro-USB 连接器和 UART

4.3 MSP430FR2355 微控制器和用户界面

MCF8316AEVM 包括 MSP430FR2355 低功耗 MCU (如 图 4-4 所示)，其通过 I2C 与 MCF8316A 通信。

要对 MSP430FR2355 进行编程，必须将外部 MSP430 FET 编程器连接到 Spy-Bi-Wire (SBW) 接口连接器 J4。许多 MSP430 LaunchPad™ 提供板载 eZ-FET 调试探针，可通过跳线连接到 MCF8316AEVM 以将固件闪存到 MSP430FR2355 微控制器中。

用户可以随时使用复位 (RST) 按钮复位并重启 MCU 程序。两个低电平有效 LED (D6 和 D7) 也可用于调试目的。

最后，32 针连接器 J6 上的分流跳桥连接微控制器和 MCF8316A 之间的所有信号。可以根据需要插入或移除这些跳线，以便将微控制器与栅极驱动器隔离。这允许微控制器信号调试或使用 MCF8316AEVM 作为带有外部微控制器的独立栅极驱动器。

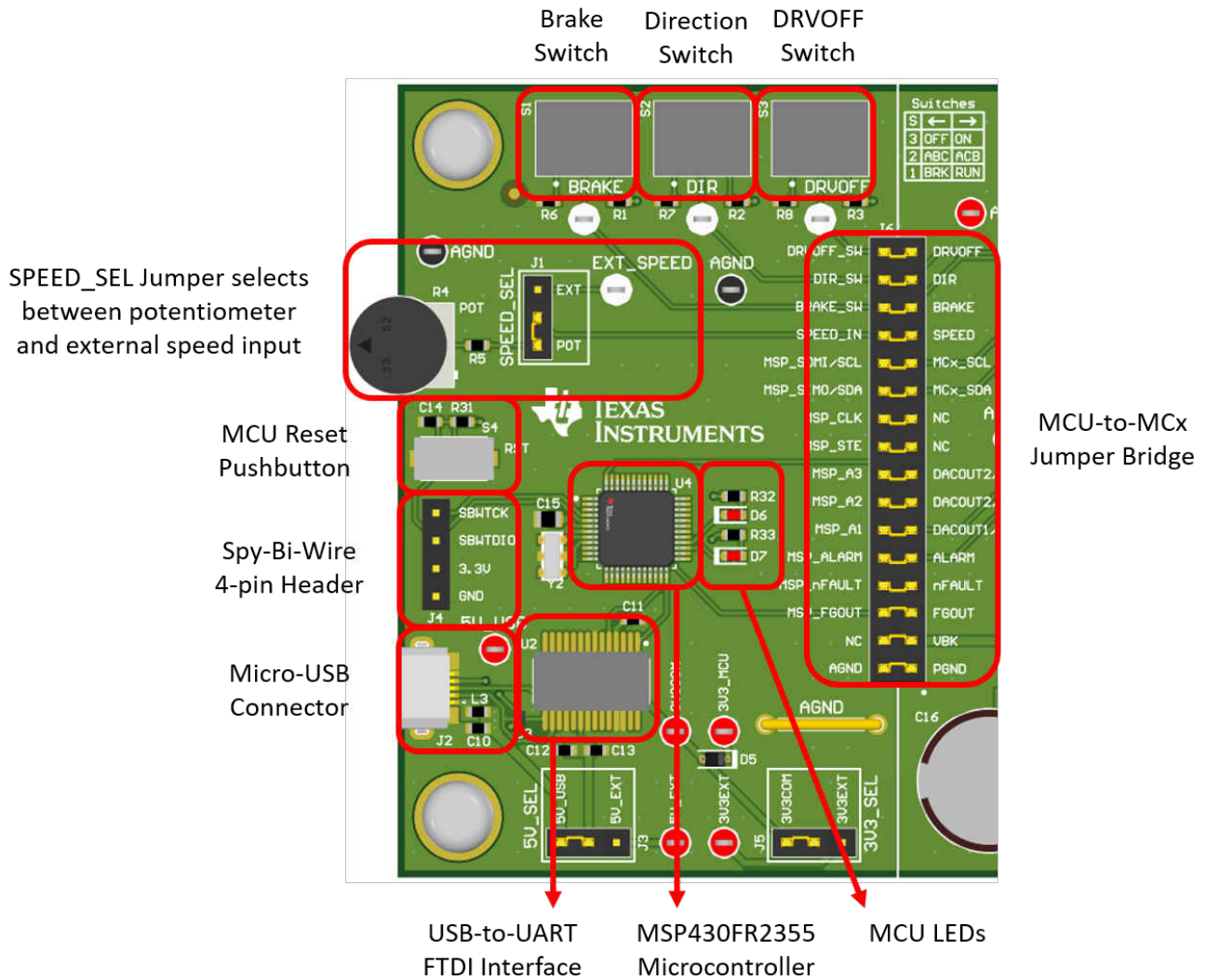


图 4-4. MSP430FR2355 MCU 和 MCF8316AEVM 上的用户界面

4.4 LED 指示灯

MCF8316AEVM 具有 5 个状态 LED，提供电源的状态和评估模块的功能。默认情况下，当电路板通电且程序已闪存到微控制器上时，VM LED 和 3.3V 降压 LED 点亮。表 4-1 显示 LED 说明，上电过程中点亮的 LED 以粗体显示，图 4-5 显示 LED 的位置。

表 4-1. MCF8316AEVM LED 说明 (上电后默认为粗体)

标识符	名称	颜色	说明
D1	降压稳压器	绿色	内部降压稳压器是电压输出
D2	nFAULT	红色	当 MCF8316A 发生故障时点亮
D3	ALARM	红色	当 MCF8316A 发生报警条件时点亮
D4	VM	绿色	电机电源供应给电路板
D5	MSP_LED1	红色	用于 UART 或调试
D6	MSP_LED2	红色	用于 UART 或调试

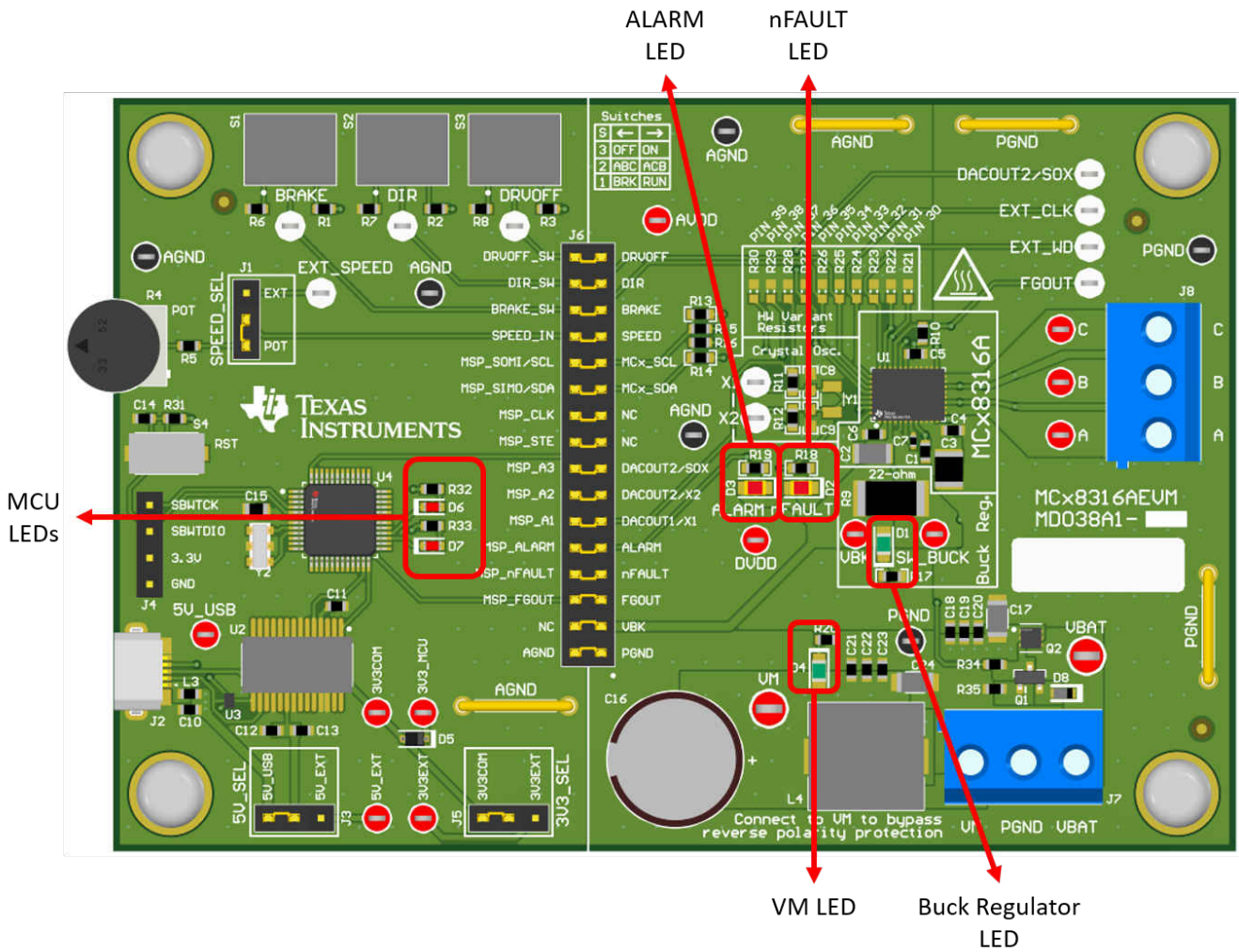


图 4-5. MCF8316AEVM LED

4.5 用户可配置设置

MCF8316AEVM 在整个评估板上包含各种用户可选择的跳线、开关和电阻器，用于配置设置。表 4-2 总结了所有这些可配置设置。

表 4-2. MCF8316AEVM 上用户可选设置的说明 (默认为粗体)

标识符	设置名称	说明	层	位置	功能
L1/L2/R9	降压稳压器模式	用户填充 L1、L2 或 R9 以选择降压稳压器的开关组件	顶层	L1 = 47uH 电感器	电感器模式
			底层	L2 = 22 μH	电感器模式
			底层	R1 = 22 Ω	电阻器模式
J5	3V3_SEL	为 MCU 电源选择 3.3V	顶层	J5 = 3V3EXT	外部
				J5 = 3V3COM	来自 FTDI (30mA)
J3	5V_SEL	为 FTDI 电源选择 5V	顶层	J3 = 5V_EXT	外部
				J3 = 5V_USB	来自 USB 电源 (500mA)

表 4-2. MCF8316AEVM 上用户可选设置的说明 (默认为粗体) (continued)

标识符	设置名称	说明	层	位置	功能
J1	SPEED_SEL	选择 SPEED 输入源	顶层	J1 = EXT	外部 EXT_SPEED 测试点
				J1 = POT	来自电位计 R4
				J1 被移除	浮动
J6	MSP 到 MCx 分流跳桥	插入跳线时, 将来自 MCU 和用户开关的信号连接到 MCx8316A	顶层	DRVOFF_SW	DRVOFF
				DIR_SW	DIR
				BRAKE_SW	BRAKE
				SPEED_IN	SPEED
				MSP_SOMI/SCL	MCx_SCL
				MSP_SIMO/SDA	MCx_SDA
				MSP_CLK	NC
				MSP_STE	NC
				MSP_A3	DACOUT2/SOX
				MSP_A2	MCX_DACOUT2/X2
				MSP_A1	MCX_DACOUT1/X1
				MSP_ALARM	ALARM
				MSP_nFAULT	nFAULT
				MSP_FGOUT	FGOUT
NC	VBK				
AGND	AGND				
S1	BRAKE	打开所有低侧 MOSFET	顶层	左侧	启用制动
				右侧	禁用制动
S2	DIR	控制电机方向	顶层	左侧	ABC
				右侧	ACB
S3	DRVOFF	禁用栅极驱动器	顶层	左侧	启用 MCF8316A
				右侧	禁用 MCF8316A

5 硬件设置

运行电机所需的硬件是 MCF8316AEVM、Micro-USB 电缆和具有 4.5V 至 35V 直流输出的电源。按照以下步骤启动 MCF8316AEVM：

1. 将直流电源连接到接头 J7。连接到 VBAT 和 PGND，以便对 EVM 应用反极性保护和 π 型滤波器。否则，连接到 VM 和 PGND 以绕过反极性保护和 π 型滤波器。
2. 应用用户可配置的跳线设置。有关更多信息，请参阅节 4.5。
3. 程序闪存到 MCU 中，如节 4 中所述。在 GUI Composer 中启动 GUI 并断开 4 针 JTAG 连接。
4. 将 Micro-USB 电缆连接到 MCF8316AEVM 和计算机。
5. 打开电源并为 PCB 通电。

如果使用带外部微控制器的 MCF8316AEVM，请从跳线桥 J6 中移除所有分流跳线。将外部跳线从外部 MCU 连接到跳线桥的左侧。

6 MCF8316A GUI 应用

MCF8316AEVM 包括 USB-UART 接口，其使用 MSP430FR2355 微控制器，作为主机 PC 和 MCF8316A 器件之间的通信桥，并用于配置各种器件设置和读取故障诊断信息。MCF8316A GUI 通过此通信接口与 MCF8316A 进行连接和配置。

通过 TI 云图库访问 [MCF8316A GUI](#)。

6.1 运行 GUI

MCF8316A GUI 可以直接在 Web 浏览器中运行（支持 Google Chrome 和 Firefox）。

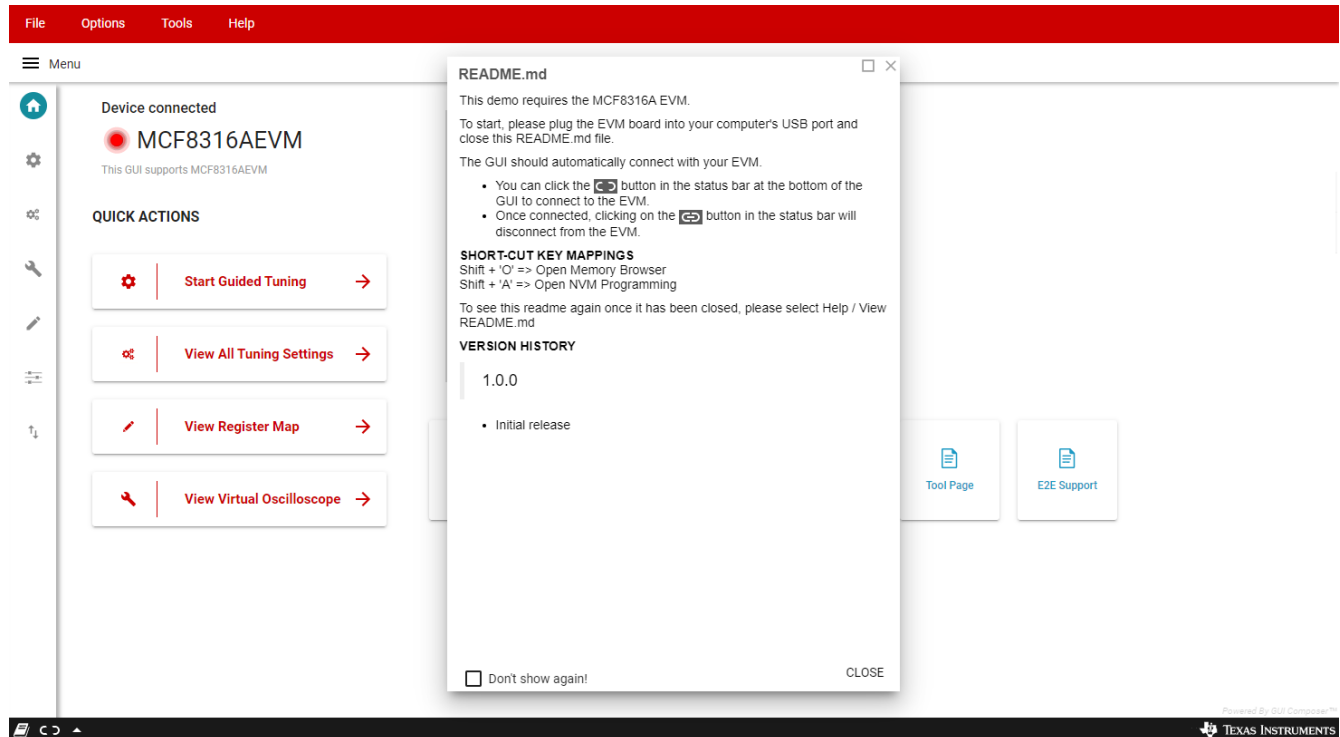


图 6-1. MCF8316A GUI

加载 GUI 后，按照 GUI 的指导调谐部分一步一步地配置器件。

6.2 离线安装程序

或者，可以使用 TI 云图库中的下载功能下载和离线安装 MCF8316A GUI。



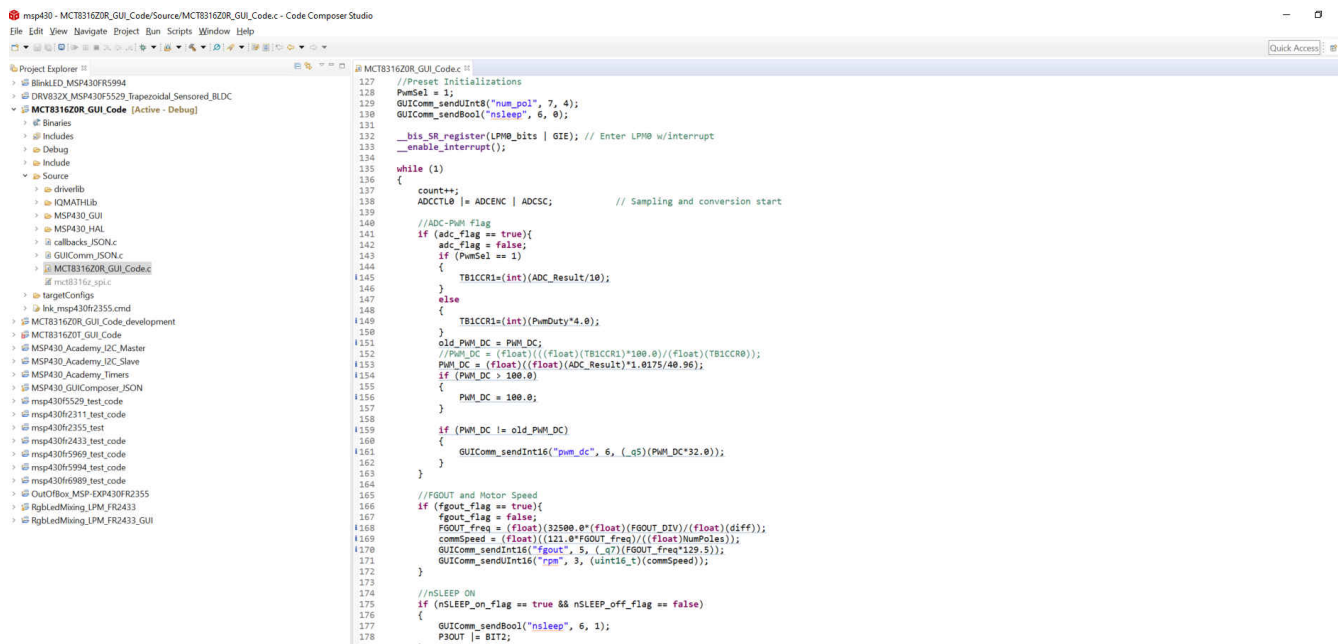
图 6-2. MCF8316A GUI 离线安装程序

7 MSP430FR2355 接口固件

MCF8316AEVM 上的 MSP430FR2355 预编程有 PC GUI 和 MCF8316A 通信所需的固件。要在 MSP430FR2355 上重新编程或闪存自定义代码，您需要一个包含 eZ-FET 调试探针的外部 MSP430 LaunchPad™。在这个示例中，我们使用 [MSP-EXP430FR2355 LaunchPad 开发套件](#) 来提供调试探针。按照以下步骤下载用于 GUI 的 MCF8316AEVM 代码。

7.1 下载 Code Composer Studio 并导入 MSP430FR2355 接口固件代码

1. 将“MCF8316AEVM_MSP430FR2355_Firmware_GUI.zip”解压到计算机上的某个位置。
2. 下载最新版本的 [Code Composer Studio](#)。这将在目录 C:\ti 中设置一个 ti 文件夹。
 - a. 接受所有协议，默认安装位置，然后点击“下一步”继续浏览菜单。
 - b. 在“选择组件”窗口中，确保选中“MSP430 Low-Power MCUs”以安装 MSP430 LaunchPad 评估套件所需的软件包。
3. 安装后，运行 CCS 并选择一个文件夹或默认文件夹作为工作区来存储任何新项目。可以根据用户的喜好更改位置和命名约定。点击“确认”按钮以接受。
4. 在 CCS 中，点击“项目”选项卡并选择导入 CCS 项目”。点击“浏览”按钮。
5. 选择在步骤 1 中安装的“MCF8316AEVM_MSP430FR2355_Firmware_GUI”文件夹。
6. 将项目“MCF8316AEVM_MSP430FR2355_Firmware_GUI”导入您的工作区，如图 7-1 所示。



```

127 //Preset Initializations
128 PwmSel = 1;
129 GUIComm_sendInt8("num_pols", 7, 4);
130 GUIComm_sendBool("nsleep", 6, 0);
131
132 __bis_sr_register(LPM0_bits | GIE); // Enter LPM0 w/interrupt
133 __enable_interrupt();
134
135 while (1)
136 {
137     count++;
138     ADCTL0 |= ADCENC | ADCSC; // Sampling and conversion start
139
140     //ADC-PWM flag
141     if (adc_flag == true){
142         adc_flag = false;
143         if (PwmSel == 1)
144         {
145             TB1CCR1=(int)(ADC_Result/10);
146         }
147         else
148         {
149             TB1CCR1=(int)(PwmDuty*4.0);
150         }
151         old_PWM_DC = PWM_DC;
152         //PWM_DC = (float)((((float)(TB1CCR1)*100.0)/(float)(TB1CCR0));
153         PWM_DC = (float)((float)(ADC_Result)*1.0175/40.96);
154         if (PWM_DC > 100.0)
155             PWM_DC = 100.0;
156
157         if (PWM_DC != old_PWM_DC)
158         {
159             GUIComm_sendInt16("pwm_dc", 6, (uint16_t)(PWM_DC*32.0));
160         }
161     }
162 }
163
164 //FGOUT and Motor Speed
165 if (fgout_flag == true){
166     fgout_flag = false;
167     FGOUT_freq = (float)(32500.0*(float)(FGOUT_DIV)/(float)(doff));
168     comsSpeed = (float)((121.0*FGOUT_freq)/(float)(NumPoles));
169     GUIComm_sendInt16("fgout", 5, (uint16_t)(FGOUT_freq*129.0));
170     GUIComm_sendInt16("rpm", 3, (uint16_t)(comsSpeed));
171 }
172
173 //NSLEEP ON
174 if (NSLEEP_on_flag == true && NSLEEP_off_flag == false)
175 {
176     GUIComm_sendBool("nsleep", 6, 1);
177     P3OUT |= BIT2;
178 }

```

图 7-1. Code Composer Studio 中的 MSP430FR2355 接口固件代码

7.2 使用 eZ-FET 对 MSP430FR2355 进行编程

MSP430FR2355 LaunchPad 上的 eZ-FET 调试探针使用 SPI-by-Wire JTAG 接口对 MCF8316AEVM 上的 MSP430FR2355 MCU 进行编程。有关包含板载 eZ-FET 调试探针的 MSP430 LaunchPad，请参阅 [MSP430 LaunchPad 开发套件](#)。

1. 从 MSP430 LaunchPad 上移除 GND、3V3、SBWTDIO 和 SBWTCK 跳线。
2. 将 GND、3V3、SBWTCK 和 SBWTDIO 信号 LaunchPad eZ-FET 侧的顶部引脚连接到 MCF8316AEVM 的 J4 上的各自引脚，如表 7-1 和图 7-2 所示。
3. 将 Micro-USB 电缆连接到 MSP430 LaunchPad 和 PC。
4. 点击“构建项目”图标或“Ctrl” + B，确保项目构建成功。如果需要，从“Console”上接受任何更新。
5. 点击“调试项目”设置调试会话，然后按“播放”按钮运行代码。
6. 停止调试会话，关闭 Code Composer Studio，断开 SPI-by-Wire 跳线，并从 MSP430 LaunchPad 上拔下 Micro-USB 电缆。

表 7-1. 对 MSP430FR2355 进行编程所需的 SPY-BI-Wire 连接

MSP430 LaunchPad™ (eZ-FET 调试探针侧) (J101)	MCF8316AEVM 4 针 SPI-by-Wire 接头 (J4)
GND	GND
3V3	3.3V
SBWTDIO	SBWTDIO
SBWTCK	SBWTCK

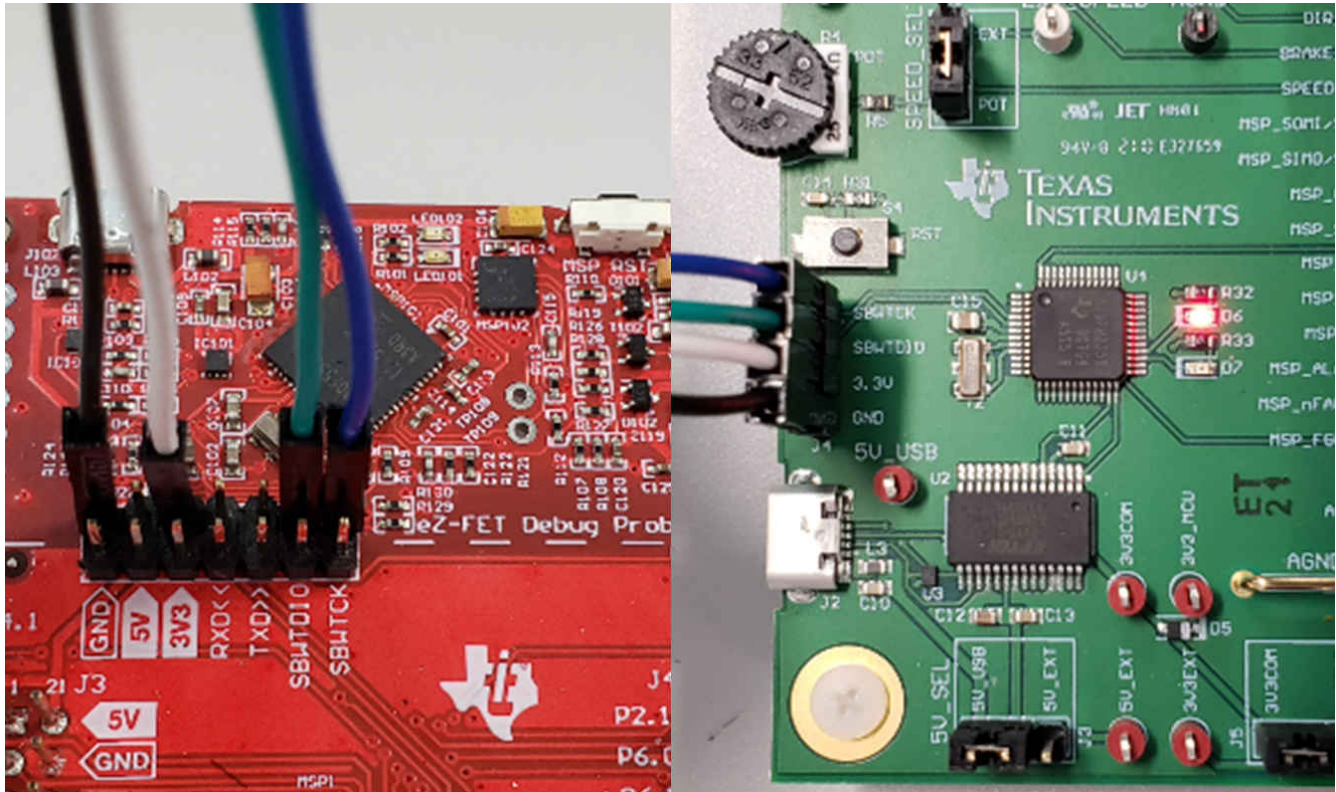


图 7-2. 连接到 MCF8316AEVM 的 MSP430 LaunchPad™ eZ-FET 探针

8 示意图

8.1 主电源和 π 型滤波器

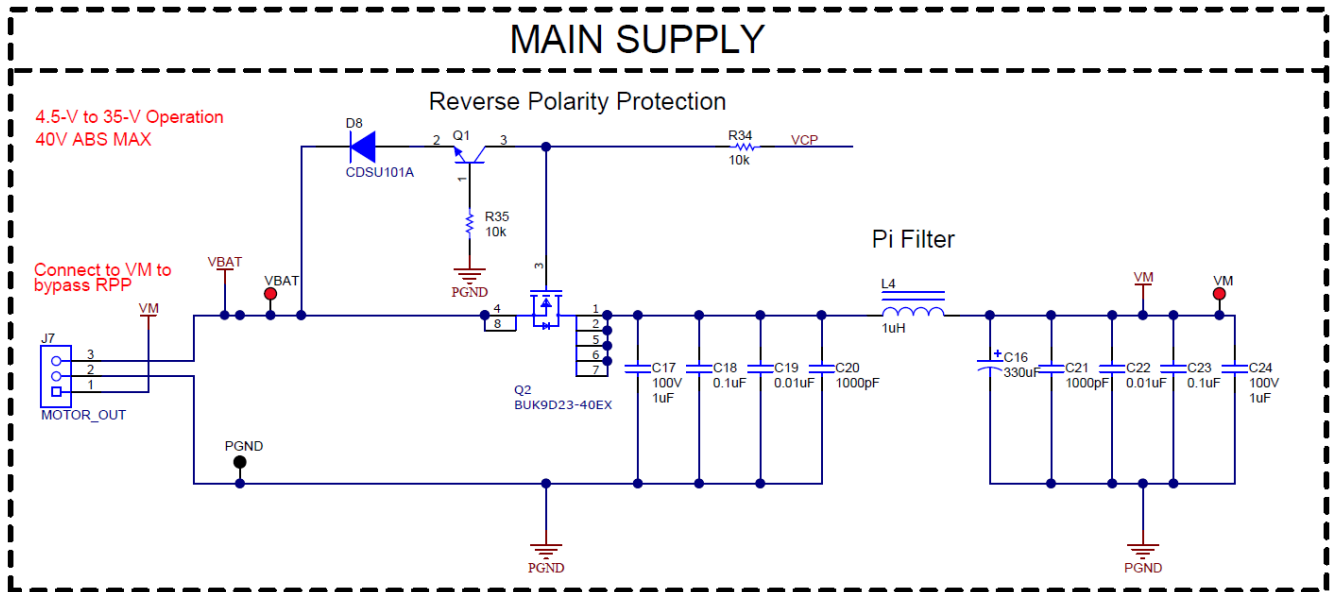


图 8-1. 主电源和 π 型滤波器示意图

8.2 连接器和接口

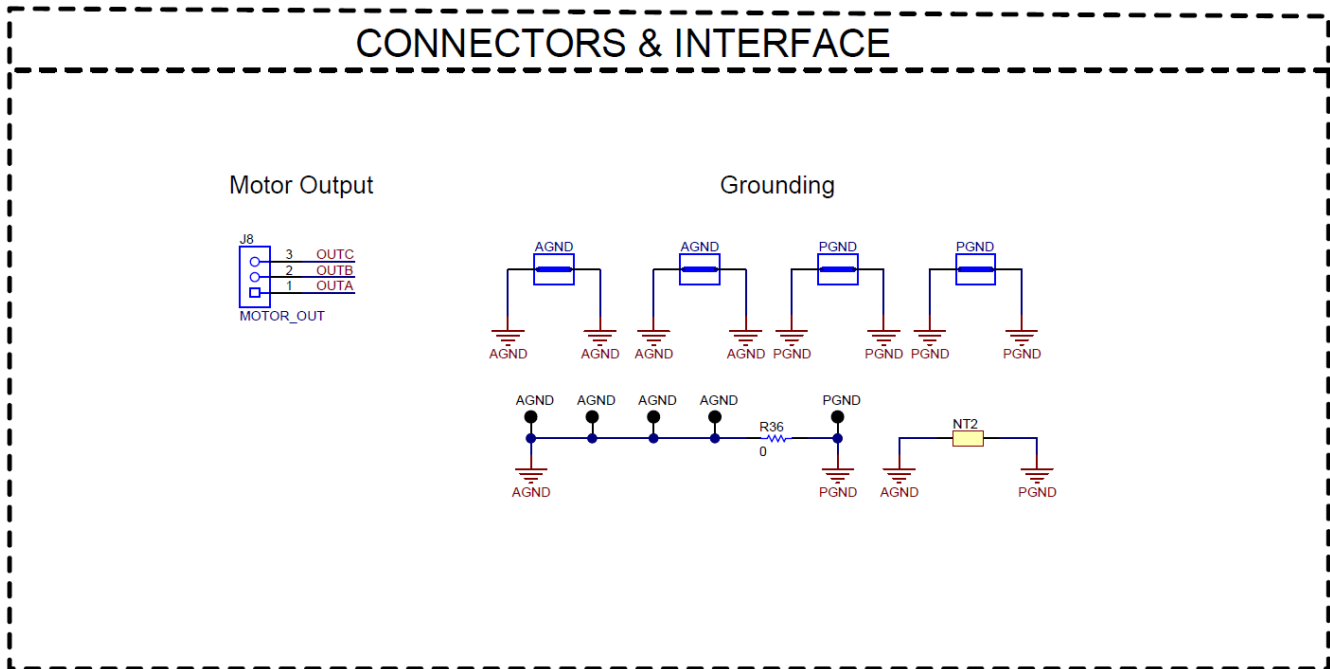


图 8-2. 连接器和接口示意图

8.3 USB 转 UART

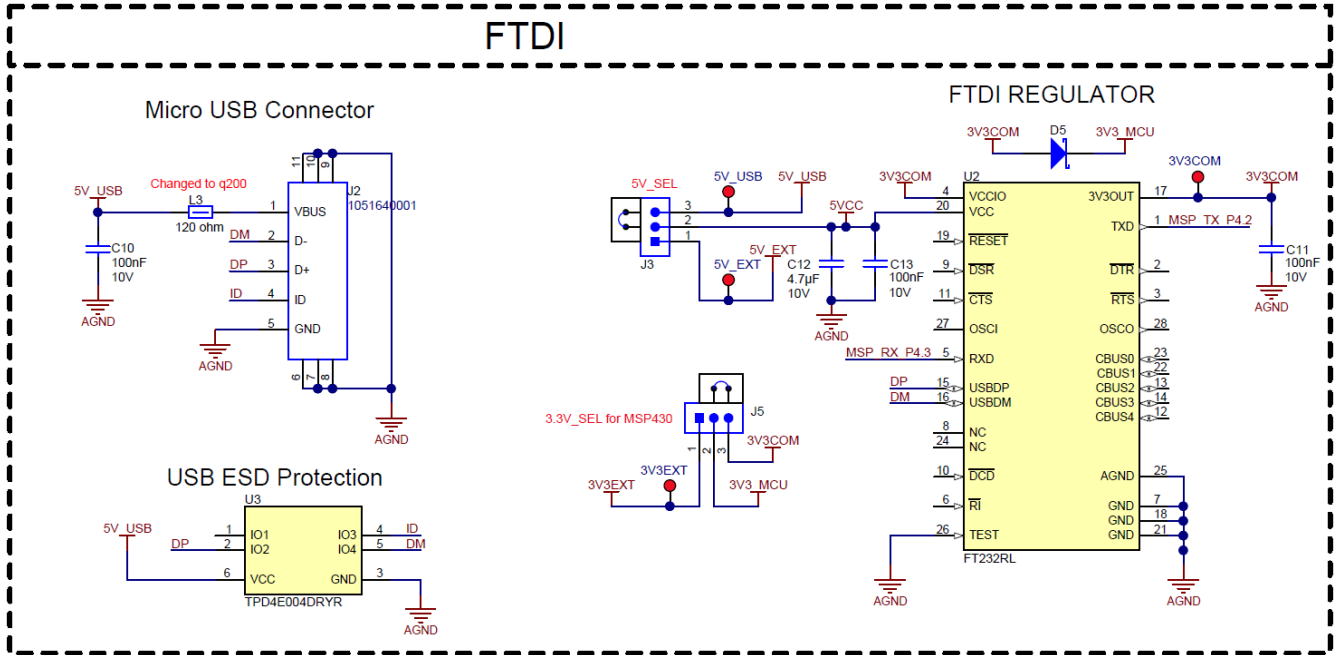


图 8-3. USB 转 UART 电路示意图

8.4 MCU 编程和调试

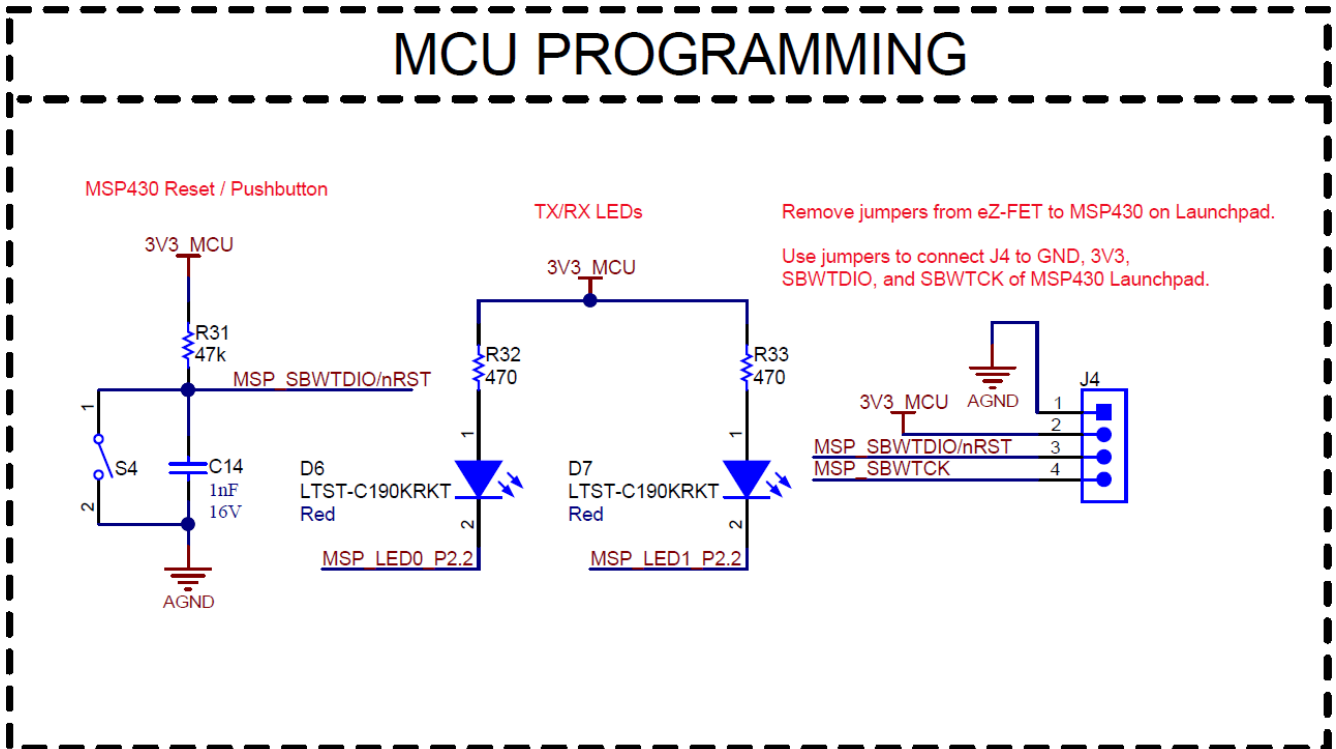


图 8-4. MCU 编程和调试示意图

8.5 MSP430FR2355 MCU

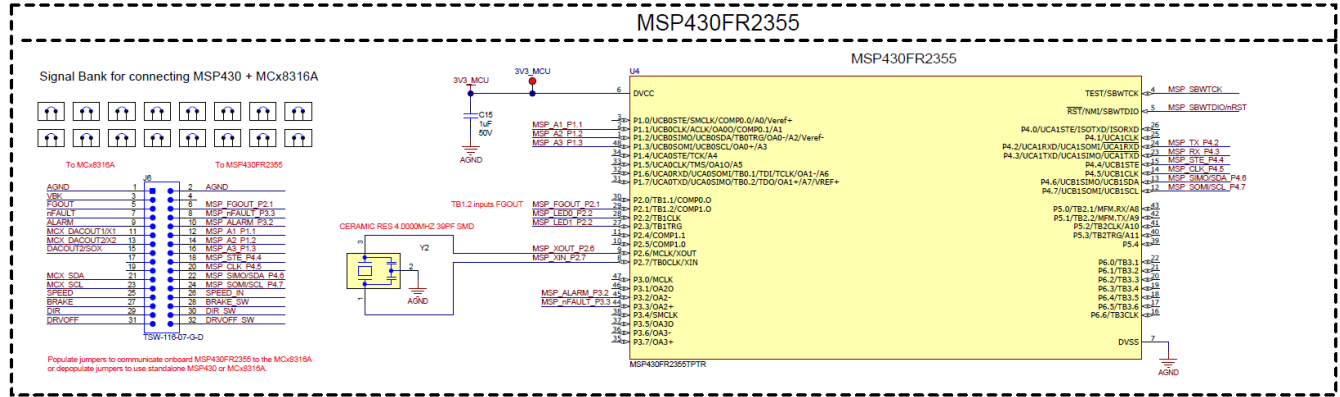


图 8-5. MSP430FR2355 MCU 示意图

8.6 MCF8316A 三相无传感器 FOC 集成驱动器

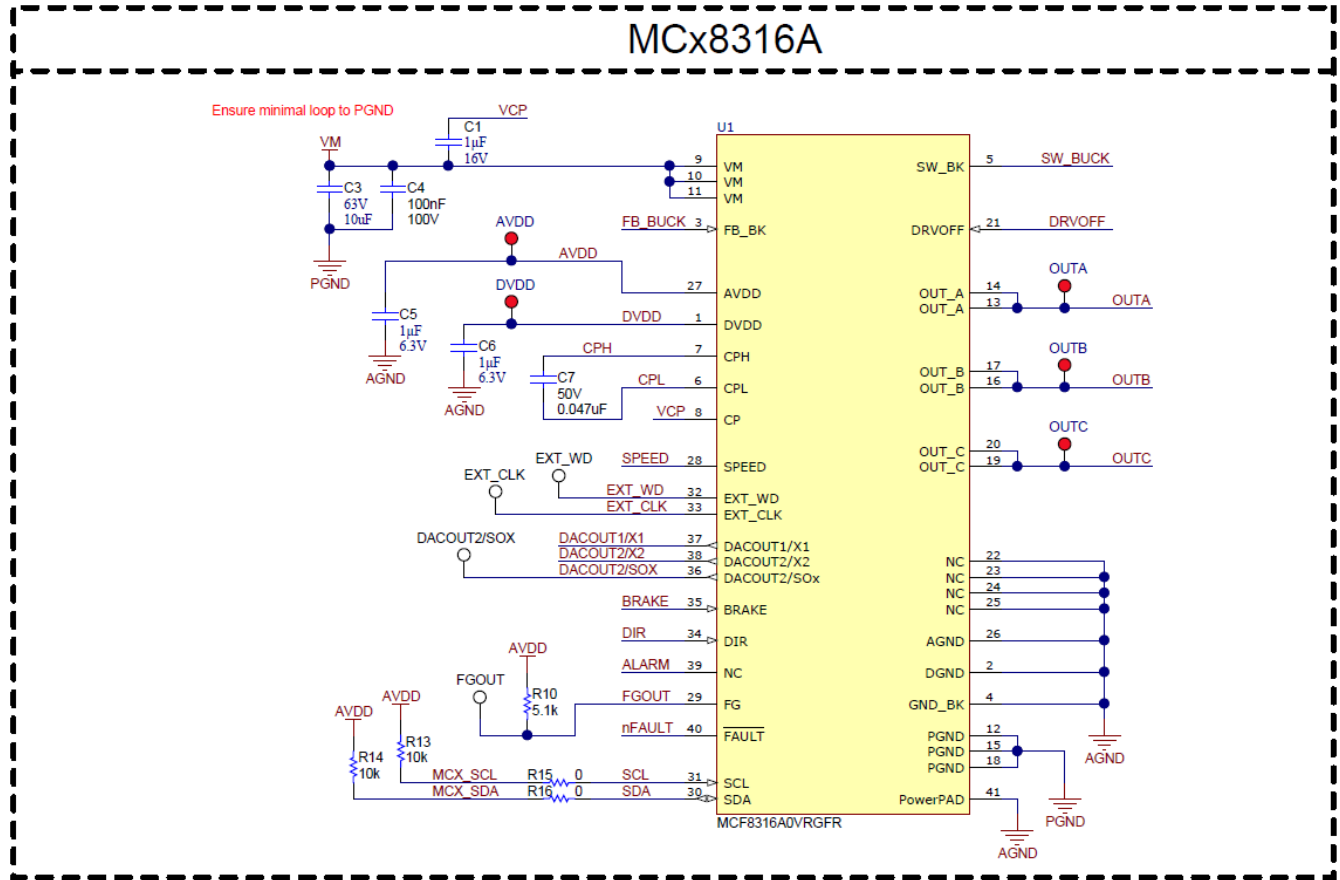


图 8-6. MCF8316A 三相无传感器 FOC 集成驱动器示意图

8.8 状态 LED

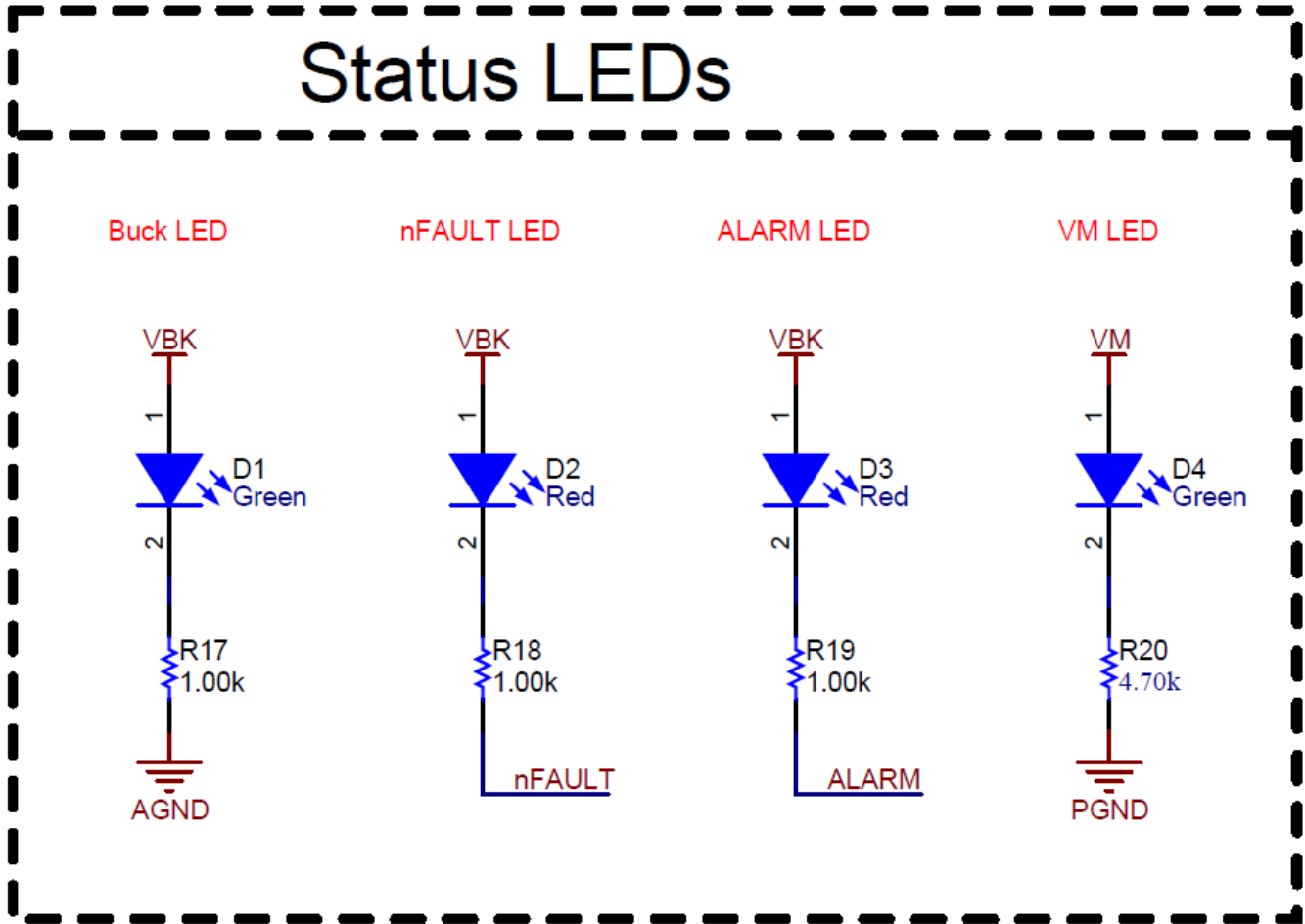


图 8-8. 状态 LED 示意图

8.9 开关和速度输入

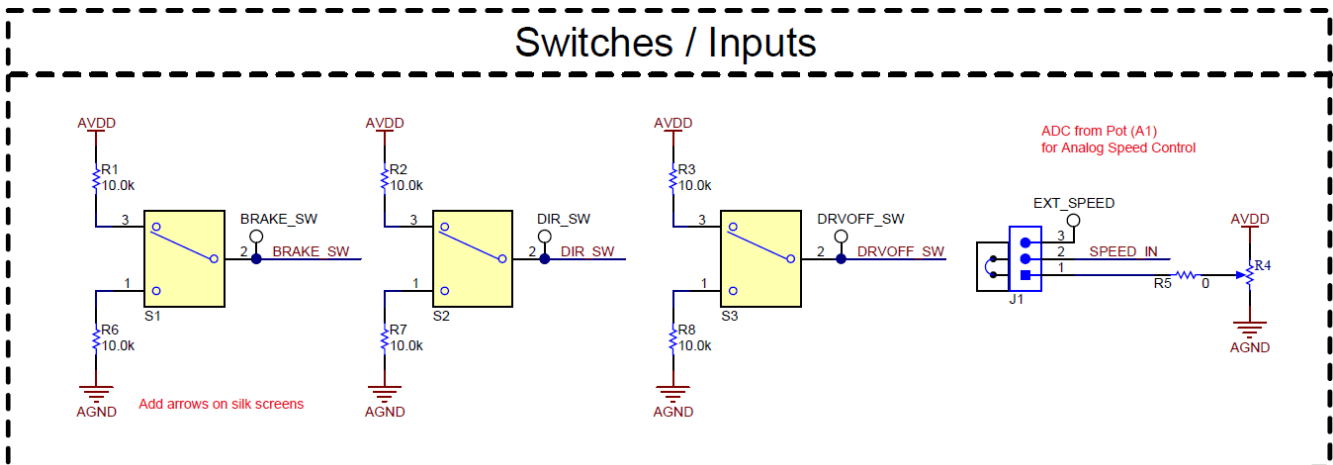


图 8-9. 开关和速度输入

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	说明
2021 年 8 月	*	初始发行版

重要声明和免责声明

TI 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、某特定用途方面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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务, TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.ti.com) 上其他适用条款/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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司