



摘要

本文档随 MCT8316A 客户评估模块 (EVM) 一同提供，作为 MCT8316A 数据表 ([MCT8316A 三相无传感器梯形控制 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 - MCT8316AEVM.....	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 MCT8316A 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 原理图.....	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 MCT8316A 三相无传感器梯形控制集成式驱动器.....	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.....	21

商标

LaunchPad™ is a trademark 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。

表面高温：



注意表面高温！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。

2 引言

MCT8316A 是一款 4.5V 至 35V、8A 峰值集成式三相栅极驱动器 IC，具有高速无传感器梯形控制特性，适用于电机驱动应用。它提供了三个高精修整和温度补偿的半桥 MOSFET、栅极驱动器、电荷泵、电流感测放大器、用于外部负载的线性稳压器和可调降压稳压器。I2C 接口型号 (MCT8316A) 还提供标准 I2C 接口，用于配置各种器件设置并通过外部控制器读取故障诊断信息。

MCT8316AEVM 包括板载 FTDI 芯片和板载 MSP430FR2355 MCU，前者用于将 USB 通信从 Micro-USB 连接器转换为 UART，后者可与 MCT8316A 连接。它还可以为 MCT8316A 器件的 SPI 型号提供 SPI 通信。提供了许多可供用户选择的跳线、电阻器、连接器和测试点来评估器件的许多功能并配置器件专用设置。

此文档是对 MCT8316AEVM 进行补充的启动指南。它旨在方便工程师设计、实施和验证 MCT8316A 器件的参考硬件。

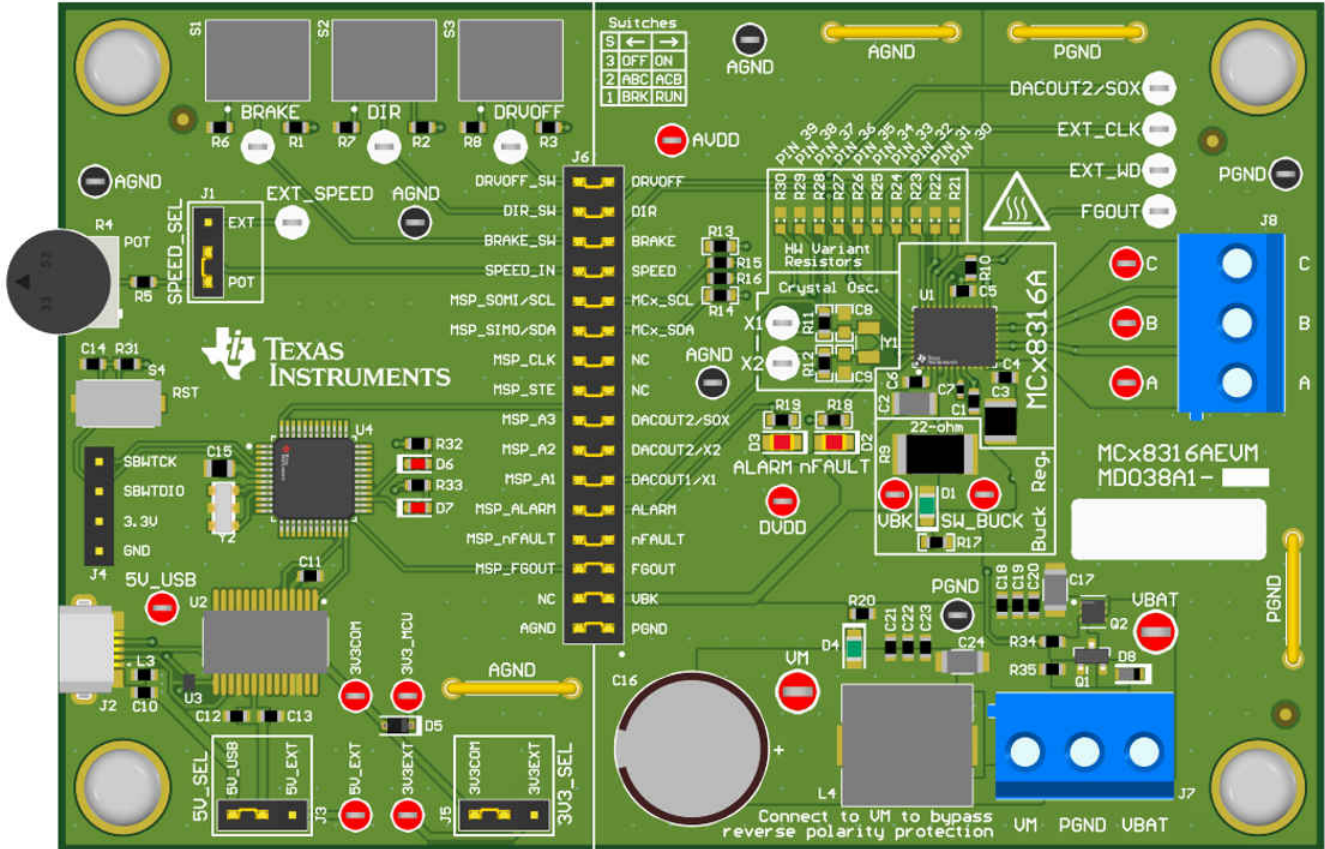


图 2-1. MCT8316AEVM 印刷电路板 (PCB - 顶视图)

3 快速入门指南

MCT8316AEVM 需要一个电源，其推荐工作范围为 4.5V 至 35V。若要设置 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. 现在不要打开电源。将电机电源连接到连接器 J7 上的 VBAT/VM 和 PGND。
 - a. 若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 $VM -$ 小于 0.7V。
 - b. 若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 来控制电机的速度，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) 来监控电机的实时速度，将 MCT8316A 置于低功耗睡眠模式，并读取 LED 的状态。

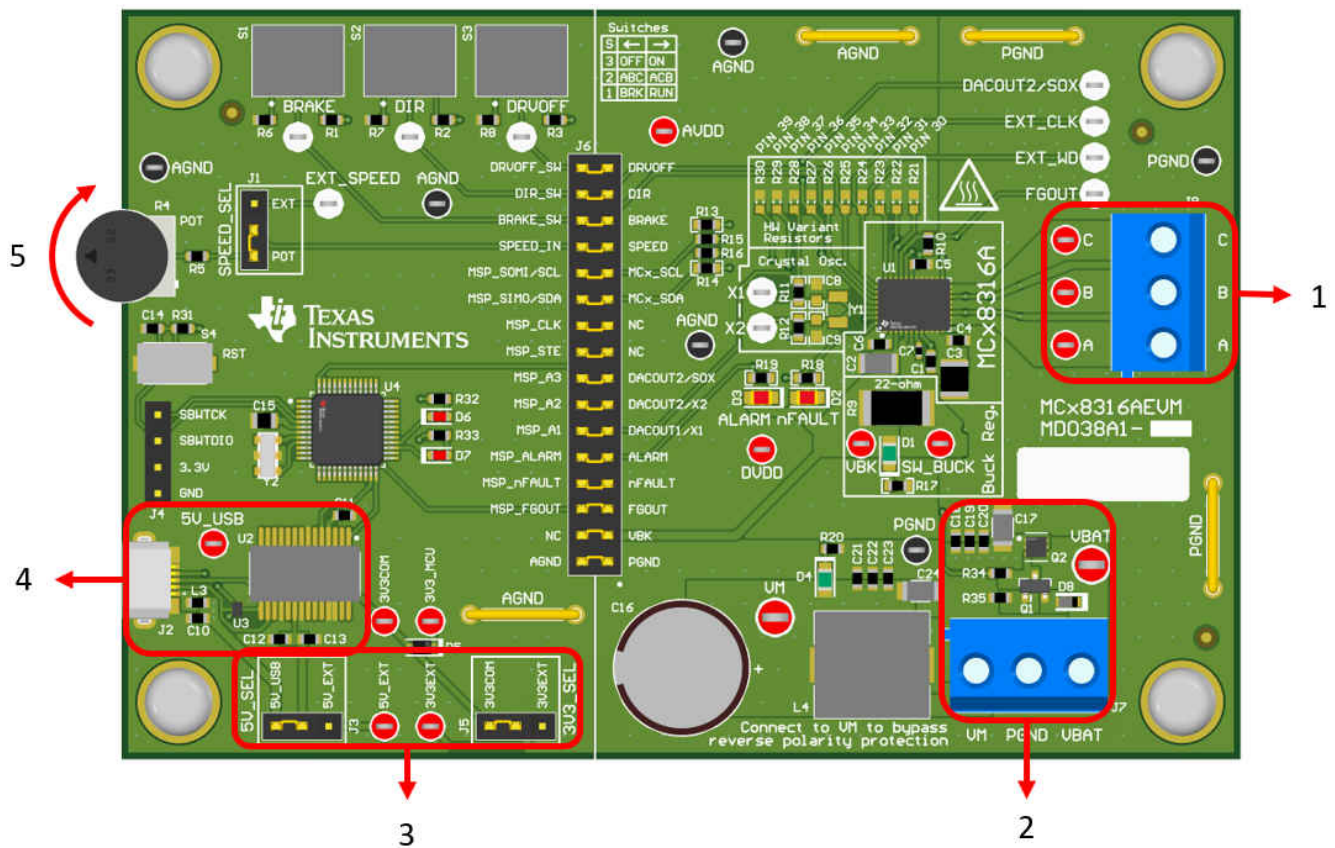


图 3-1. 快速入门指南参考

4 硬件和软件概述

4.1 硬件连接概述 - MCT8316AEVM

图 4-1 显示了 MCT8316AEVM 评估模块的主要模块。MCT8316AEVM 是为 4.5V 至 35V 的输入电源而设计的。MCT8316A 包括三个集成半桥，并实现了无传感器梯形控制算法，以高达 8A 的峰值电流旋转电机。它还集成了一个可调节降压稳压器。

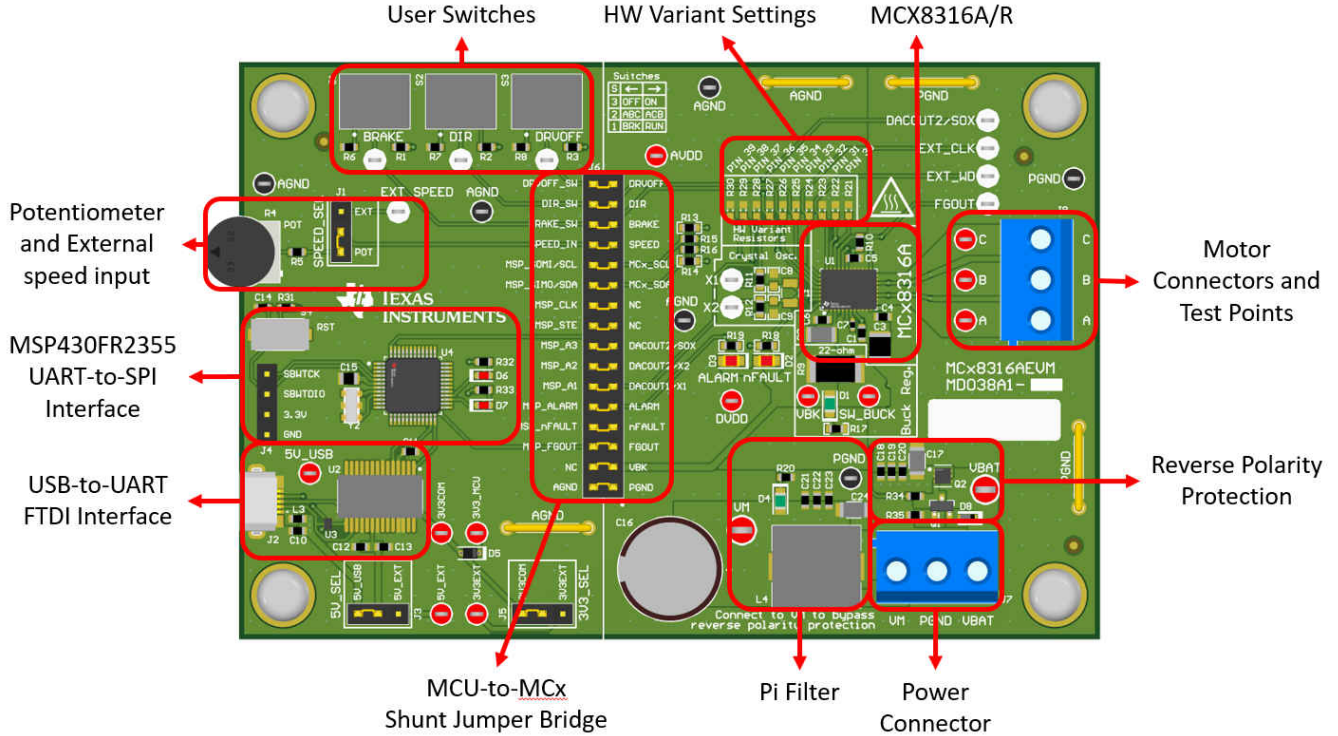


图 4-1. MCT8316AEVM 主要硬件模块

4.2 连接详细信息

图 4-2 显示了与 MCT8316AEVM 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。若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 MCT8316AEVM 上提供的螺钉端子连接器 J8 的 A、B 和 C 端子。

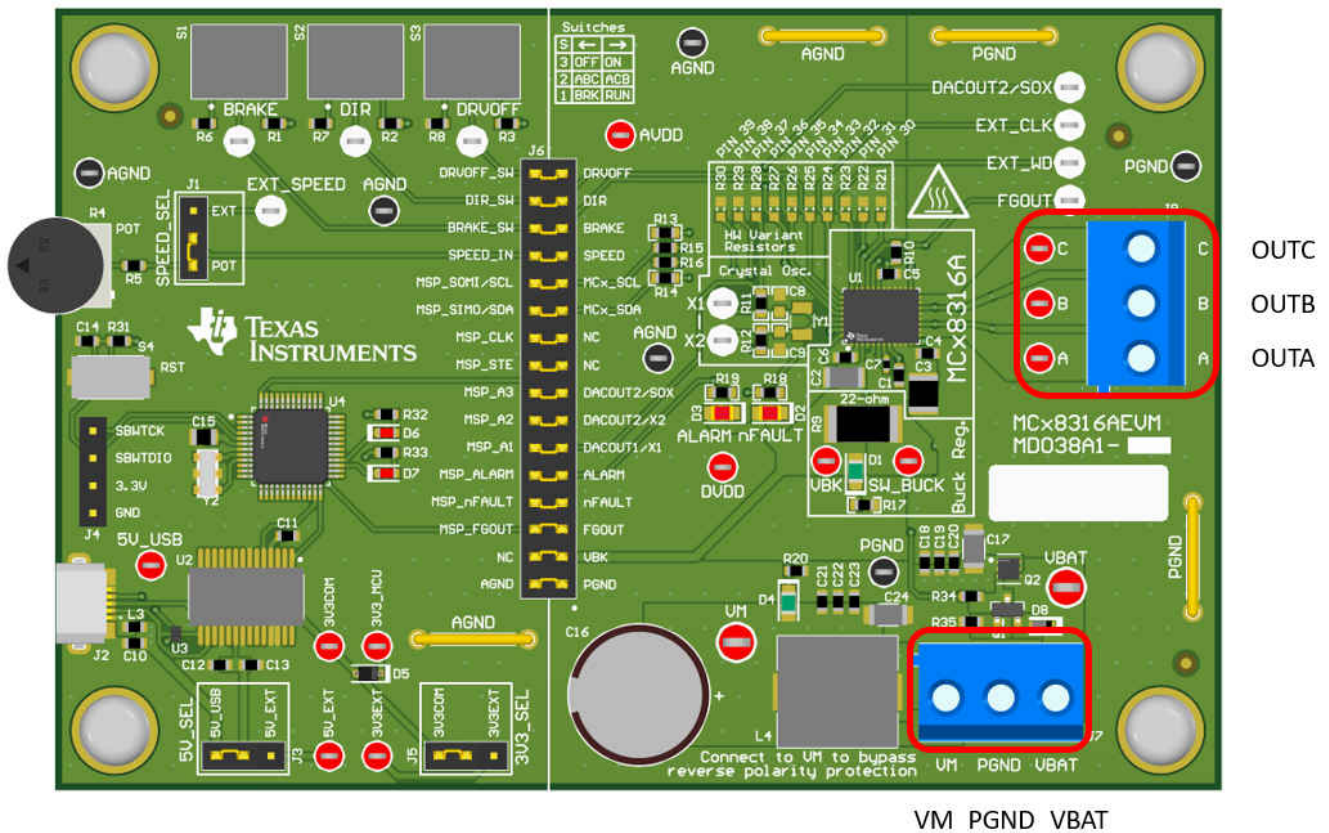


图 4-2. 从电机到 MCT8316AEVM 的连接

图 4-3 显示了 Micro-USB 电缆插入 MCT8316AEVM 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，以为 MSP430FR2355 微控制器供电。USB 电源在 5V 电压下电流被限制在 500mA，FTDI 芯片在 3.3V 电压下电流被限制在 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。

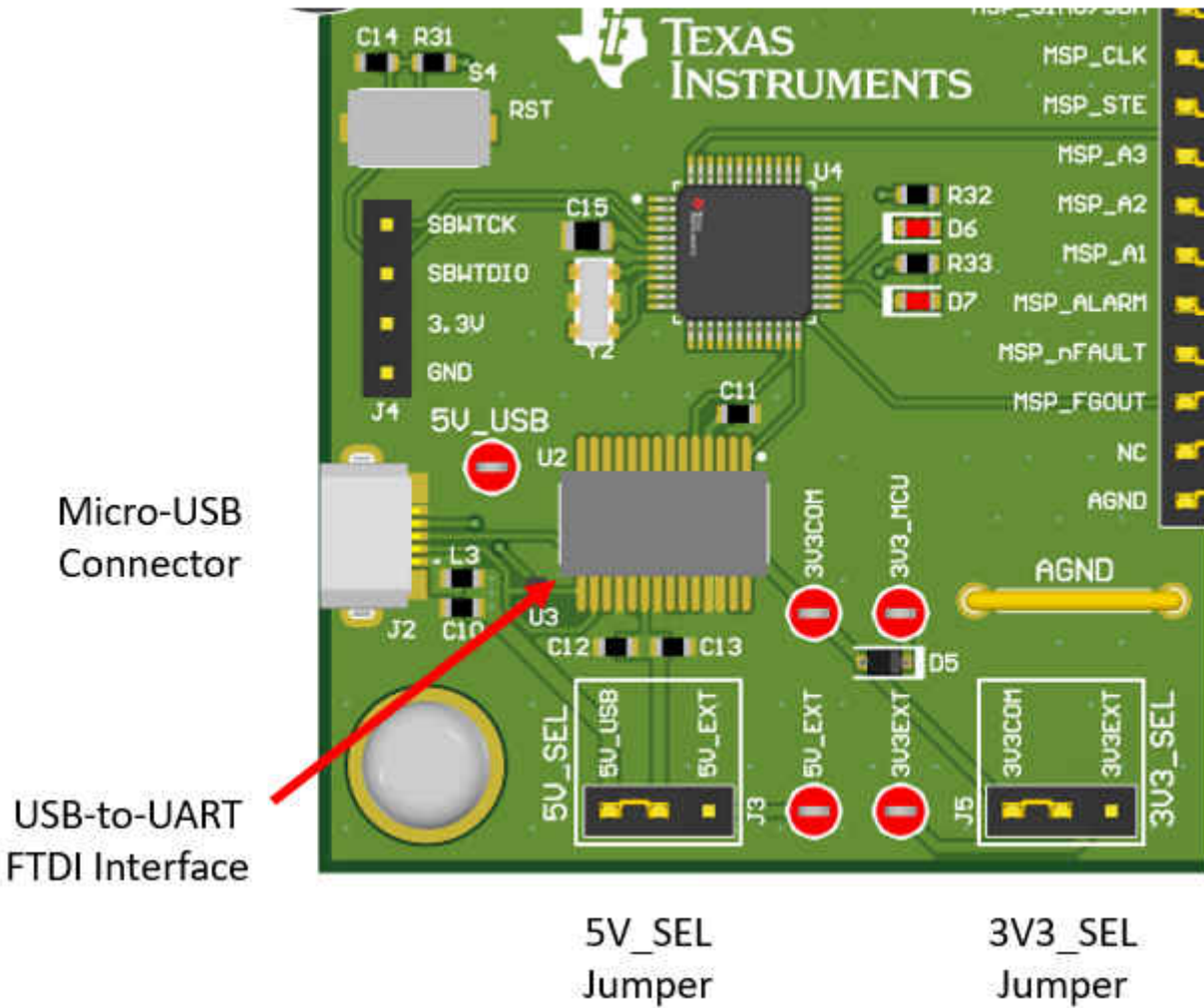


图 4-3. 用于 MCT8316AEVM 的 Micro-USB 连接器和 UART

4.3 MSP430FR2355 微控制器和用户界面

MCT8316AEVM 包括 MSP430FR2355 低功耗 MCU (如图 4-4 所示)，以通过 I2C 与 MCT8316A 通信。

若要对 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 MCT8316AEVM 以将固件刷写到 MSP430FR2355 微控制器中。

用户可以随时使用复位 (RST) 按钮进行复位并重启 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 MCT8316A 之间的所有信号。可以根据需要插入或拆下这些跳线，以便将微控制器与栅极驱动器相隔离。这可用于微控制器信号调试或使用 MCT8316AEVM 作为带有外部微控制器的独立栅极驱动器。

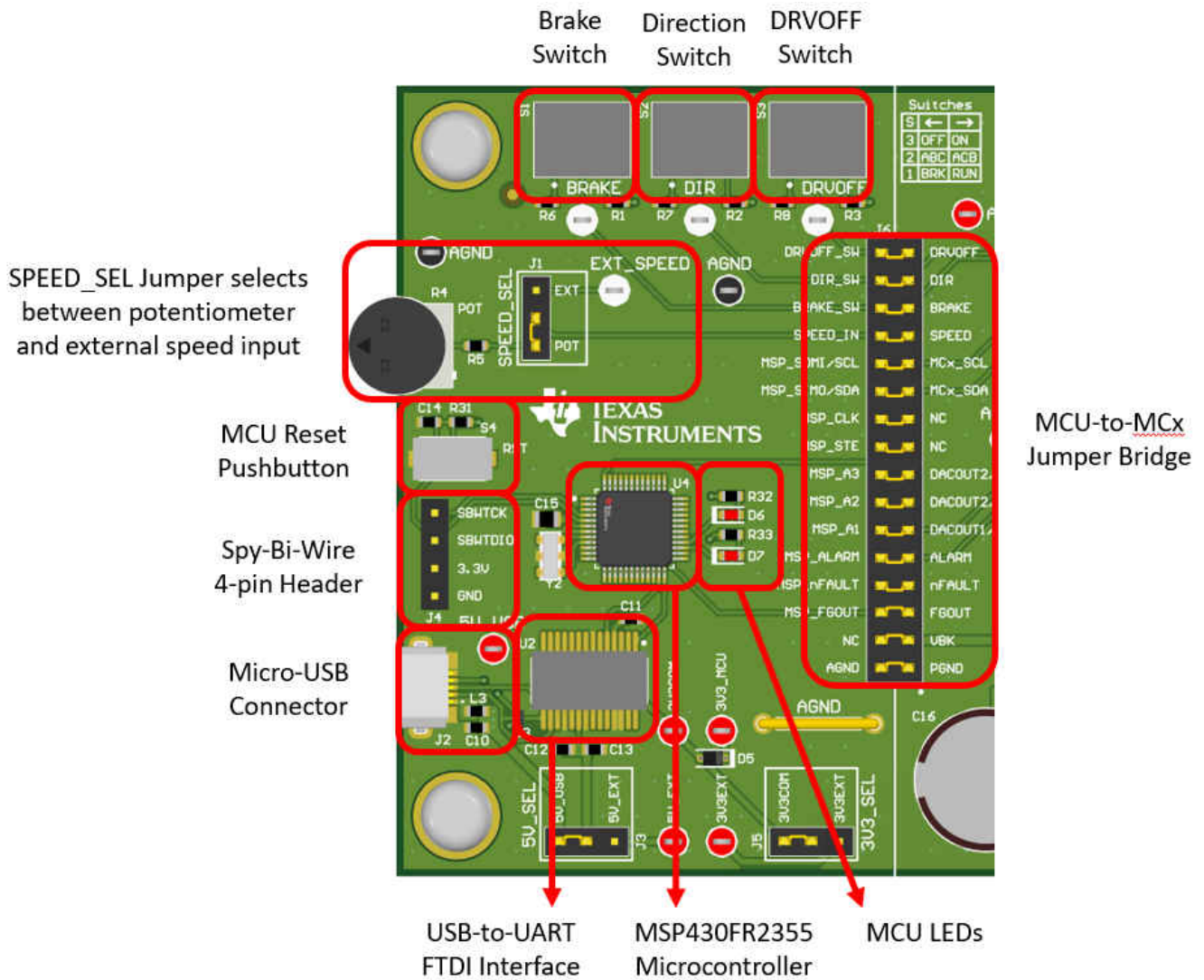


图 4-4. MSP430FR2355 MCU 和 MCT8316AEVM 上的用户界面

4.4 LED 指示灯

MCT8316AEVM 具有 5 个状态 LED，可提供电源的状态和评估模块的各项功能。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 将点亮。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. MCT8316AEVM LED 说明 (上电后默认点亮以粗体显示)

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 MCT8316A 发生故障时亮起
D3	ALARM	红色	当 MCT8316A 满足报警条件时亮起
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

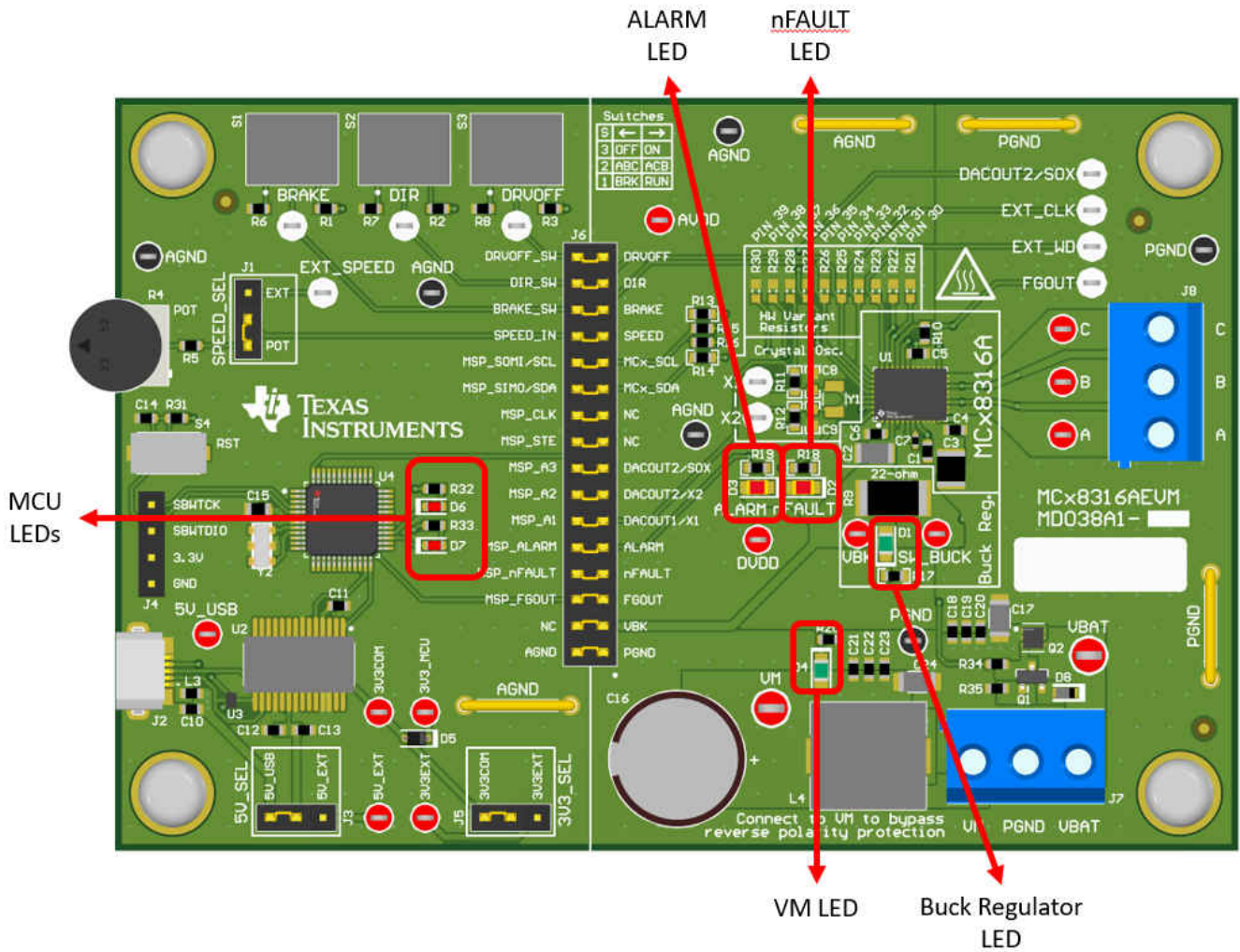


图 4-5. MCT8316AEVM LED

4.5 用户可配置设置

MCT8316AEVM 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. MCT8316AEVM 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 μ H	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. MCT8316AEVM 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	禁用 MCT8316A
				右侧	启用 MCT8316A

5 硬件设置

运行电机所需的硬件是 MCT8316AEVM、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 MCT8316AEVM：

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。更多信息，请参阅节 4.5。
3. 启动 GUI Composer 中的 GUI。
4. 将 Micro-USB 电缆连接到 MCT8316AEVM 和计算机。
5. 打开电源并为 PCB 通电。

如果将 MCT8316AEVM 与外部微控制器一同使用，请拆下跳桥 J6 上的所有分流跳线。将外部跳线从外部 MCU 连接到跳桥的左侧。

6 MCT8316A GUI 应用

MCT8316AEVM 包括 USB-UART 接口，其使用 MSP430FR2355 微控制器作为主机 PC 和 MCT8316A 器件之间的通信桥，用于配置各种器件设置和读取故障诊断信息。MCT8316A GUI 通过此通信接口与 MCT8316A 进行连接和配置。

通过 TI 云库访问 [MCT8316A GUI](#)。

6.1 运行 GUI

MCT8316A GUI 可以直接在 Web 浏览器中运行（支持 Google Chrome 和 Firefox）。

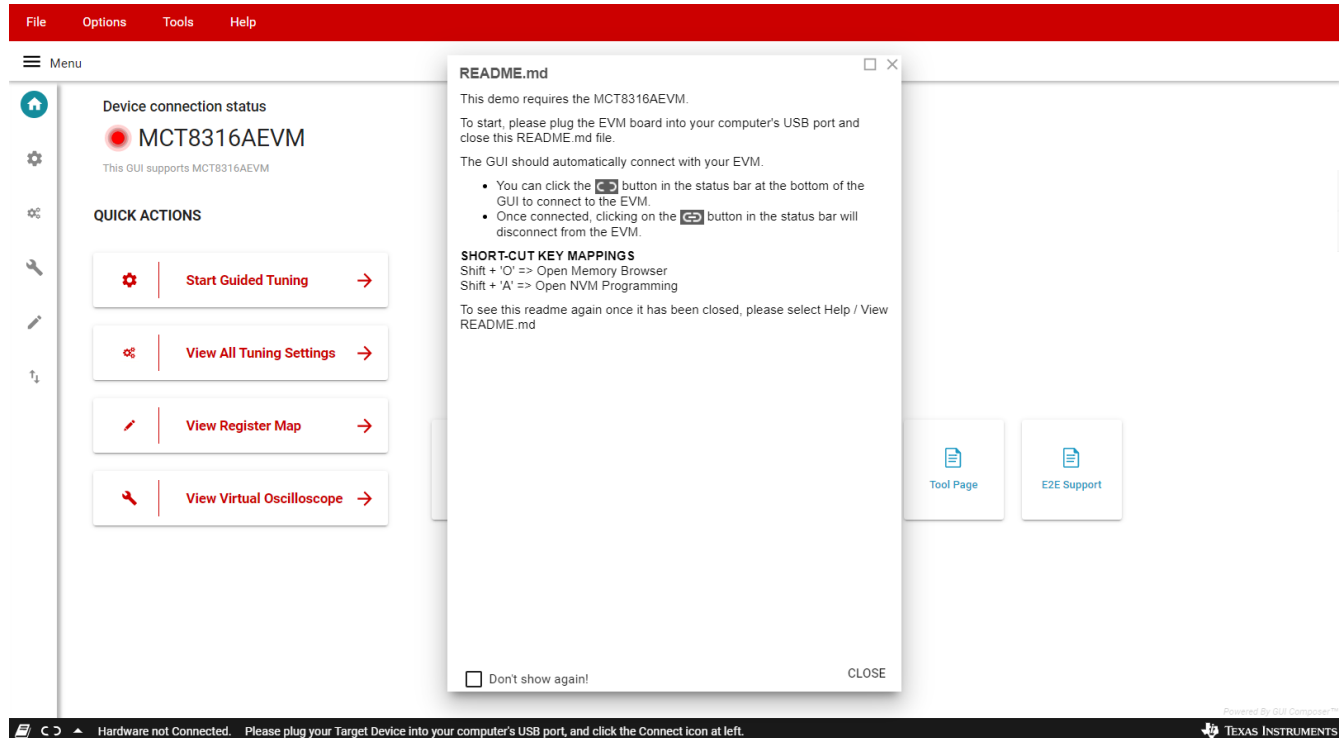


图 6-1. MCT8316A GUI

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 云库中的下载功能下载 MCT8316A GUI 并进行离线安装。



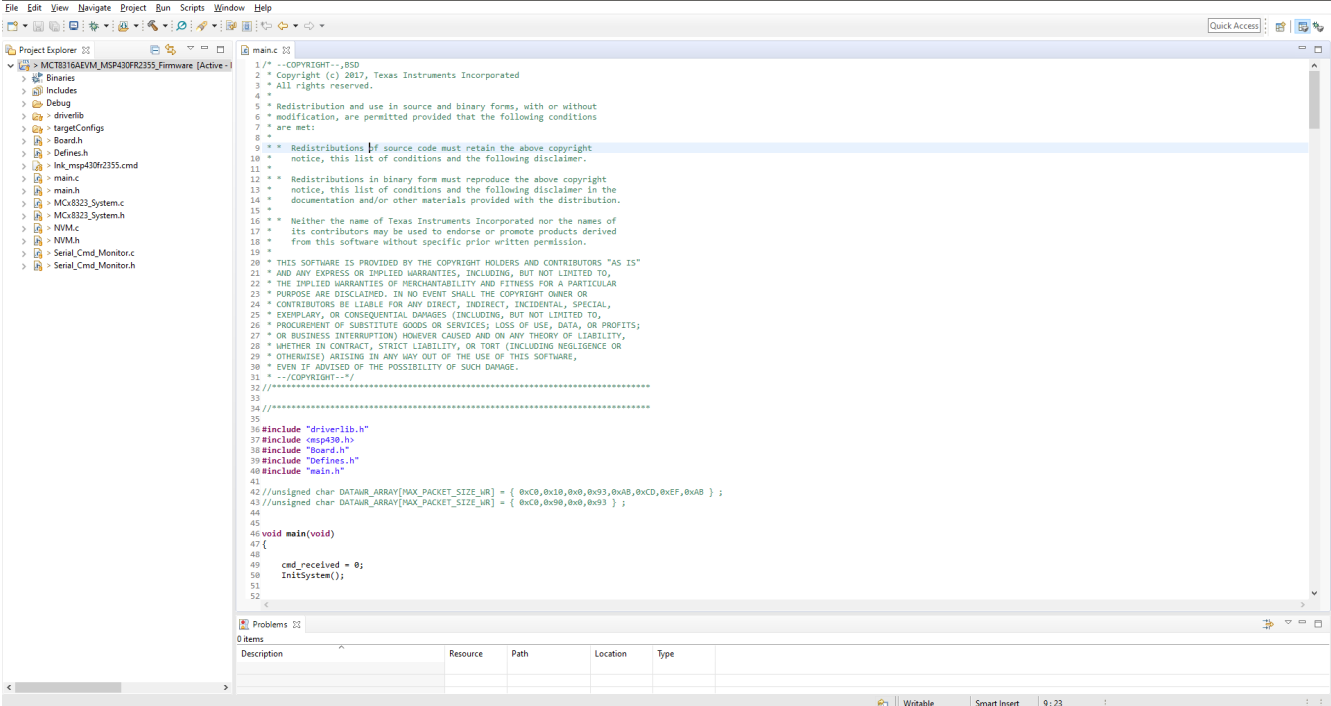
图 6-2. MCT8316A GUI 离线安装程序

7 MSP430FR2355 接口固件

MCT8316AEVM 上的 MSP430FR2355 进行了预编程，包含 PC GUI 与 MCT8316A 通信所需的固件。若要对 MSP430FR2355 上的自定义代码进行重新编程或闪存处理，用户需要一个包含 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 MCT8316AEVM 代码。

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

1. 将“MCT8316AEVM_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“Next”（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惯例。点击“OK”（确认）按钮以接受。
4. 在 CCS 中，点击“Project”（项目）选项卡并选择“Import CCS Projects”（导入 CCS 项目）。点击“Browse”（浏览）按钮。
5. 选择在步骤 1 中安装的“MCT8316AEVM_MSP430FR2355_Firmware_GUI”文件夹。
6. 将工程“MCT8316AEVM_MSP430FR2355_Firmware_GUI”导入您的工作区，如图 7-1 所示。



```

1 /* --COPYRIGHT--,BSD
2 * Copyright (c) 2017, Texas Instruments Incorporated
3 * All rights reserved.
4 *
5 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
6 * modification, are permitted provided that the following conditions
7 * are met:
8 *
9 * 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
10 * notice, this list of conditions and the following disclaimer.
11 *
12 * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
13 * notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
14 * documentation and/or other materials provided with the distribution.
15 *
16 * Neither the name of Texas Instruments Incorporated nor the names of
17 * its contributors may be used to endorse or promote products derived
18 * from this software without specific prior written permission.
19 *
20 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS"
21 * AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
22 * THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
23 * PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR
24 * CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL,
25 * EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
26 * PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS;
27 * OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
28 * WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR
29 * OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE,
30 * EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
31 * --COPYRIGHT--*/
32 //*****
33
34 //*****
35
36 #include "driverlib.h"
37 #include "mcp430.h"
38 #include "Board.h"
39 #include "Defines.h"
40 #include "main.h"
41
42 //unsigned char DATA0_ARRAY[MAX_PACKET_SIZE_0R] = { 0xC0,0x10,0x00,0x03,0x0A,0xCD,0xEF,0xA8 };
43 //unsigned char DATA0_ARRAY[MAX_PACKET_SIZE_0R] = { 0xC0,0x00,0x00,0x03 };
44
45
46 void main(void)
47 {
48
49     cmd_received = 0;
50     InitSystem();
51
52

```

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 MCT8316AEVM 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. 拆下 MSP430 LaunchPad 上的 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 MCT8316AEVM 的 J4 上对应的引脚，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“Build Project”（构建项目）图标或“Ctrl”+ B，确保项目构建成功。如有需要，从“Console”上接受任何更新。
5. 点击“Debug Project”（调试项目）以设置调试会话，然后按“Play”（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 接口

MSP430 LaunchPad™ (eZ-FET 调试探针侧) (J101)	MCT8316AEVM 4 针 SPI-by-Wire 接口 (J4)
GND	GND
3V3	3.3V
SBWTDIO	SBWTDIO
SBWTCK	SBWTCK

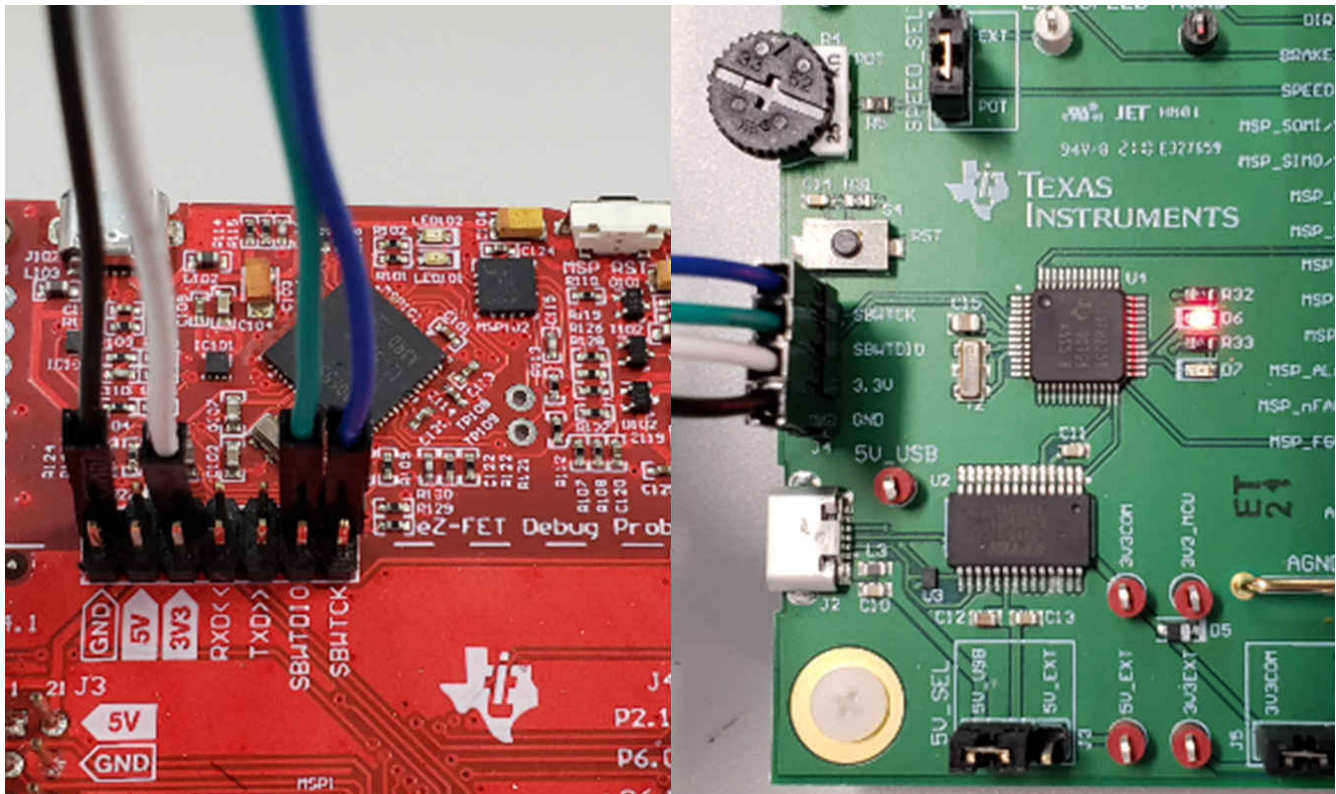


图 7-2. MSP430 LaunchPad™ eZ-FET 探针连接到 MCT8316AEVM

8 原理图

8.1 主电源和 π 型滤波器

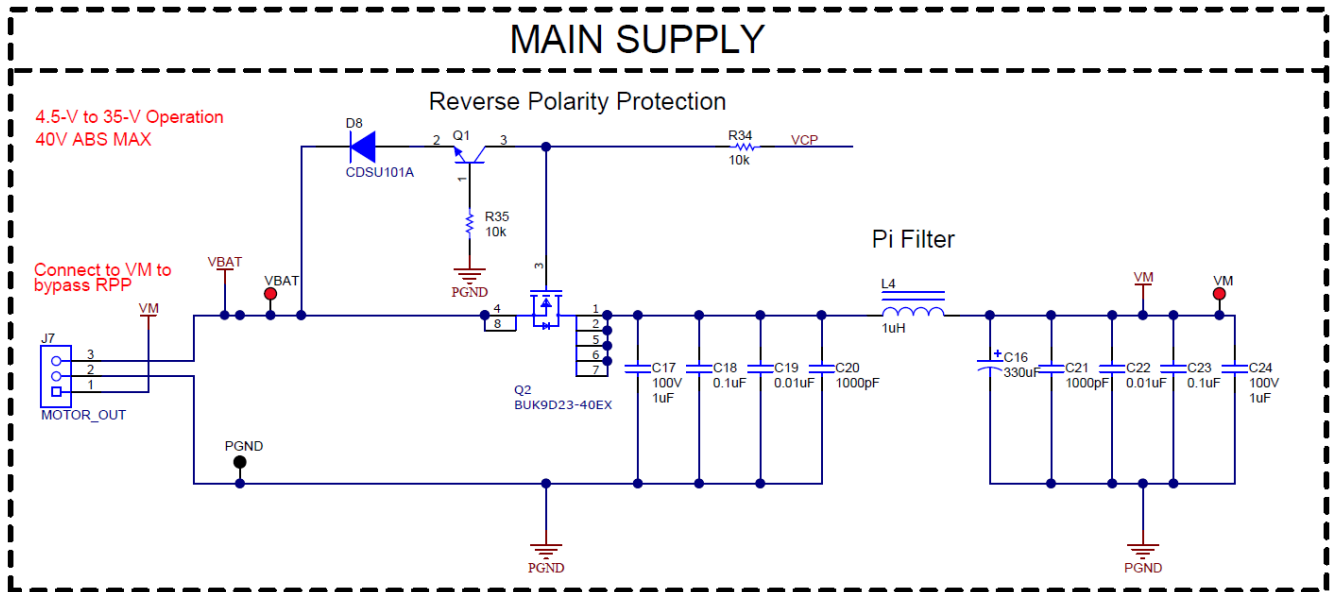


图 8-1. 主电源和 π 型滤波器原理图

8.2 连接器和接口

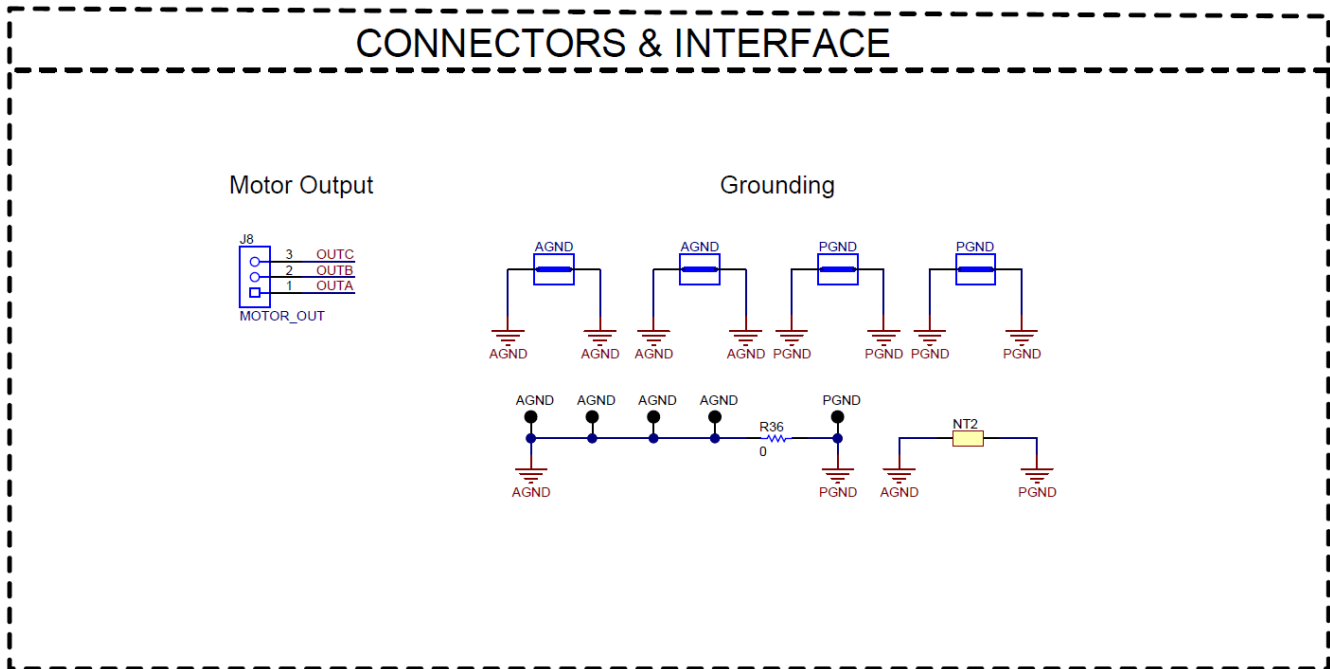


图 8-2. 连接器和接口原理图

8.3 USB 转 UART

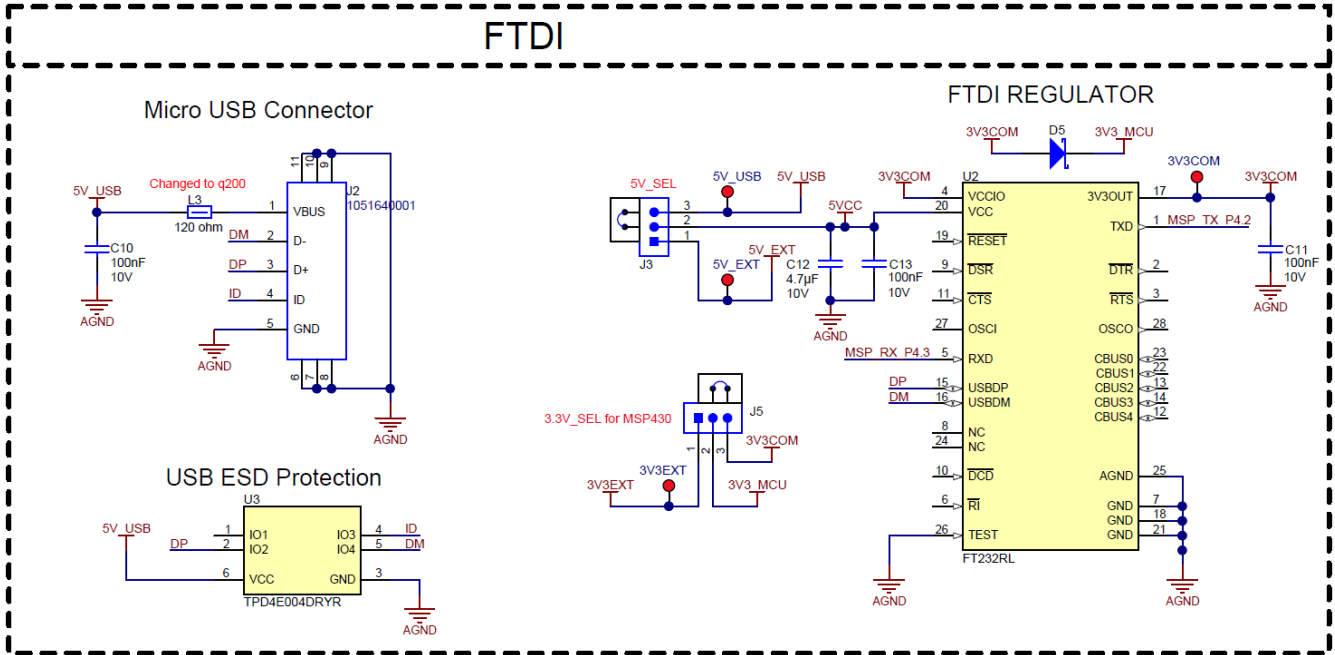


图 8-3. USB 转 UART 电路原理图

8.4 MCU 编程和调试

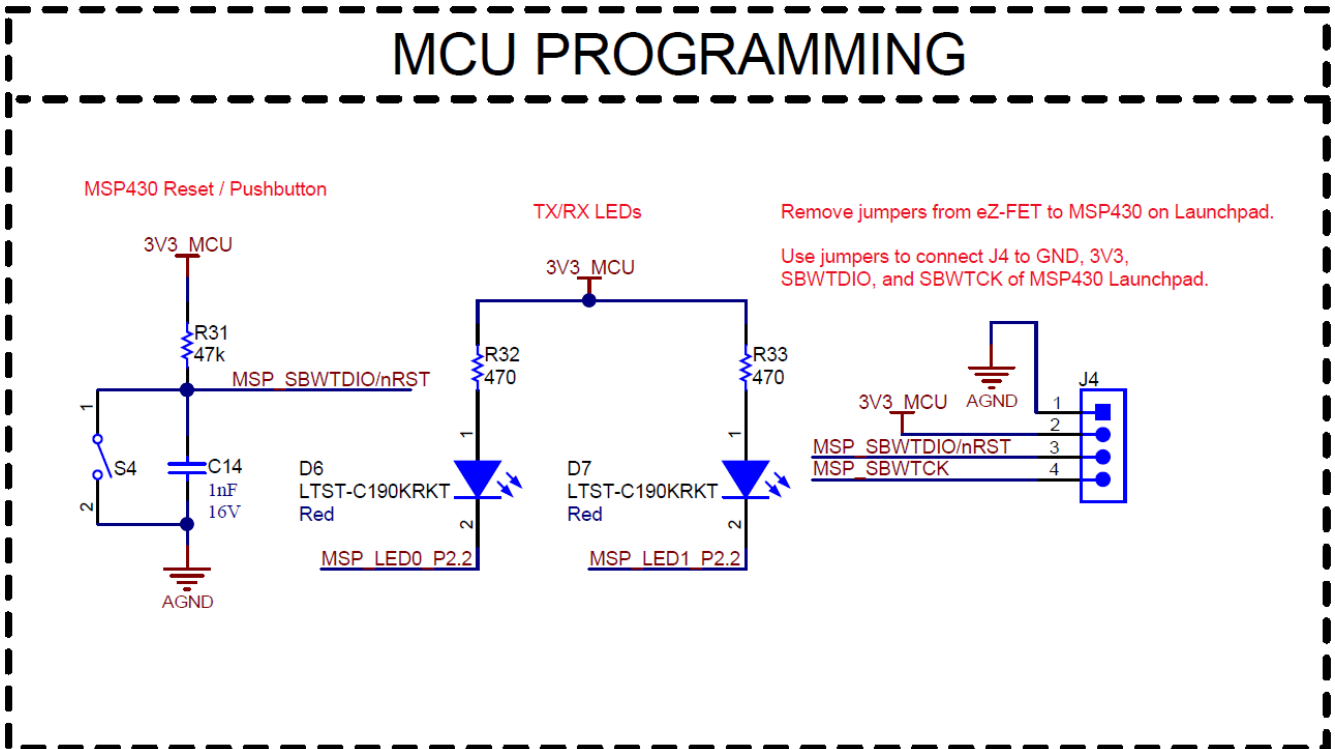


图 8-4. MCU 编程和调试原理图

8.5 MSP430FR2355 MCU

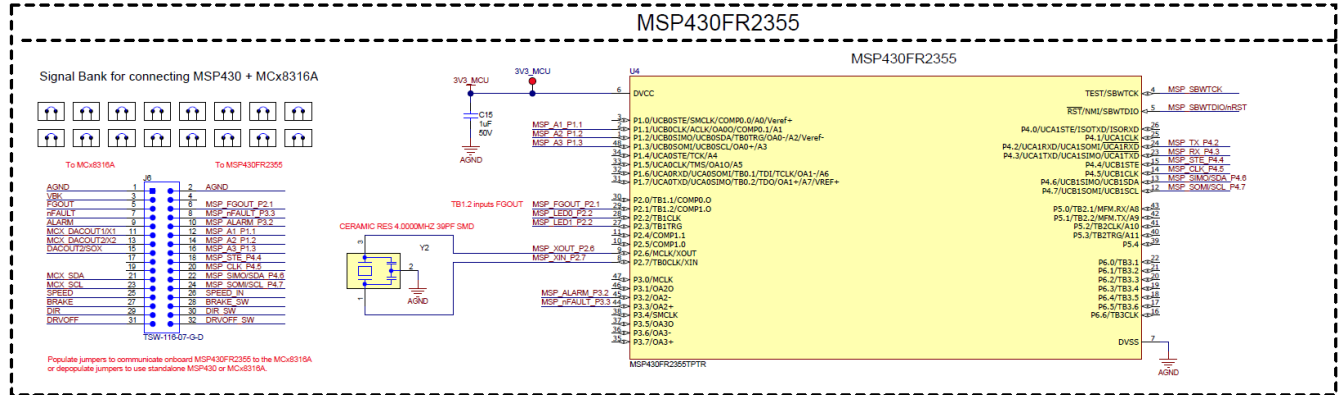


图 8-5. MSP430FR2355 MCU 原理图

8.6 MCT8316A 三相无传感器梯形控制集成式驱动器

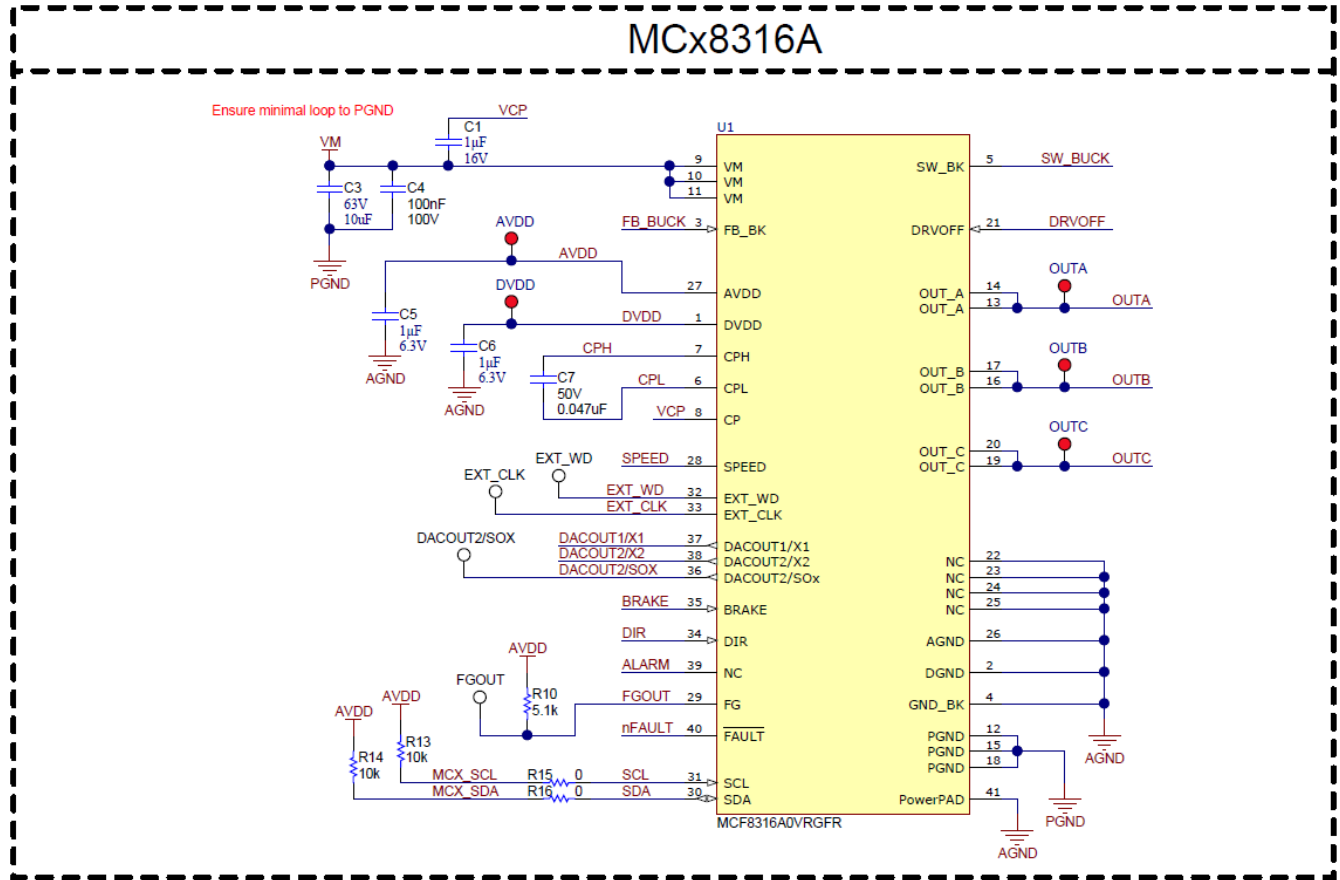


图 8-6. MCT8316A 三相无传感器梯形控制集成式驱动器原理图

8.7 降压稳压器

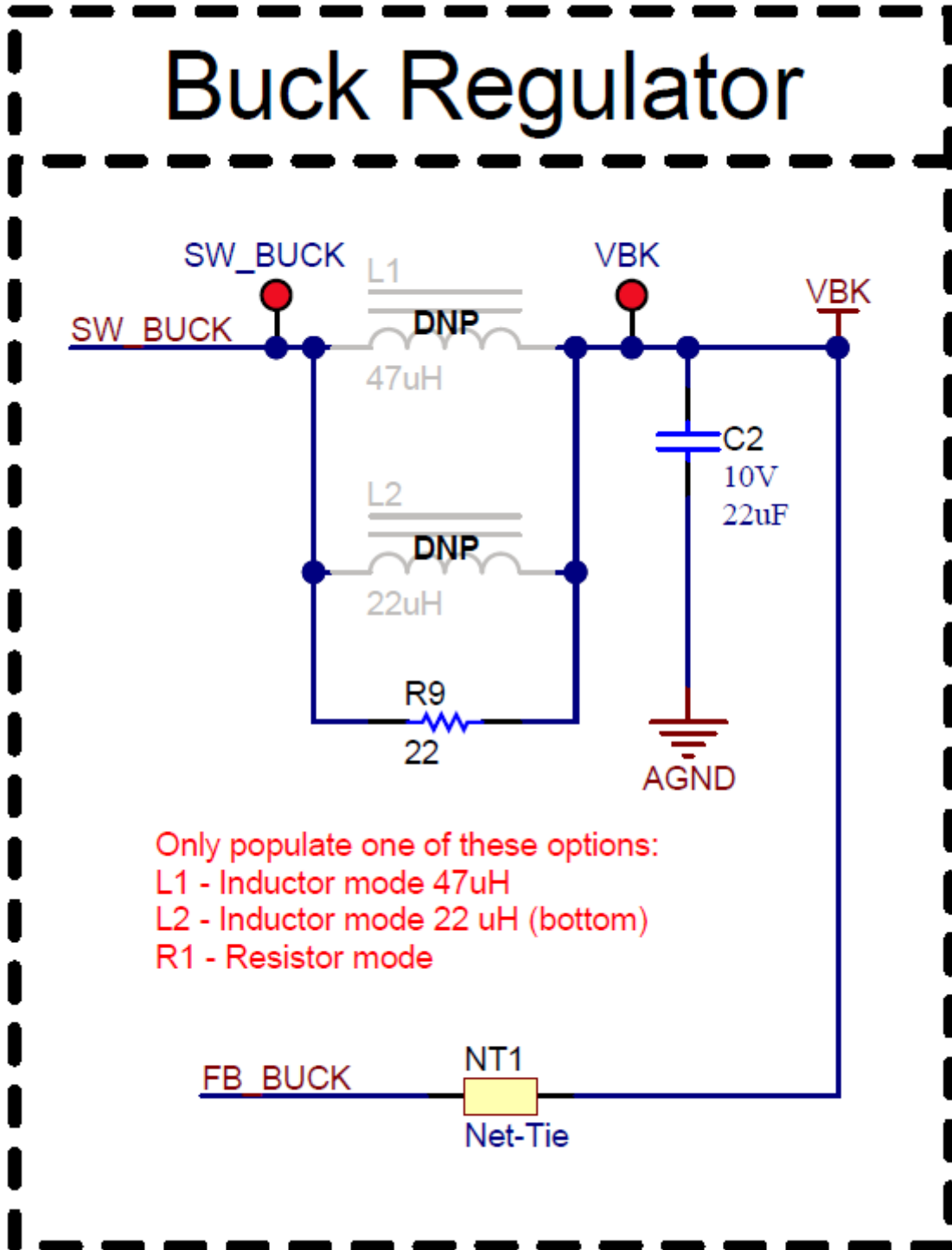


图 8-7. 降压稳压器原理图

8.8 状态 LED

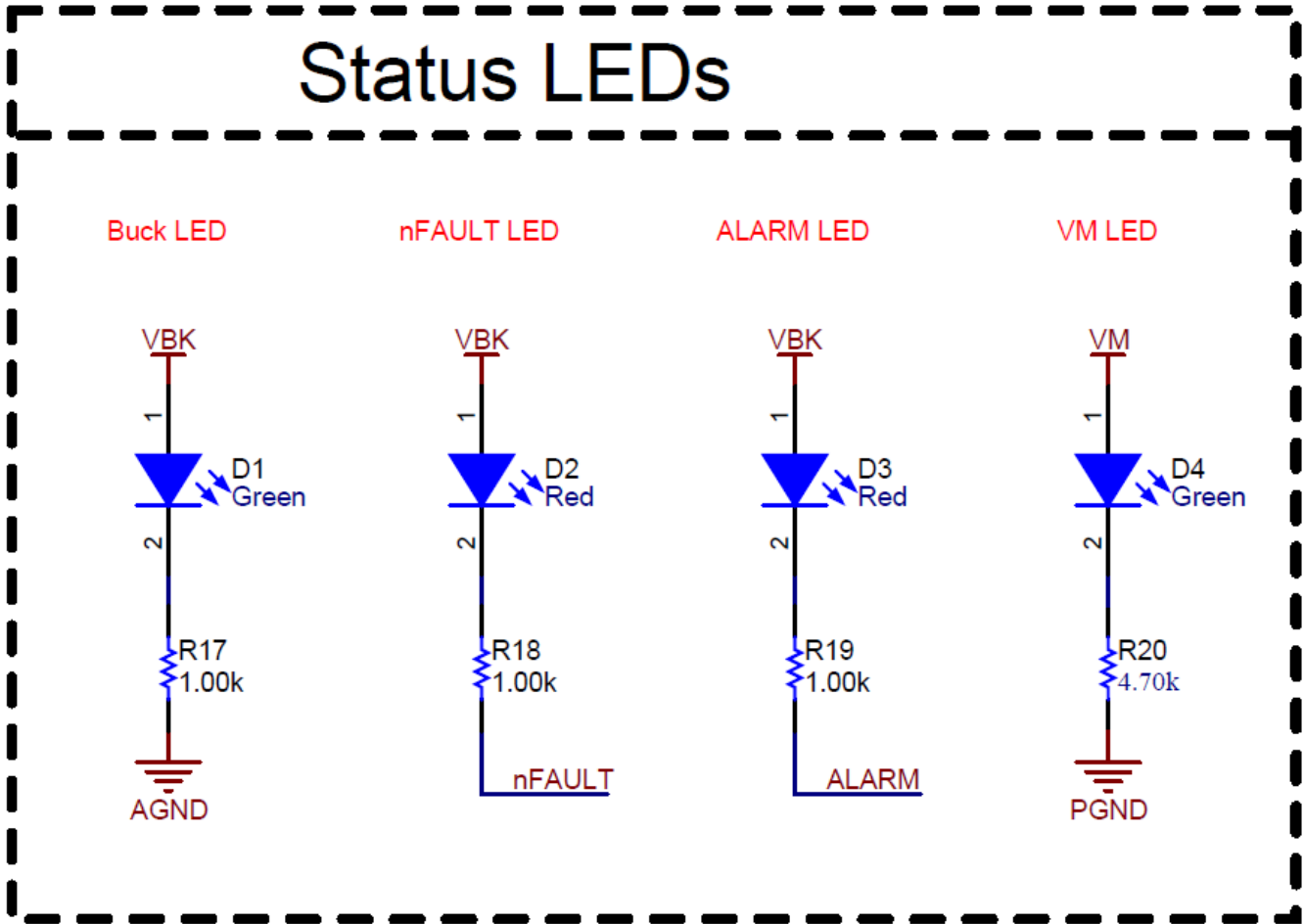


图 8-8. 状态 LED 原理图

8.9 开关和速度输入

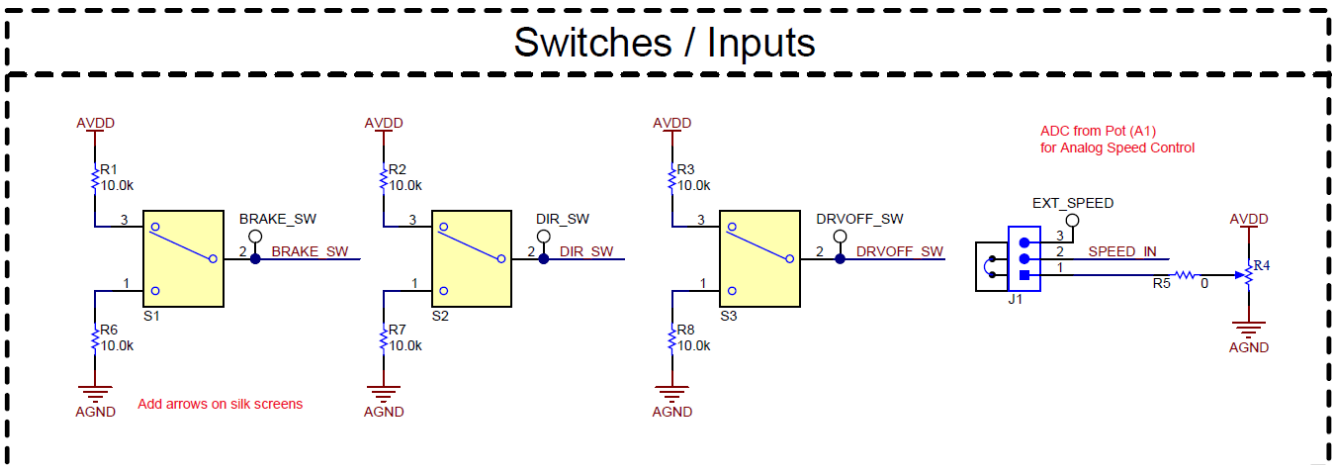


图 8-9. 开关和速度输入原理图

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
	*	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