

User's Guide

MCF8316AEVM 評価基板



概要

このドキュメントは、MCF8316Ax データシート (MCF8316A Sensorless Field Oriented Control (FOC) Integrated FET BLDC Driver) (英語) の補足資料として、MCF8316A カスタマー評価基板 (EVM) に付属するものです。このユーザー・ガイドでは、評価基板のハードウェア実装、基板の設定および電源供給方法について説明しています。

目次

1 注意および警告	2
2 はじめに	3
3 クイック・スタート・ガイド	4
4 ハードウェアとソフトウェアの概要	5
4.1 ハードウェア接続の概要 – MCF8316AEVM	5
4.2 接続の詳細	5
4.3 MSP430FR2355 マイクロコントローラおよびユーザー・インターフェイス	7
4.4 LED ライト	8
4.5 ユーザーが構成可能な設定	9
5 ハードウェア設定	11
6 MCF8316A GUI アプリケーション	12
6.1 GUI の実行	12
6.2 オフライン・インストーラ	12
7 MSP430FR2355 インターフェイス・ファームウェア	14
7.1 Code Composer Studio のダウンロードおよび MSP430FR2355 インターフェイス・ファームウェア・コードのインポート	14
7.2 eZ-FET を使用した MSP430FR2355 のプログラム	14
8 回路図	16
8.1 主電源および π 型フィルタ	16
8.2 コネクタおよびインターフェイス	16
8.3 USB から UART への変換	17
8.4 MCU のプログラミングおよびデバッグ	17
8.5 MSP430FR2355 MCU	18
8.6 MCF8316A 3 相センサレス FOC 統合ドライバ	18
8.7 降圧レギュレータ	19
8.8 ステータス LED	20
8.9 スイッチおよびスピード入力	20
9 改訂履歴	21

商標

MSP430™ and LaunchPad™ are trademarks of Texas Instruments.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 注意および警告

評価基板に表示されている注意事項および警告に従ってください。

高温注意:



高温表面に注意！触れるとやけどの原因になることがあります。触れないでください。操作時には適切な予防措置を講じてください。

2 はじめに

MCF8316A は、4.5V~35V、8A ピークの統合型 3 相ゲート・ドライバ IC であり、モータ駆動アプリケーション用のセンサレス磁界方向制御を備えています。高精度にトリムされた 3 つの温度補償付きハーフブリッジ MOSFET、ゲート・ドライバ、チャージ・ポンプ、電流センスアンプ、外部負荷用のリニア・レギュレータ、可変降圧レギュレータを備えています。また、I2C インターフェイス・バリエーション (MCF8316A) は、各種デバイス設定を構成したり、外部コントローラからフォールト診断情報を読み出ししたりするための標準 I2C インターフェイスも備えています。

MCF8316AEVM には、micro-USB コネクタから UART へ USB 通信を変換するためのオンボード FTDI チップ、また、MCF8316A とインターフェイスするためのオンボード MSP430FR2355 MCU が含まれています。さらに、MCF8316A デバイスの SPI バリエーション用の SPI 通信も装備しています。ユーザーが選択可能なジャンパ、抵抗、コネクタ、テスト・ポイントを多数備えており、このデバイスのさまざまな機能の評価およびデバイス固有の設定の構成が可能です。

このドキュメントは、MCF8316AEVM を補足するスタートアップガイドとなるものです。MCF8316A デバイスのリファレンス・ハードウェアの設計、実装、および検証を行うエンジニアを対象としています。

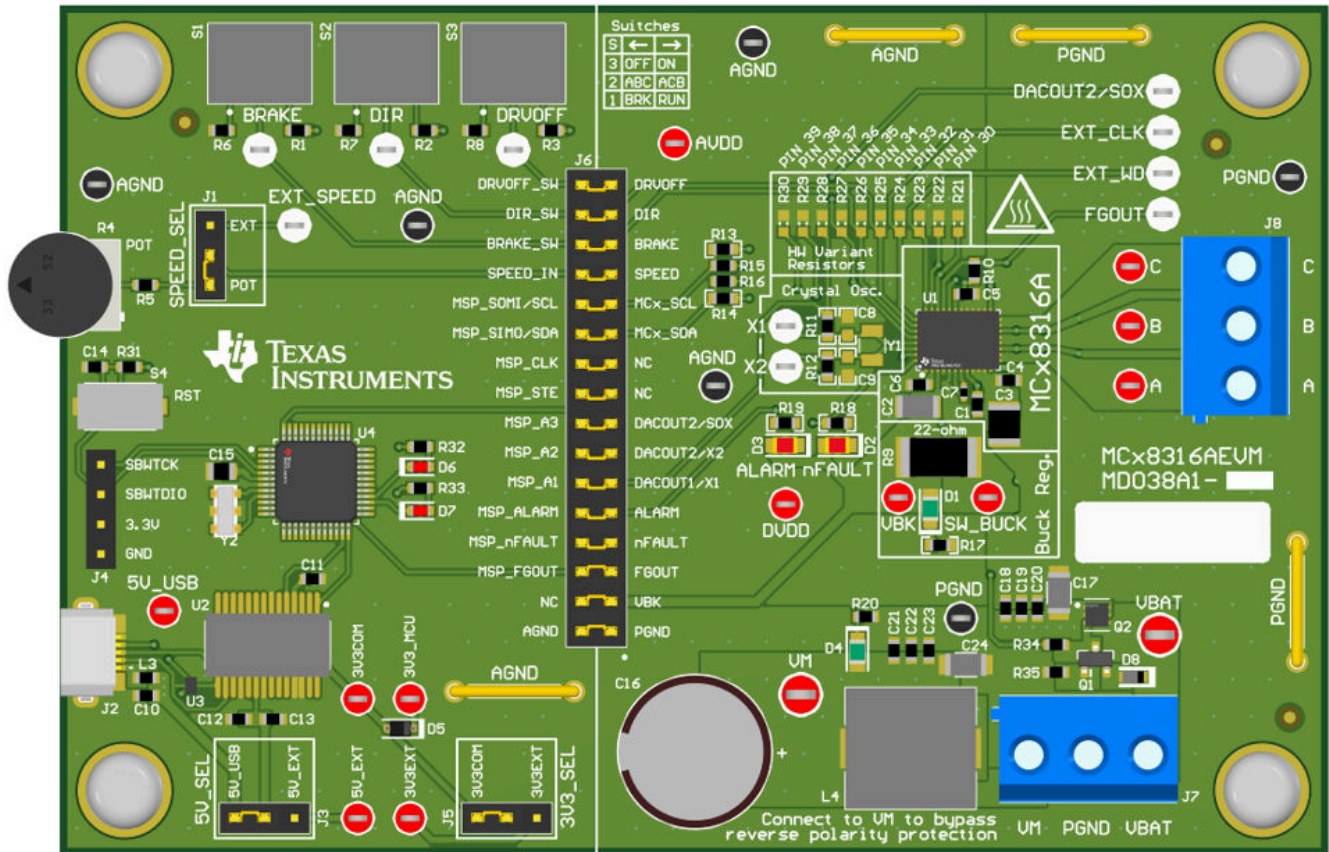


図 2-1. MCF8316AEVM プリント基板 (PCB - 上面図)

3 クイック・スタート・ガイド

MCF8316AEVM には電源が必要であり、その推奨動作範囲は 4.5V~35V です。評価基板のセットアップと電力供給を行うためには、以下の手順に従ってください。

1. コネクタ J8 の A、B、C にモーターの各相を接続します。
2. 電源は、まだ投入しないでください。モーター電源をコネクタ J7 の VBAT/VM と PGND に接続します。
 - a. 逆極性保護および π 型フィルタを有効にする場合は、VBAT に接続します。VBAT に接続すると、逆極性保護回路のダイオード電圧降下により VM は $VM - 0.7V$ と低くなります。
 - b. 逆極性保護および π 型フィルタを無効にする場合は、VM に接続します。
3. USB 電源から MSP430 に電力を供給するには、J3 で 5V_USB、J5 で 3V3COM を選択します。
4. micro-USB ケーブルをコンピュータに接続します。
5. ポテンショメータを時計回りにいっぱいまで回して、電源投入時のモーター速度をゼロに設定します。
6. スイッチ S1 を右に切り替えて BRAKE = RUN、S2 を左に切り替えて DIR = ABC、S3 を右に切り替えて DRVOFF = ON に設定します。
7. モーター電源をオンにします。
8. ポテンショメータ R4 を使ってモータ速度を制御し、スイッチを使ってモーター・ドライバを無効にしたり、方向を変更したり、モーターにブレーキをかけたりします。必要に応じて、GUI (セクション 6 参照) を使用してモーターのリアルタイム速度を監視したり、MCF8316A を低電力スリープモードにしたり、LED のステータスを読み取ったりできます。

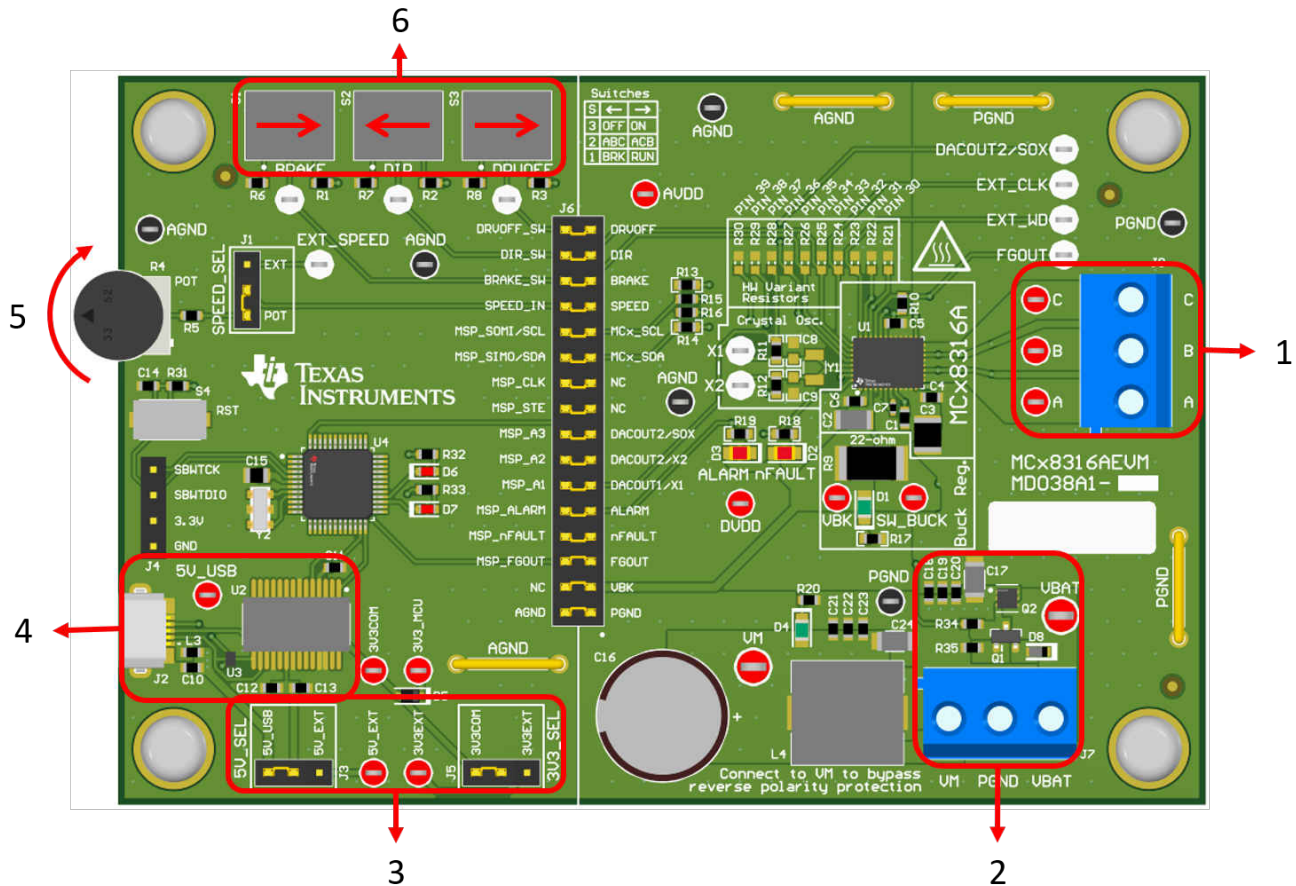


図 3-1. クイック・スタート・ガイドの説明図

4 ハードウェアとソフトウェアの概要

4.1 ハードウェア接続の概要 – MCF8316AEVM

図 4-1 に、MCF8316AEVM 評価基板の主要なブロックを示します。MCF8316AEVM は、4.5V~35V の入力電源用に設計されています。MCF8316A は、3 つのハーフブリッジを内蔵し、センサレスの FOC アルゴリズムを実装しており、最大 8A のピーク電流でモータを駆動できます。また、可変降圧レギュレータも内蔵しており、多くの種類のホール・センサ構成をサポートできます。

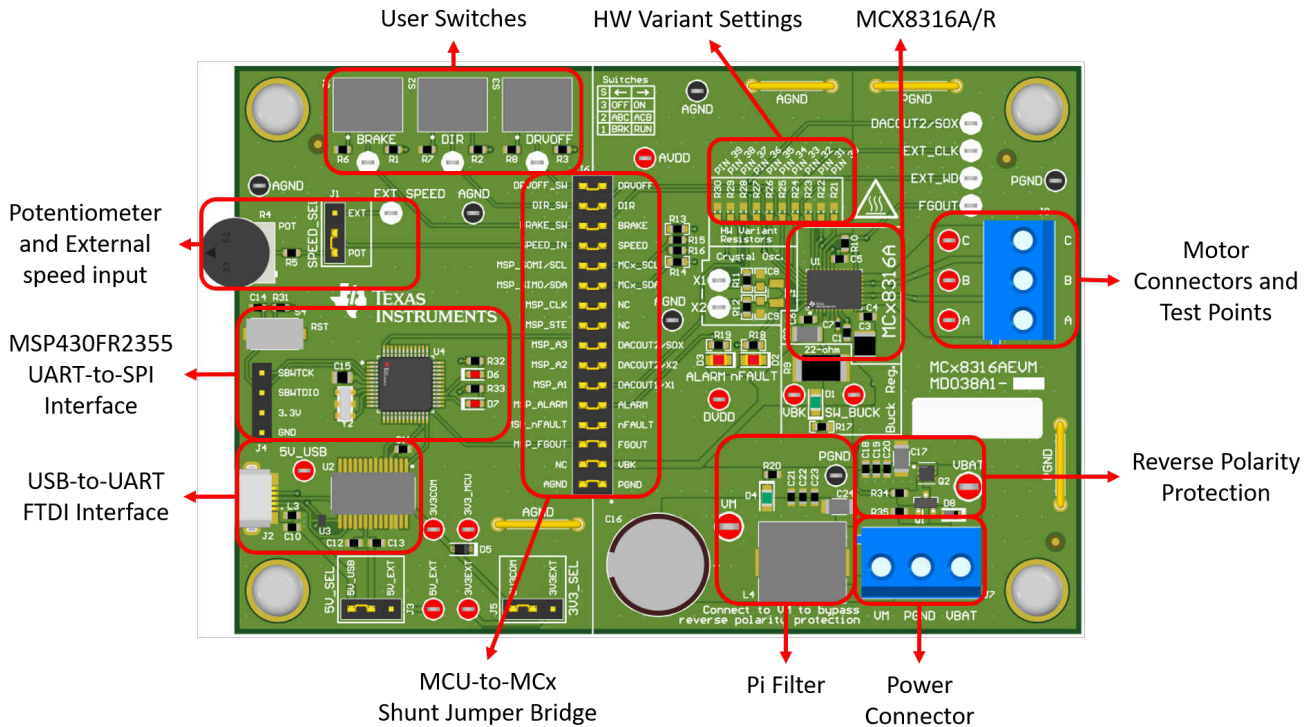


図 4-1. MCF8316AEVM の主要なハードウェア・ブロック

4.2 接続の詳細

図 4-2 に、3 相センサレス・ブラシレス DC モータを駆動するための MCF8316AEVM への接続を示します。

4.5V~35V の電源またはバッテリーをコネクタ J7 の VBAT または VM と PGND 端子に接続します。VBAT 端子と PGND 端子には、逆極性保護および π 型フィルタが実装されています。逆極性保護および π 型フィルタをバイパスするには、ボード上の VM 端子または VM テスト・ポイントと PGND に電源を接続します。

BLDC モータの 3 つの相は、MCF8316AEVM に搭載されているねじ端子コネクタ J8 の A、B、C 端子に直接接続します。

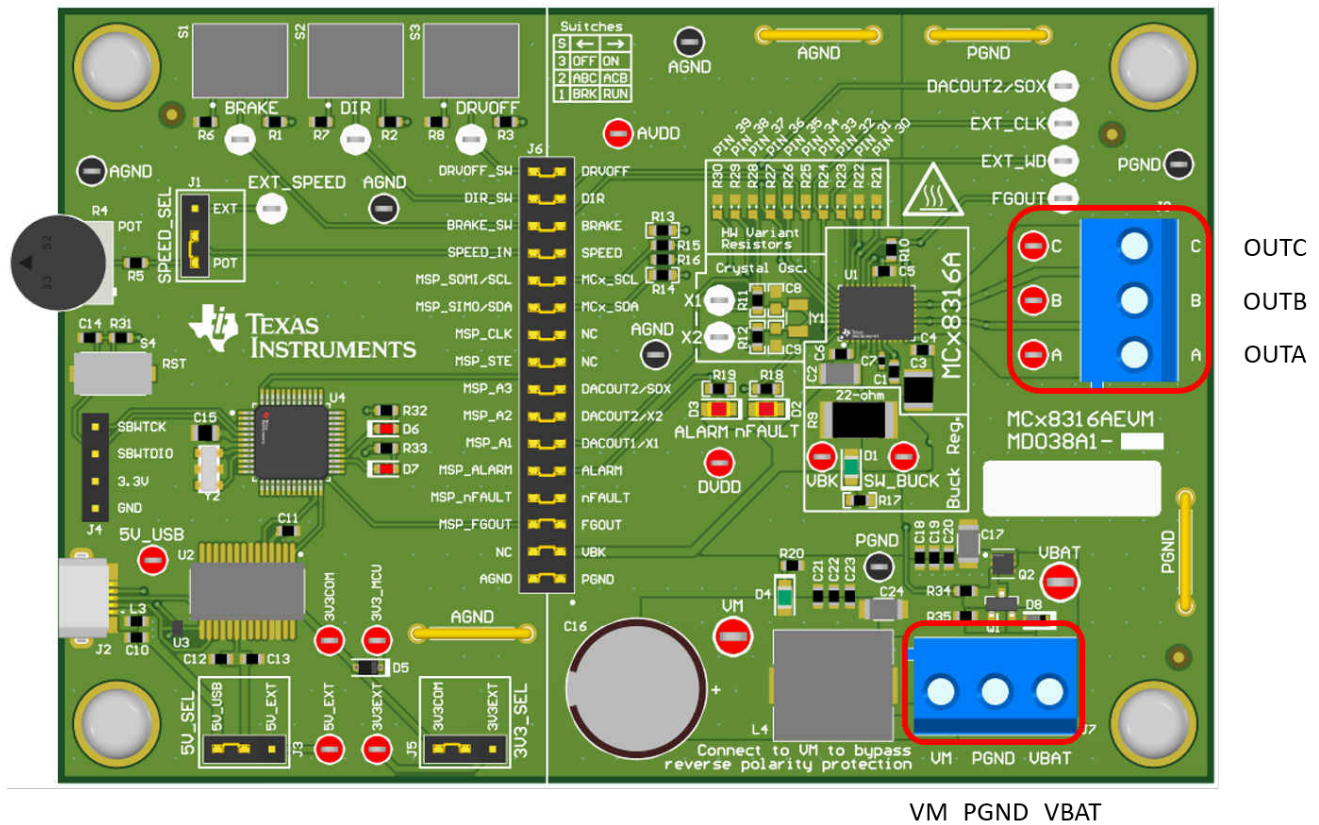


図 4-2. モータから MCF8316AEVM への接続

図 4-3 は、評価基板と GUI の間で通信を行うための micro-USB ケーブルを MCF8316AEVM に接続する位置を示します。USB データおよび USB からの 5V 電源は、UART データおよび MSP430FR2355 マイクロコントローラに電力を供給するための 3.3V 電源に変換されます。USB 電源からの 5V は 500mA に制限され、FTDI チップからの 3.3V は 30mA に制限されています。これらのレールに対して、より多くの電流供給を希望する場合は、5V_SEL ジャンパ J3 および 3V3_SEL ジャンパ J5 を使用して、外部電源レールを接続することができます。

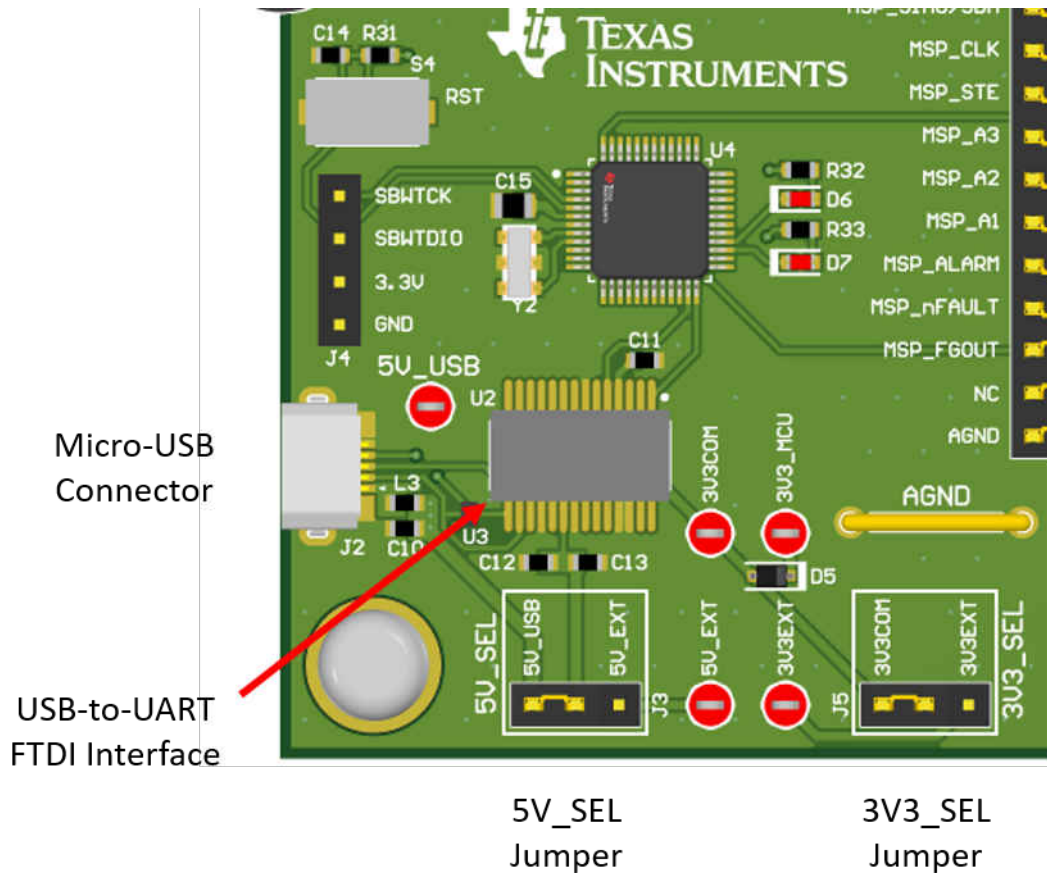


図 4-3. MCF8316AEVM の Micro-USB コネクタと UART

4.3 MSP430FR2355 マイクロコントローラおよびユーザー・インターフェイス

MCF8316AEVM には、MSP430FR2355 低消費電力マイクロコントローラ (図 4-4 を参照) が搭載されており、I2C 経由で MCF8316A と通信します。

MSP430FR2355 をプログラムするには、外付けの MSP430 FET プログラマを Spy-Bi-Wire (SBW) インターフェイス・コネクタ J4 に接続する必要があります。多くの MSP430™ ローンチパッドは、オンボードの eZ-FET デバッグ・プローブを提供しています。このデバッグ・プローブから MCF8316AEVM ヘジジャンパ線を接続すると、MSP430FR2355 マイクロコントローラにファームウェアをフラッシュ書き込みできます。

ユーザーは、いつでもリセット (RST) ボタンを使って MCU プログラムをリセットし、再起動することができます。2 個のアクティブ LOW の LED (D6 および D7) は、デバッグ目的にも利用できます。

最後に、32 ピンコネクタ J6 のシャント・ジャンパ・ブリッジには、マイクロコントローラと MCF8316A の間の信号がすべて接続されています。これらのジャンパは、マイクロコントローラをゲート・ドライバから切り離すために、必要に応じて挿入または除去することができます。これによって、マイクロコントローラ信号をデバッグしたり、あるいは、外付けマイクロコントローラによる スタンドアロン・ゲート・ドライバとして MCF8316AEVM を使うこともできます。

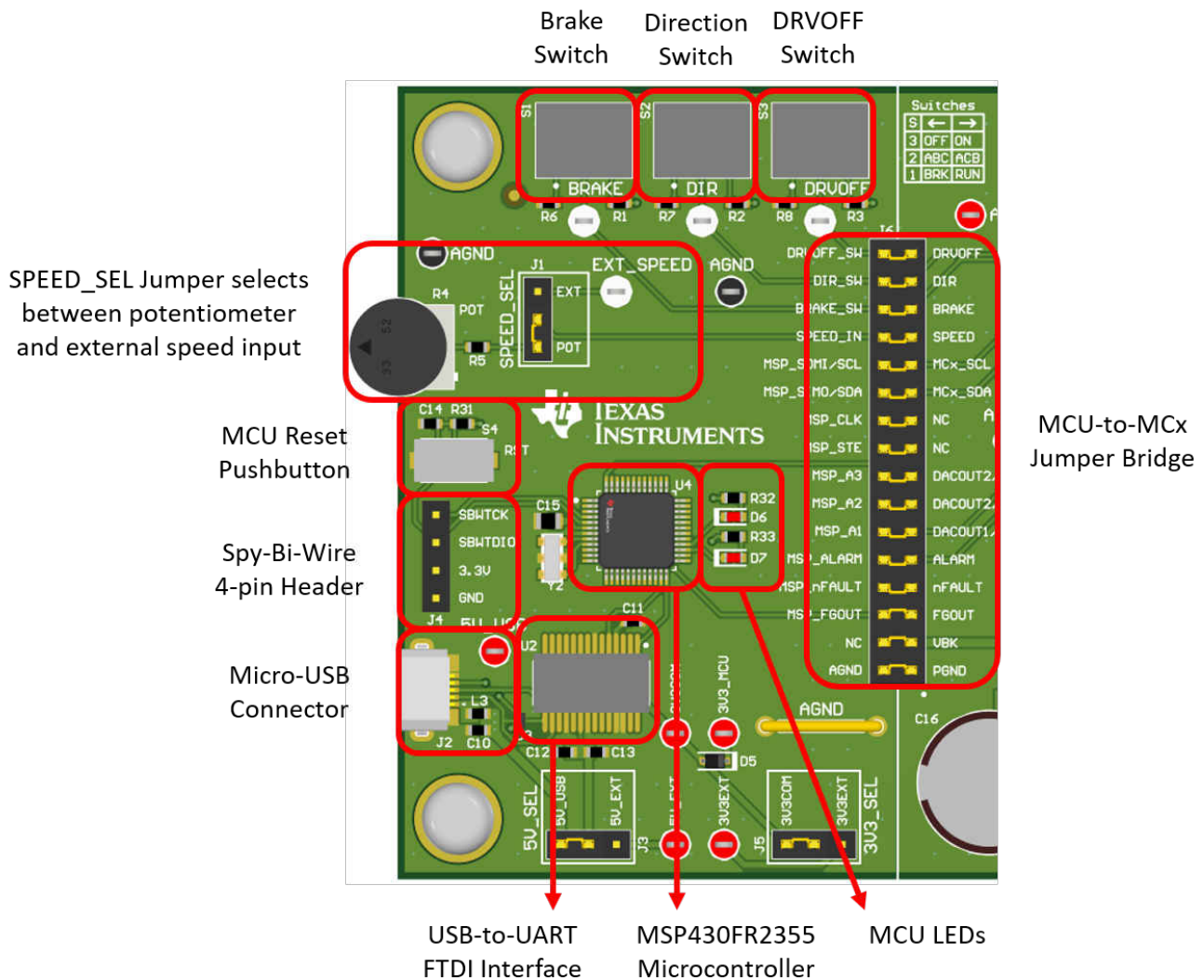


図 4-4. MCF8316AEVM 上の MSP430FR2355 MCU および ユーザー・インターフェイス

4.4 LED ライト

MCF8316AEVM には 5 つのステータス LED が実装されており、評価基板の電源および機能のステータスを表示します。デフォルトでは、基板に電力を供給し、プログラムをマイコンにフラッシュ書き込みした時点で、VM LED と 3.3V 降圧 LED が点灯します。表 4-1 に LED の説明を示します。電源投入時にオンになっている LED を太字で示しています。また、図 4-5 に LED の位置を示します。

表 4-1. MCF8316AEVM LED の説明 (太字は電源投入後のデフォルト状態)

記号	名称	色	概要
D1	降圧レギュレータ	緑	内部降圧レギュレータ電圧出力
D2	nFAULT	赤	MCF8316A でフォールト状態が発生すると点灯
D3	ALARM	赤	MCF8316A でアラーム状態が発生すると点灯
D4	VM	緑	基板にモーター電源供給
D5	MSP-LED1	赤	UART またはデバッグに使用
D6	MSP_LED2	赤	UART またはデバッグに使用

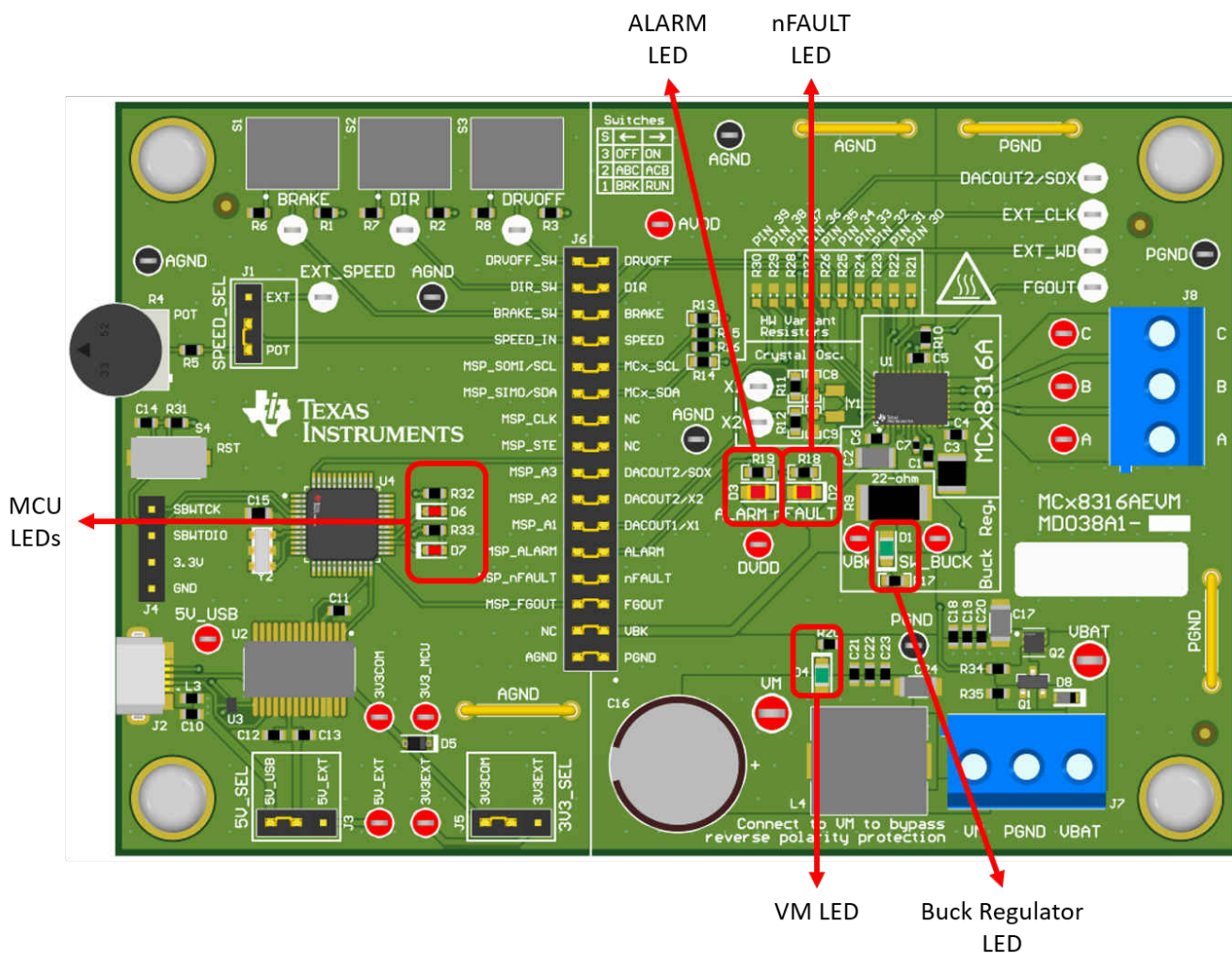


図 4-5. MCF8316AEVM の LED

4.5 ユーザーが構成可能な設定

MCF8316AEVM には、評価ボード全体にわたってユーザーが選択できる各種のジャンパ、スイッチ、抵抗が用意されており、設定の構成が可能になっています。表 4-2 に、これらの構成可能なすべての設定をまとめます。

表 4-2. MCF8316AEVM のユーザー選択設定の説明 (デフォルトは太字)

記号	設定の名称	概要	基板面	位置	機能
L1/L2/R9	降圧レギュレータ・モード	ユーザーが降圧レギュレータのスイッチング部品を選択して、L1、L2、R9 のいずれかを実装	表	L1 = 47 μ H インダクタ	インダクタ・モード
			裏	L2 = 22 μ H	インダクタ・モード
			裏	R1 = 22Ω	抵抗モード
J5	3V3_SEL	MCU 電源用の 3.3V を選択	表	J5 = 3V3EXT	外部
				J5 = 3V3COM	FTDI から (30mA)
J3	5V_SEL	FTDI 電源用の 5V を選択	表	J3 = 5V_EXT	外部
				J3 = 5V_USB	USB 電源から (500mA)

表 4-2. MCF8316AEVM のユーザー選択設定の説明 (デフォルトは太字) (continued)

記号	設定の名称	概要	基板面	位置	機能
J1	SPEED_SEL	SPEED 入力ソースを選択	表	J1 = EXT	外部 EXT_SPEED テスト・ポイント
				J1 = POT	ポテンショメータ R4 から
				J1 取り外し	フローティング
J6	MSP から MCx への ジャンパ・ジャンパ・ブリッジ	ジャンパを挿入すると、MCU およびユーザー・スイッチからの信号を MCx8316A に接続	表	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	すべてのローサイド MOSFET をオン	表	左	ブレーキ作動
				右	ブレーキ作動停止
S2	DIR	モーターの方向制御	表	左	ABC
				右	ACB
S3	DRVOFF	ゲート・ドライバ無効化	表	左	MCF8316A 有効
				右	MCF8316A 無効

5 ハードウェア設定

モータの駆動に必要なハードウェアは、MCF8316AEVM、Micro-USB ケーブル、DC 出力 4.5V~35V の電源です。MCF8316AEVM を起動するには、次の手順に従います。

1. DC 電源をヘッダ J7 に接続します。逆極性保護および π 型フィルタを評価基板に適用する場合は、VBAT および PGND に接続します。それ以外の場合は、VM および PGND に接続して、逆極性保護および π 型フィルタをバイパスします。
2. ユーザーが構成可能なジャンパ設定を適用します。詳細については、「[セクション 4.5](#)」セクションを参照してください。
3. プログラムを MCU にフラッシュ書き込みします ([セクション 4](#) を参照)。GUI Composer で GUI を起動し、4 ピン JTAG 接続を切断します。
4. Micro-USB ケーブルを MCF8316AEVM およびコンピュータに接続します。
5. 電源をオンにして PCB に電源を投入します。

MCF8316AEVM を外部マイクロコントローラとともに使用する場合は、ジャンパブリッジ J6 からすべてのシャント・ジャンパを取り外します。ジャンパ・ブリッジの左側のピンに、外部 MCU からのジャンパ線を接続します。

6 MCF8316A GUI アプリケーション

MCF8316AEVM には、MSP430FR2355 マイクロコントローラを使用した USB-UART インターフェイスが搭載されており、ホスト PC と MCF8316A デバイス間の通信ブリッジとして機能し、さまざまなデバイス設定の構成やフォールト診断情報の読み取りを行います。MCF8316A GUI は、この通信インターフェイスを使用して MCF8316A とのインターフェイスおよび設定を行うことができます。

TI Cloud Gallery を通じて [MCF8316A GUI](#) にアクセスします。

6.1 GUI の実行

MCF8316A GUI は、Web ブラウザ (Google Chrome および Firefox でサポート) 内で直接実行できます。

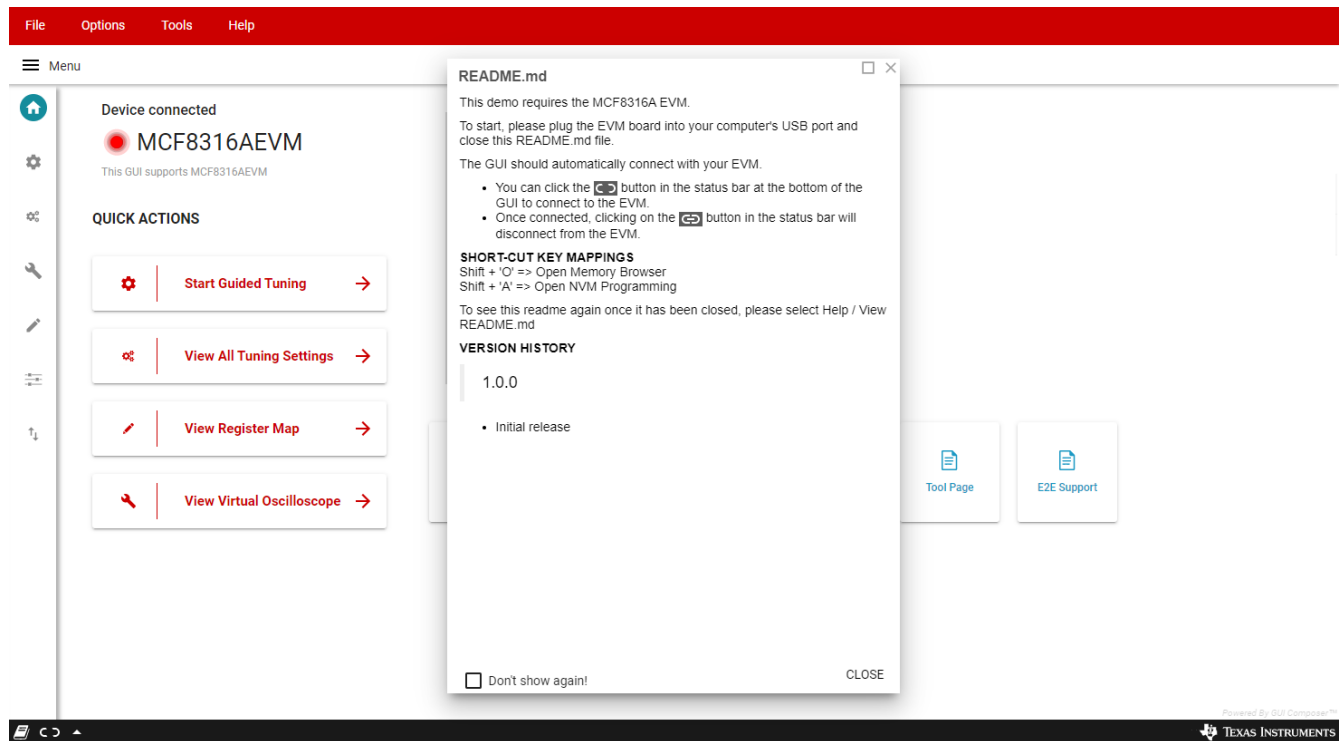


図 6-1. MCF8316A GUI

GUI をロードした後、GUI のステップバイステップの Guided Tuning (ガイド付き調整) セクションに従ってデバイスを設定します。

6.2 オフライン・インストーラ

別の方法として、TI Cloud Gallery のダウンロード機能を使って MCF8316A GUI をダウンロードして、オフラインでインストールすることもできます。



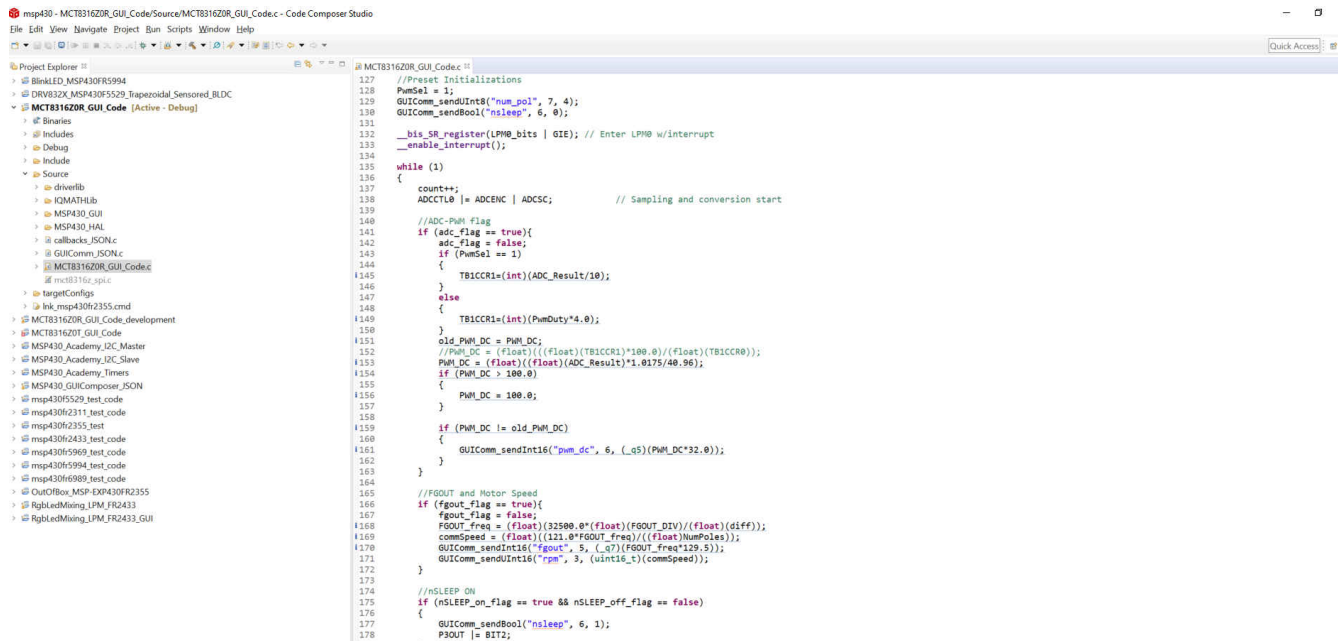
図 6-2. MCF8316A GUI オフライン・インストーラ

7 MSP430FR2355 インターフェイス・ファームウェア

MCF8316AEVM 上の MSP430FR2355 には、PC GUI および MCF8316A との通信に必要なファームウェアがあらかじめ書き込まれています。MSP430FR2355 にカスタム・コードを再プログラムしたりフラッシュ書き込みしたりするためには、eZ-FET デバッグ・プローブを含む外部 MSP430 LaunchPad™ が必要です。この例では、[MSP-EXP430FR2355 LaunchPad 開発キット](#)を使って、デバッグ・プローブを用意しています。GUI で使用する MCF8316AEVM のコードをダウンロードするには、次の手順に従います。

7.1 Code Composer Studio のダウンロードおよび MSP430FR2355 インターフェイス・ファームウェア・コードのインポート

1. 「MCF8316AEVM_MSP430FR2355_Firmware_GUI.zip」をコンピュータ上のいずれかの場所に展開します。
2. [Code Composer Studio](#) の最新バージョンをダウンロードします。これで、ディレクトリ C:\ti に TI フォルダが設定されます。
 - a. すべての承諾事項、デフォルトのインストール場所を受け入れ、[Next] (次へ) を押してメニューを進めます。
 - b. 「Select Components」(コンポーネントの選択) ウィンドウで、「MSP430 Low-Power MCUs」(MSP430 低消費電力 MCU) にチェックマークを付け、MSP430 LaunchPad 評価キットに必要なパッケージをインストールします。
3. インストール後、CCS (Code Composer Studio) を実行し、新しいプロジェクトを保存するためのワークスペースとして使用するフォルダを選択するか、デフォルト値を選択します。場所と名前の形式はユーザーが好みに応じて変更できます。OK ボタンをクリックして適用します。
4. CCS で「Project」(プロジェクト) タブをクリックし、「Import CCS Projects」(CCS プロジェクトをインポート) を選択します。「Browse」(ブラウズ) をクリックします。
5. 手順 1 でインストールした「MCF8316A1_MSP430FR2355 Firmware_GUI」フォルダを選択します。
6. [図 7-1](#) に示すように、プロジェクト「MCF8316A1_MSP430FR2355 Firmware_GUI」をワークスペースにインポートします。



```

msp430 - MCT831620R_GUI_Code\Source\MCT831620R_GUI_Code.c - Code Composer Studio
File Edit View Navigate Project Run Scripts Window Help
Project Explorer
MCT831620R_GUI_Code [Active - Debug]
  Source
    drvlib
    IQMATHLib
    MSP430_GUI
    MSP430_HAL
    callbacks_JSON.c
    GUIComms_JSON.c
    MCT831620R_GUI_Code
    mch3116c.spic
    targetConfigs
    link_msp430fr2355.cmd
  MCT831620R_GUI_Code.development
  MCT831620R_GUI_Code
  MSP430_Academy_IDC_Master
  MSP430_Academy_IDC_Slave
  MSP430_Academy_Timers
  MSP430_GUIComposer_JSON
  msp430fr529_test_code
  msp430fr2311_test_code
  msp430fr2355_test
  msp430fr2433_test_code
  msp430fr5969_test_code
  msp430fr5994_test_code
  msp430fr6989_test_code
  GuiRtlib_MSP-EXP430FR2355
  RightLedMixing_LPM_FR2433
  RightLedMixing_LPM_FR2433_GUI
127 //Preset Initializations
128 PwmSel = 1;
129 GUIComm_sendInt8("num_poi", 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     ADCCCTL0 |= 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         {
156             PWM_DC = 100.0;
157         }
158         if (PWM_DC != old_PWM_DC)
159         {
160             GUIComm_sendInt16("pwm_dc", 6, (_u5)(PWM_DC*32.0));
161         }
162     }
163 }
164
165 //FGOUT and Motor Speed
166 if (fgout_flag == true){
167     fgout_flag = false;
168     FGOUT_freq = (float)(32500.0*(float)(FGOUT_DIV)/(float)(diff));
169     commspeed = (float)((121.0*FGOUT_freq)/(float)(numPoles));
170     GUIComm_sendInt16("fgout", 5, (_u7)(FGOUT_freq*129.5));
171     GUIComm_sendInt16("rpm", 3, (uint16_t)(commspeed));
172 }
173
174 //nSLEEP ON
175 if (nSLEEP_on_flag == true && nSLEEP_off_flag == false)
176 {
177     GUIComm_sendBool("nsleep", 6, 1);
178     P3OUT |= BIT2;

```

図 7-1. Code Composer Studio 内の MSP430FR2355 インターフェイス・ファームウェア・コード

7.2 eZ-FET を使用した MSP430FR2355 のプログラム

MSP430FR2355 LaunchPad の eZ-FET デバッグ・プローブは、SPI-by-Wire JTAG インターフェイスを使用して MCF8316AEVM 上の MSP430FR2355 MCU にプログラムを書き込みます。オンボード eZ-FET デバッグ・プローブを含む [MSP430 LaunchPad 開発キット](#)をご確認ください。

1. MSP430 LaunchPad から GND、3V3、SBWTDIO、SBWTCK ジャンパを取り外します。

- 表 7-1 および 図 7-2 に示すように、ローンチパッドの eZ-FET 側にある、GND、3v3、SBWTCK、SBWTDIO 信号の上側のピンを MCF8316AEVM の J4 の対応するピンにそれぞれ接続します。
- micro-USB ケーブルを MSP430 LaunchPad および PC に接続します。
- 「Build Project」(プロジェクトのビルド) アイコンをクリックするか、「Ctrl」+ B キーを押して、プロジェクトが正常にビルドされることを確認します。コンソールから要求があれば、更新を受け入れます。
- 「Debug Project」(プロジェクトのデバッグ) をクリックしてデバッグ・セッションをセットアップし、「Play」(プレイ) ボタンを押してコードを実行します。
- デバッグ・セッションを停止し、Code Composer Studio を閉じて、SPI-by-Wire ジャンパを取り外し、MSP430 LaunchPad から Micro-USB ケーブルを取り外します。

表 7-1. MSP430FR2355 をプログラムするために必要な Spy-Bi-Wire 接続

MSP430 LaunchPad™ (eZ-FET デバッグ・プローブ側) (J101)	MCF8316AEVM 4 ピン SPI-by-Wire ヘッダ (J4)
GND	GND
3V3	3.3V
SBWTDIO	SBWTDIO
SBWTCK	SBWTCK

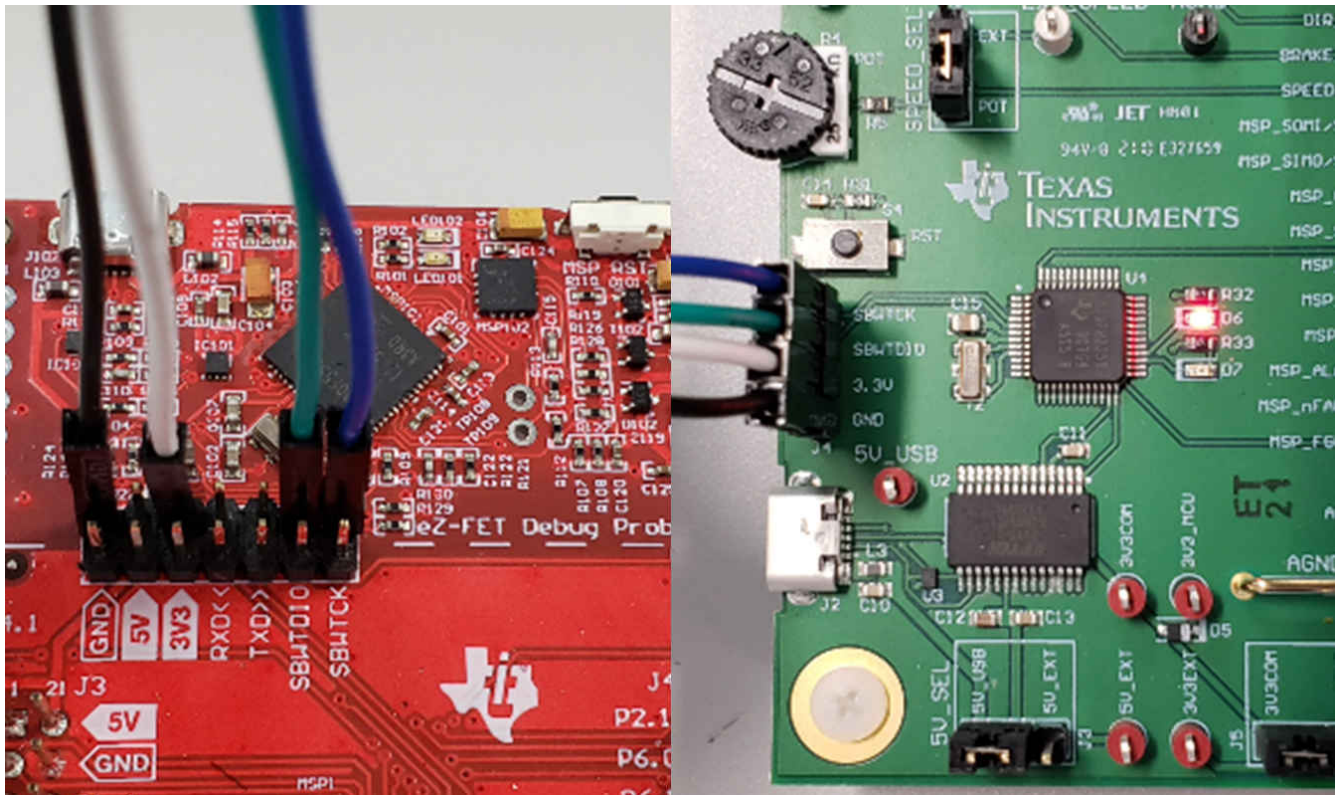


図 7-2. MSP430 LaunchPad™ eZ-FET プローブから MCF8316AEVM への接続

8 回路図

8.1 主電源および π 型フィルタ

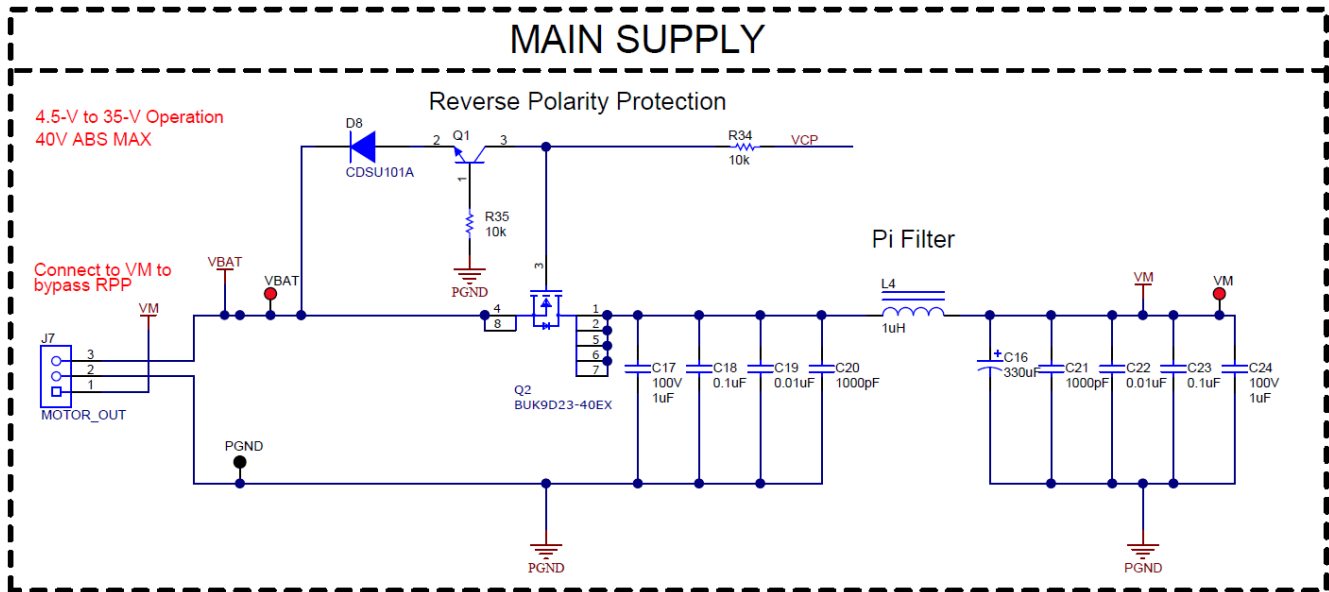


図 8-1. 主電源および π 型フィルタの回路図

8.2 コネクタおよびインターフェイス

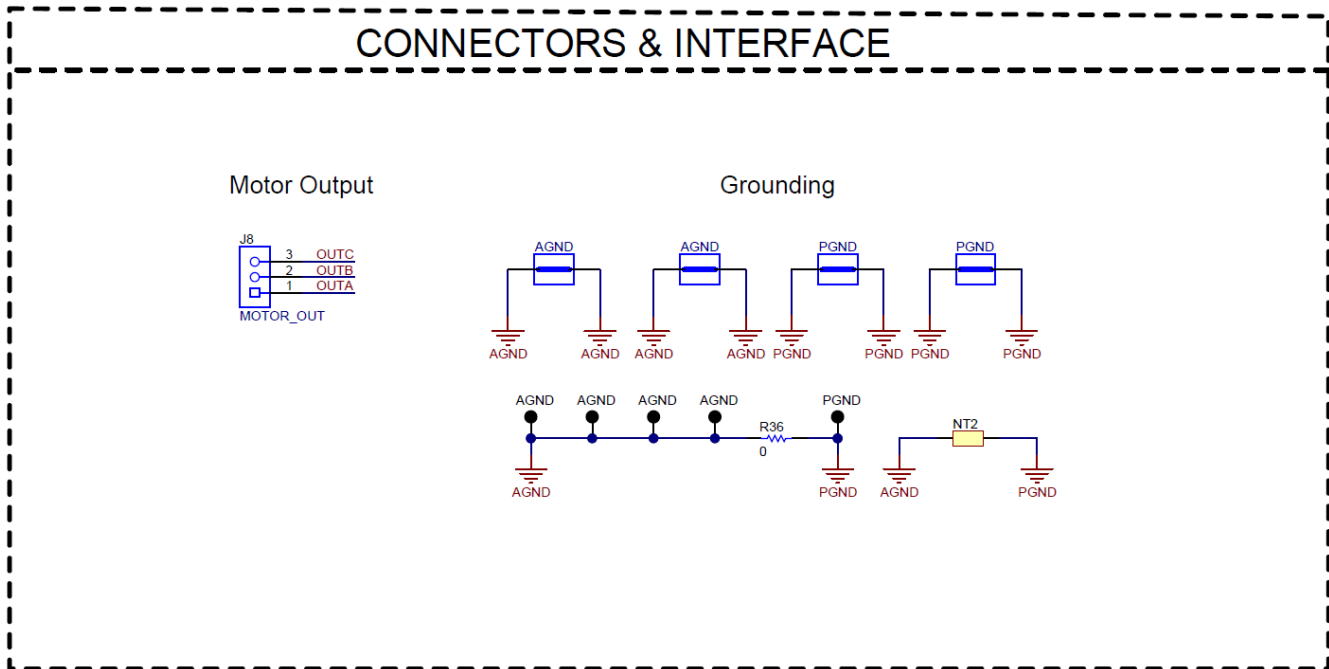


図 8-2. コネクタおよびインターフェイスの回路図

8.3 USB から UART への変換

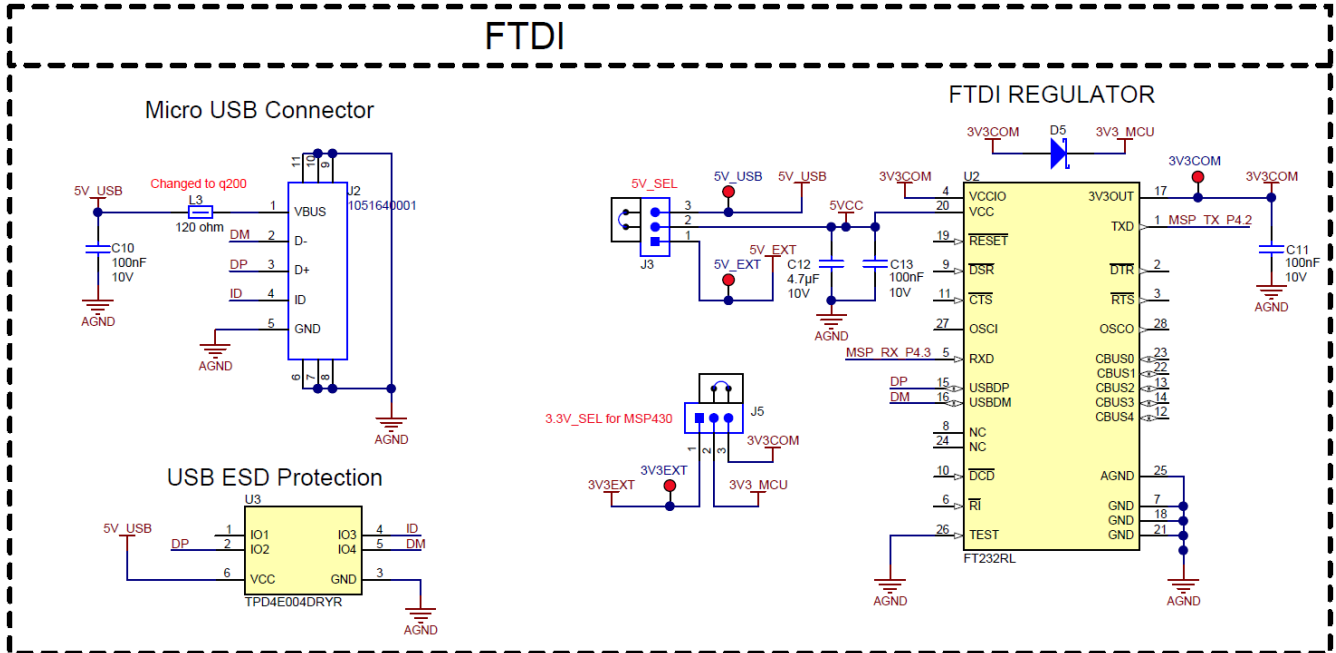


図 8-3. USB から UART への変換の回路図

8.4 MCU のプログラミングおよびデバッグ

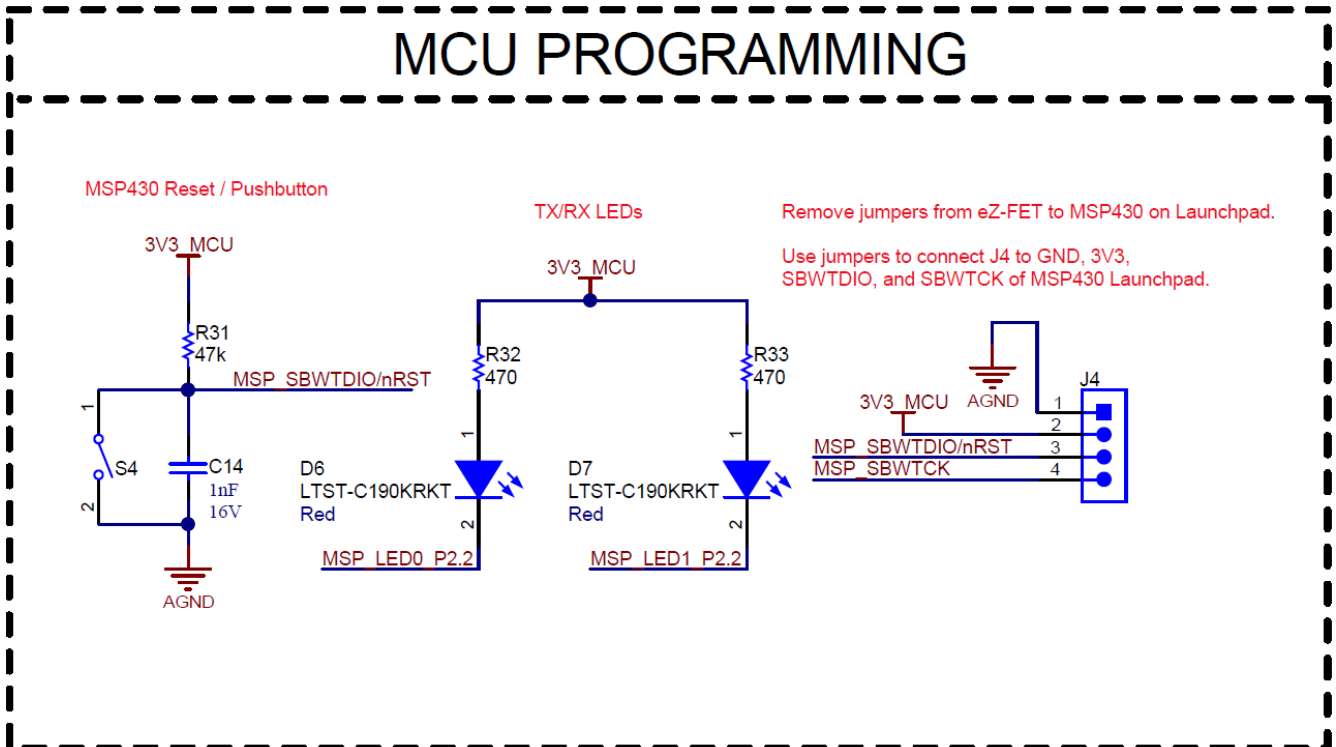


図 8-4. MCU のプログラミングおよびデバッグの回路図

8.5 MSP430FR2355 MCU

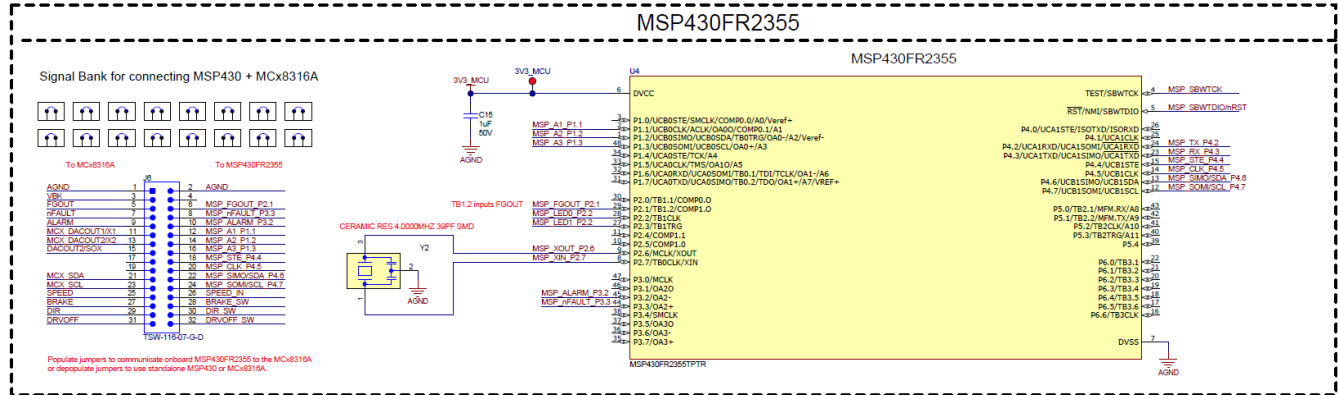


図 8-5. MSP430FR2355 MCU の回路図

8.6 MCF8316A 3 相センサレス FOC 統合ドライバ

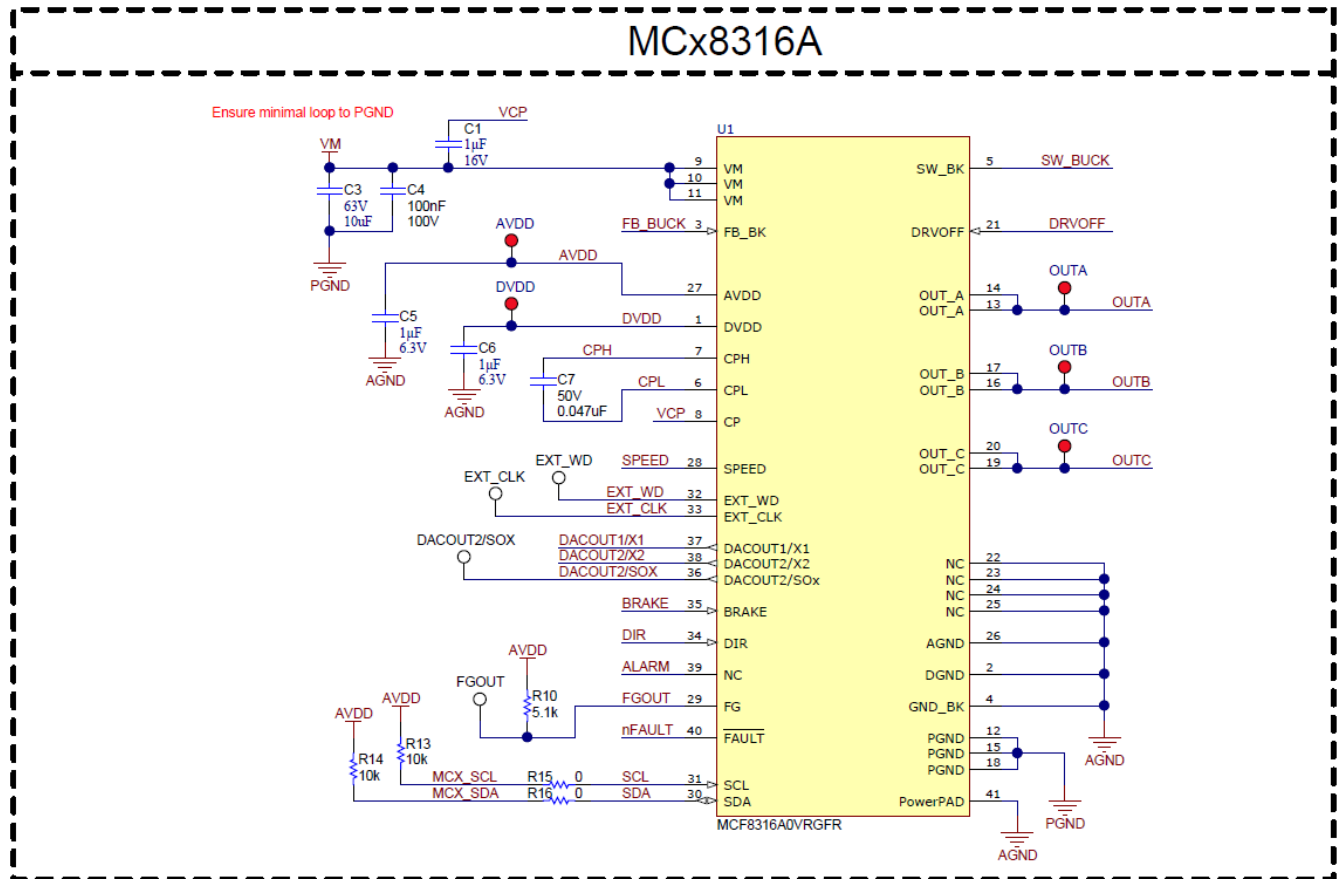


図 8-6. MCF8316A 3 相センサレス FOC 統合ドライバの回路図

8.7 降圧レギュレータ

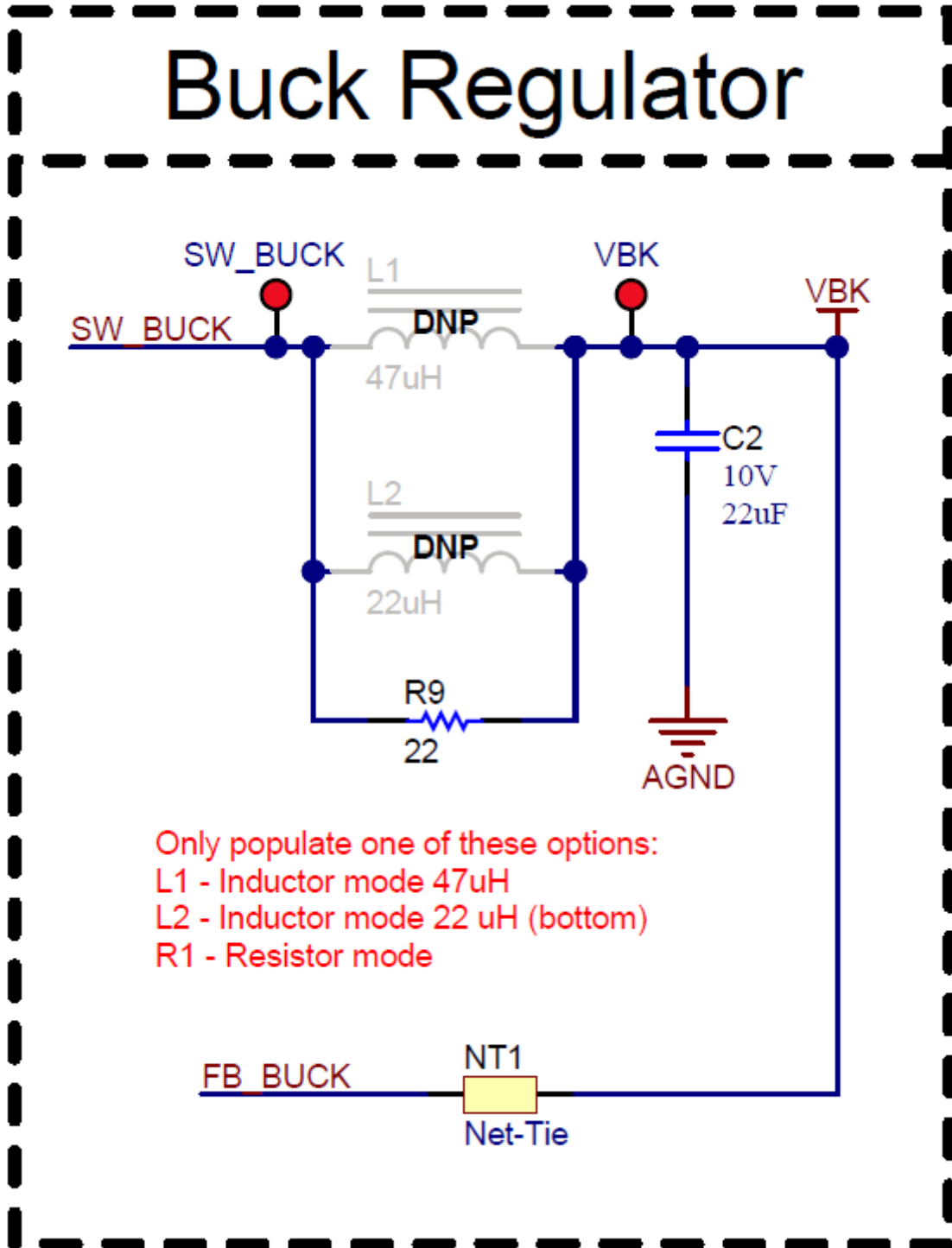


図 8-7. 降圧レギュレータ回路図

8.8 ステータス LED

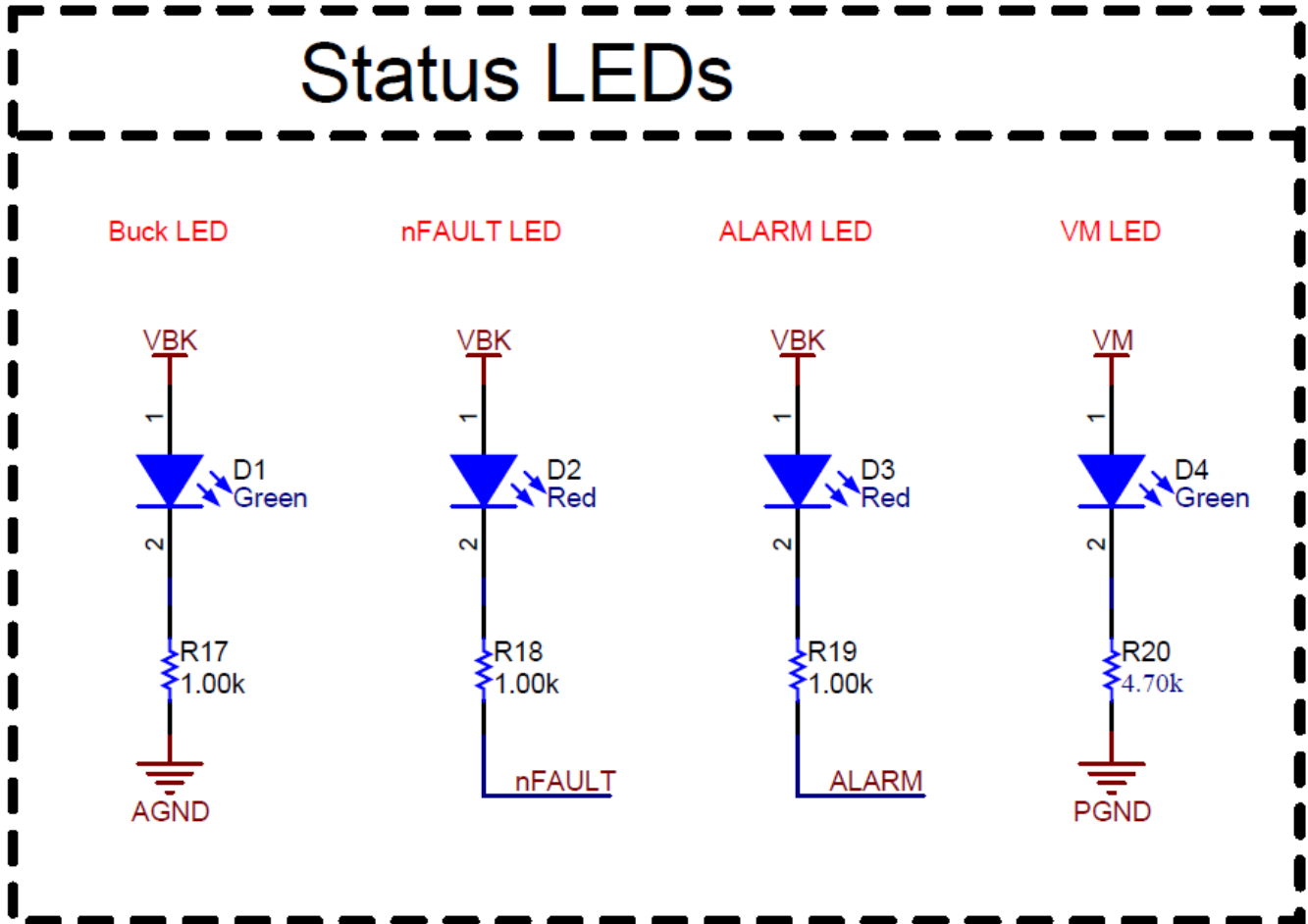


図 8-8. ステータス LED の回路図

8.9 スイッチおよびスピード入力

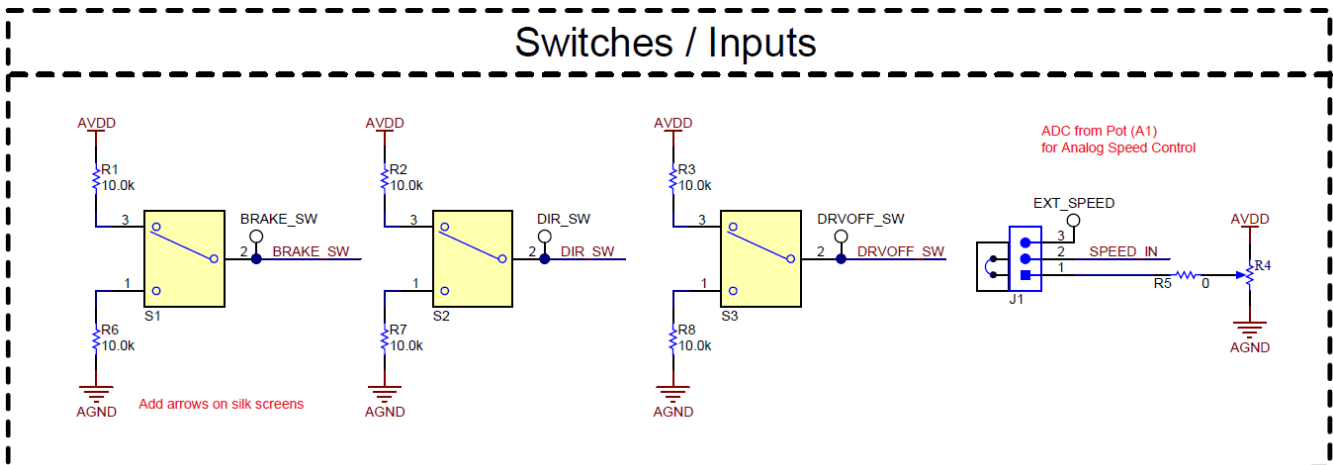


図 8-9. スイッチおよびスピード入力

9 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

日付	リビジョン	注
2021年8月	*	初版

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、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、

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](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 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。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。

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、TI 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 © 2022, Texas Instruments Incorporated