参考資料

EVM User's Guide: INA3221EVM

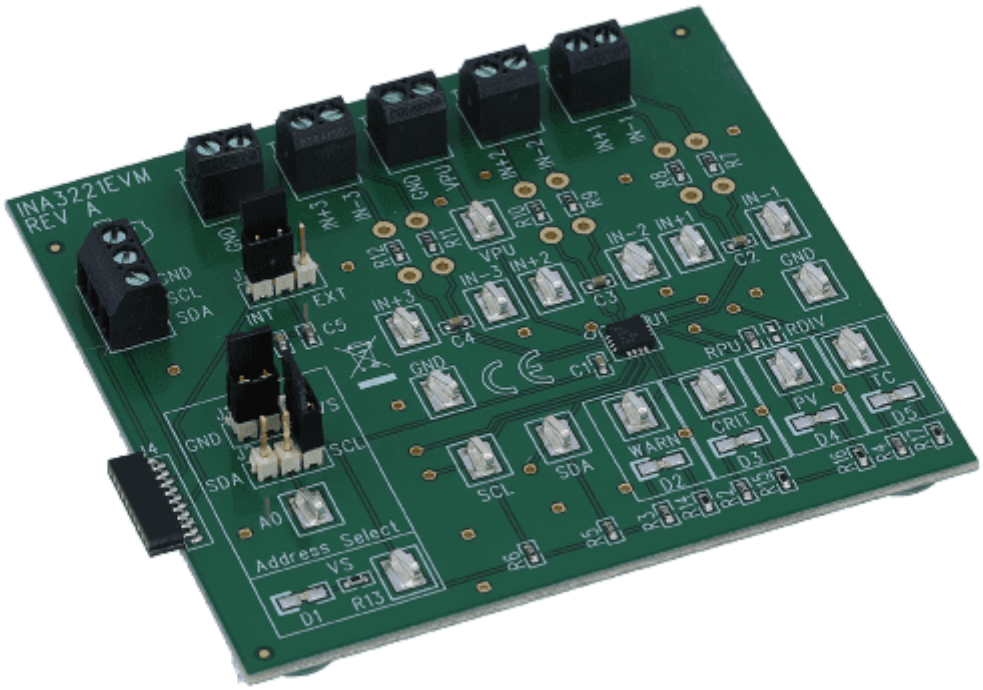
INA3221EVM Rev A モデル ユーザー ガイドおよびソフトウェア チュートリアル

説明

INA3221 評価基板 (EVM) は、INA3221 の主な機能と性能を評価するためのプラットフォームです。この評価基板には、デバイスの複数のレジスタの読み書きを行うためのコントローラ (SM-USB-DIG) と GUI (グラフィカル ユーザー インターフェイス) が付属しています。

特長

- SM-USB-DIG プラットフォームが付属
- デバイスの複数のレジスタの読み書きをサポートする GUI
- SM-USB-DIG または外部電源を使用した利便性の高い電力供給



INA3221EVM

English Document: SBOU126
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

1 評価基板の概要

1.1 概要

このユーザー ガイドでは、INA3221EVM 評価ボードの特性、動作、および使用方法について説明します。また、ソフトウェアおよびハードウェアの設定と構成の方法についても解説し、プログラムの動作のさまざまな側面について解説します。このドキュメント全体を通して、「評価ボード」、「評価基板」、「*EVM*」という用語は INA3221EVM と同じものです。また、このユーザー ガイドは、操作手順、入出力接続、回路図、プリント基板 (PCB) レイアウト図、評価基板の部品リストに関する情報も掲載しています。

1.2 キットの内容

表 1-1 では、INA3221EVM キットの内容の要約を示しています。図 1-1 に、付属のすべてのハードウェアを示します。部品が不足している場合は、最寄りのテキサス・インスツルメンツ製品情報センターにお問い合わせください。TI の Web サイト (www.ti.com) にある INA3221 製品フォルダを参照し、関連するソフトウェアの最新バージョンを使用していることをご確認ください。

表 1-1. INA3221EVM キットの内容

項目	数量
INA3221EVM PCB テスト基板	1
SM-USB-DIG プラットフォーム PCB	1
USB 延長ケーブル	1
SM-DIG コネクタ リボン ケーブル	1
ユーザー ガイド CD-ROM	1

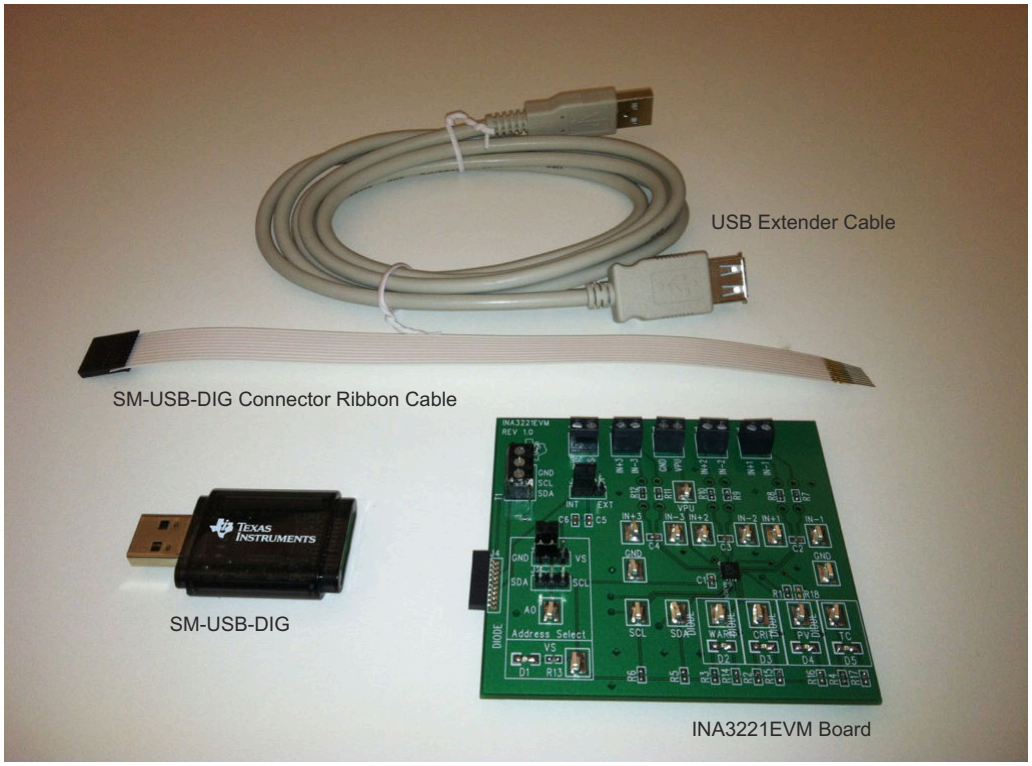


図 1-1. INA3221EVM キットに付属のハードウェア

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

1.3 製品情報

INA3221 は、I2C™ インターフェイスを備えた 3 チャンネルのハイサイド電流センサおよびバス電圧モニタです。INA3221 は、プログラム可能な変換時間および平均化モードにより、シャント電圧降下とバス電源電圧の両方を監視します。INA3221 は危機的なアラートと警告アラートの両方に対応し、チャネルごとにプログラム可能な複数の範囲外状況を検出できます。このドキュメントでは、INA3221EVM の概要を説明し、この評価基板を使用する際に考慮する必要のある特長と機能について概説しています。

2 ハードウェア

2.1 構成

図 2-1 に、INA3221EVM の全体的なシステム設定を示します。PC は SM-USB-DIG プラットフォームと通信するソフトウェアを実行し、そのプラットフォームは INA3221 テスト基板との通信に使用するアナログ信号とデジタル信号を生成します。INA3221 テスト基板コネクタを使用すると、テスト条件でシステムに接続して電力、電流、および電圧を監視できます。

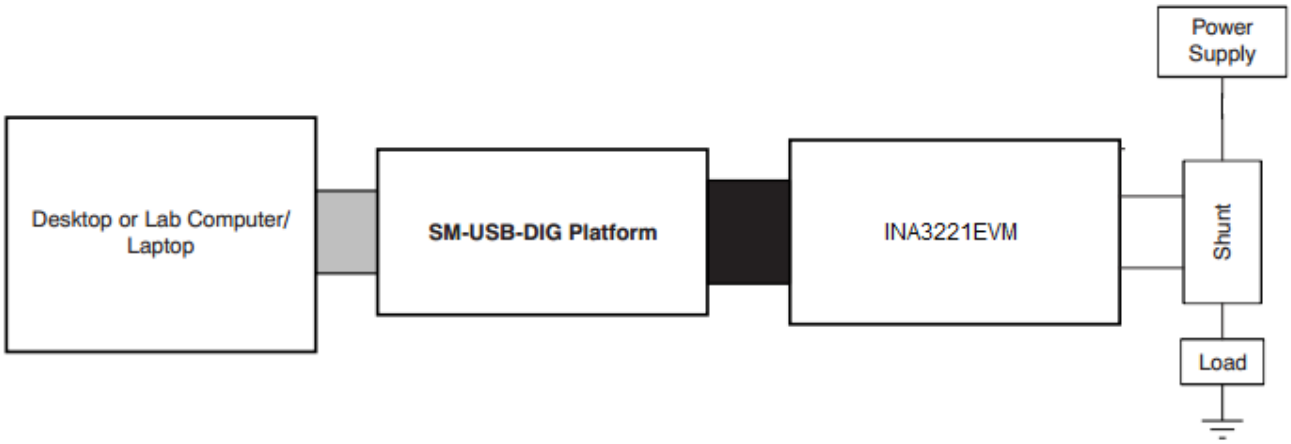


図 2-1. INA3221EVM のハードウェア設定

2.1.1 INA3221 ハードウェアの動作原理

図 2-2 に、INA3221 テスト基板ハードウェアの設定のブロック図を示します。PCB 機能により、SM-USB-DIG プラットフォーム基板上の I^2C インターフェイスへの接続と、汎用入出力 (GPIO) への接続が可能になります。また、PCB は、外部シャント電圧、バス電圧、グランド接続の接続ポイントも提供します。

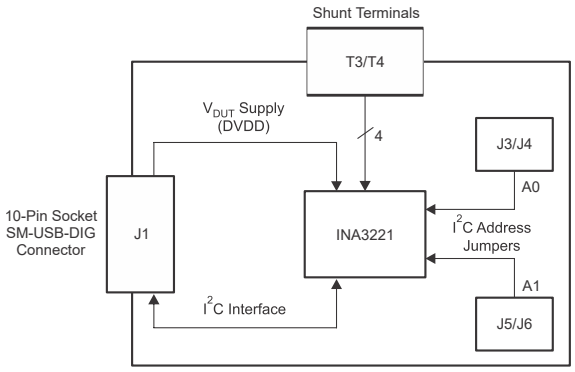


図 2-2. INA3221EVM テスト基板のブロック図

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2.1.2 H1 信号の定義 (10 ピン オス コネクタ ソケット)

表 2-1 に INA3221EVM と SM-USB-DIG の間の通信に使用する 10 ピン コネクタ ソケットのピン配置を示します。INA3221EVM は、INA3221 チップにコマンドを送信するために必要な I^2C 通信ライン (ピン 1 および 3) と、V_{DUT} ピンおよび GND ピン (ピン 6 および 8) のみを使用することに注意してください。

表 2-1. ピンの接続

U1 のピン番号	信号	説明
1	I2C_SCL	I^2C のクロック信号 (SCL)
2	CTRL/MEAS4	GPIO：制御出力または測定入力
3	I2C_SDA1	I^2C のデータ信号 (SDA)
4	CTRL/MEAS5	GPIO：制御出力または測定入力
5	SPI_DOUT1	SPI データ出力 (PICO)
6	VDUT	切り替え可能な DUT 電源：+3.3V、+5V、ハイ インピーダンス (未接続)(1)
7	SPI_CLK	SPI クロック信号 (SCLK)
8	GND	電源リターン (GND)
9	SPI_CS1	SPI チップ セレクト信号 ($\overline{CS}$)
10	SPI_DIN1	SPI データ入力 (POCI)

(1) VDUT がハイ インピーダンスの場合、すべてのデジタル I/O もハイ インピーダンスになります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2.1.2.1 SM-USB-DIG プラットフォームの動作原理

図 2-3 に、SM-USB-DIG プラットフォームのブロック図を示します。このプラットフォームは、テキサス・インスツルメンツのさまざまな評価基板で使用される汎用データ アクイジション システムです。動作の詳細については、別のドキュメントに記載されています。図 2-3 に示すブロック図は、プラットフォームの概要を簡単に示したものです。

SM-USB-DIG プラットフォームの主要な制御デバイスは TUSB3210 です。TUSB3210 は、USB インターフェイスを内蔵した 8052 マイコンです。マイコンはホスト コンピュータから情報を受信し、それを電源、I²C、SPI、その他のデジタル I/O パターンに変換します。デジタル I/O トランザクション中に、マイコンは I/O インターフェイスに接続されているデバイスの応答を読み取ります。デバイスからの応答は PC に返され、ホストコンピュータによって情報が解釈されます。

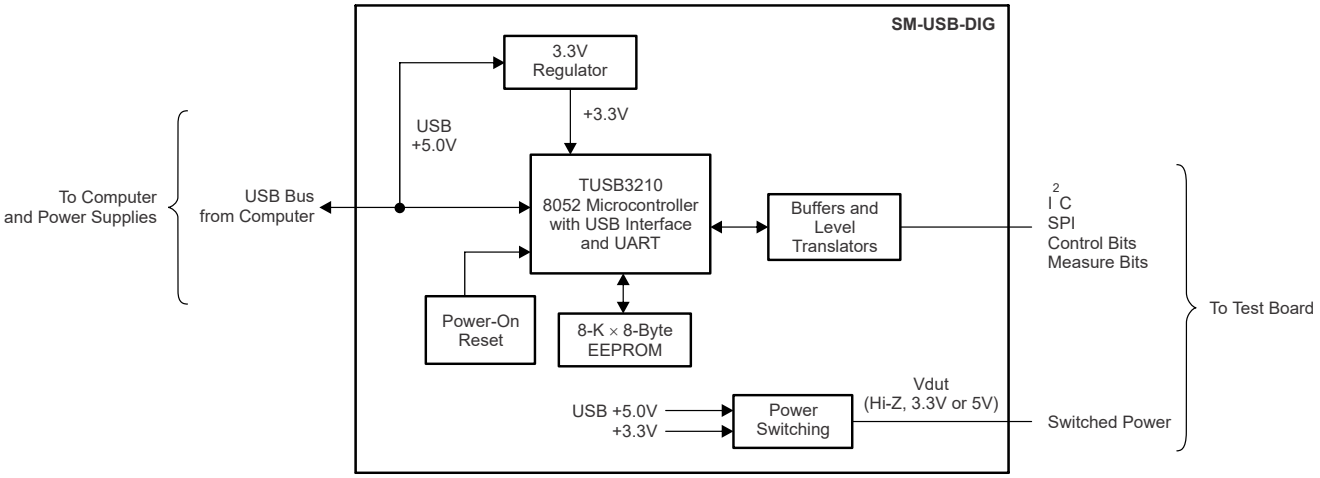


図 2-3. SM-USB-DIG プラットフォームのブロック図

2.2 INA3221EVM ハードウェアの概要

INA3221EVM ハードウェアの設定には、2 つの評価基板 PCB の相互接続、電力の供給、USB ケーブルの接続、ジャンパの設定が必要です。このセクションでは、この手順の詳細について説明します。

2.2.1 静電放電に関する警告

注意

INA3221EVM 上の部品の多くは、静電気放電 (ESD) による損傷を受けやすくなっています。評価基板の開梱および取り扱いの際は、認定された ESD ワークステーションで接地されたリスト ストラップを使用するなど、ESD に関する適切な取り扱い上の注意に従っていただくことをお勧めします。

2.2.2 ハードウェアの接続

INA3221EVM と SM-USB-DIG プラットフォームを接続するには、10 ピン コネクタのソケットとプラグの端をゆっくりと差し合わせます。2 つのコネクタが完全に押し込まれていることを確認します。接続が緩んでいると、動作が断続的になる原因となることがあります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2.2.3 SM-USB-DIG プラットフォームへの USB ケーブルの接続

図 2-4 に、SM-USB-DIG プラットフォーム基板を初めて PC の USB ポートに接続した場合の代表的な応答を示します。図 2-5 に、SM-USB-DIG と PC の USB ポートとの接続状態を示します。通常、コンピュータに、「*Found New Hardware, USB Device*」(新しいハードウェアが見つかりました:USB デバイス) というポップアップ ダイアログが表示されます。このポップアップ ウィンドウは通常、「*Found New Hardware, USB Human Interface Device*」(新しいハードウェアが見つかりました:USB ヒューマン インターフェイス デバイス) に変更されます。このポップアップは、デバイスが使用可能な状態であることを示しています。SM-USB-DIG プラットフォームは、Microsoft®Windows® オペレーティング システムの一部であるヒューマン インターフェイス デバイス ドライバを使用します。

場合によっては、Windows の「*Add Hardware Wizard* (ハードウェアの追加ウィザード)」がポップアップ表示されることがあります。このプロンプトが表示された場合は、ドライバのインストールを要求されたときに「**Yes (はい)**」をクリックして、システム デバイス マネージャーがヒューマン インタフェイス ドライバをインストールできるようにしてください。その後、図 2-4 に示すメッセージが表示され、Windows によってドライバのインストールが完了したことが通知されます。



図 2-4. SM-USB-DIG プラットフォーム ドライバのインストールの確認

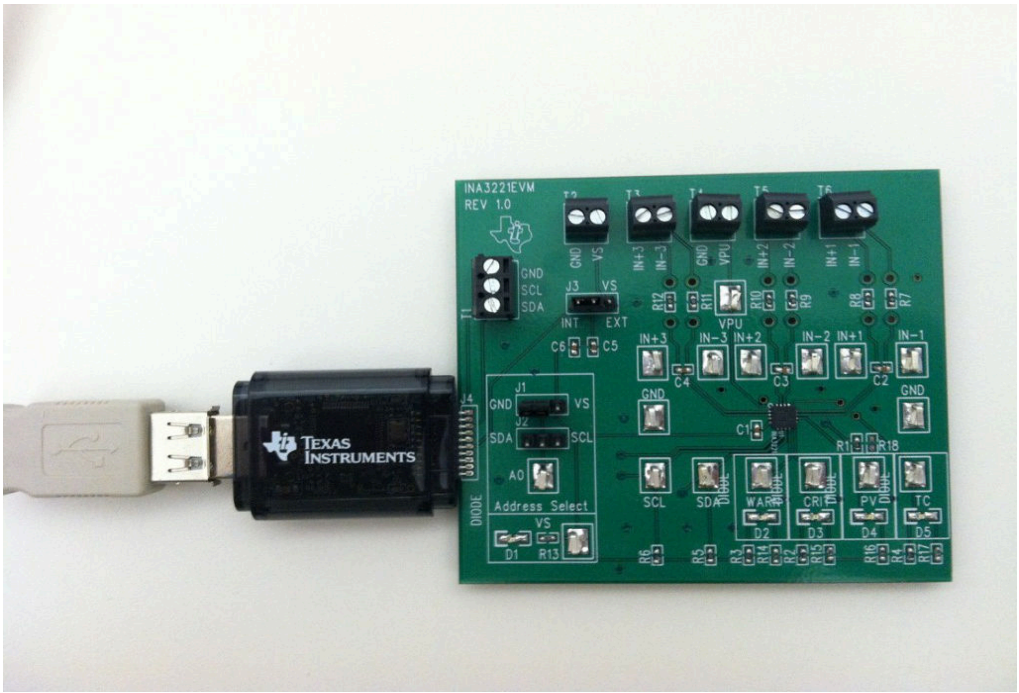


図 2-5. SM-USB-DIG プラットフォームへの USB ケーブルの接続

2.2.4 INA3221EVM の特長

このセクションでは、INA3221EVM テスト基板に搭載されているいくつかのハードウェア機能について説明します。

2.2.4.1 J3:I²C V_S 制御の設定

ジャンパ J3 は、INA3221 の電源ピンの接続先を選択します。J3 が INT 位置に設定されている場合、VS ピンは SM-USB-DIG プラットフォームから生成された切り替え可能な V_{DUT} 信号に接続されます。この電圧は、ソフトウェアでの電圧

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

の構成方法に応じて、3.3V または 5V に設定できます。J3 が INT 位置に設定されている場合、INA3221EVM ソフトウェアの VS 電源ボタンを使用して、V_{DUT} 電源電圧をオンまたはオフにするかを制御できます。J3 を EXT 位置に設定すると、端子 T2 に接続された外部電源を使用して INA3221 の電源電圧を供給できます。

2.2.4.2 J1 および J2：I²C アドレスのハードウェア設定 (A0)

ジャンパ J1 と J2 を使用して、INA3221 の A0I²C アドレス ピンのハードウェア設定を行います。J1 を使用すると、A0 アドレスをロジック「1」またはロジック「0」のいずれかに設定できます。J2 を使用すると、A0 アドレスを SCL と SDA のいずれかの通信ラインに設定できます。J1 または J2 のいずれか一方のみを個別に接続するようにしてください。これらのラインを分離せずに接続すると、基板上で短絡が発生し、I²C 通信ラインに問題が生じるおそれがあります。J1 および J2 のハードウェア設定に合わせて INA3221EVM ソフトウェアを構成する方法については、セクション 3.2.2.1 を参照してください。

2.2.4.3 外部 I²C ラインおよび端子ブロック T1

INA3221EVM の I²C 通信ラインは、SM-USB-DIG からの内部 I²C 通信ラインと端子ブロック T1 の 2 つのソースに接続されます。SM-USB-DIG から個別の外部信号を追加する場合は、SM-USB-DIG を INA3221EVM 基板から取り外し、必要な SDA、SCL、GND の各ラインを接続します。また、使用中の I²C 通信デバイスと互換性のあるラインに外部 DVDD を印加するようにしてください。

注

外部 I²C 通信を使用する際に SM-USB-DIG を切り離さないと、SM-USB-DIG または接続されている外部通信デバイスが損傷するおそれがあります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2.2.4.4 シャント モニタ構成および端子ブロック T3、T5、T6

INA3221 は通常、図 2-6 に示すように、ハイサイド シャント構成で使用されます。端子ブロック T3、T5、T6 は、それぞれチャネル 1、2、3 の V_{IN+} および $V_{IN–}$ を表します。アプリケーションの要件に応じて、INA3221EVM 基板やソフトウェアに変更を加えることなく、これらの構成のいずれかを使用できます。

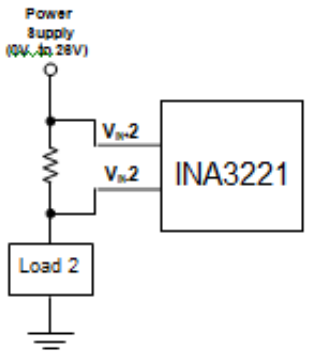


図 2-6. INA3221 シャント構成

2.3 電源要件

2.3.1 電源の接続

図 2-7 に示すように、評価基板と SM-USB-DIG を結合した後、測定するチャネルを接続します。V_{IN} のソースはキットに含まれておらず、電圧は特定のテスト要件によって異なる場合があります。

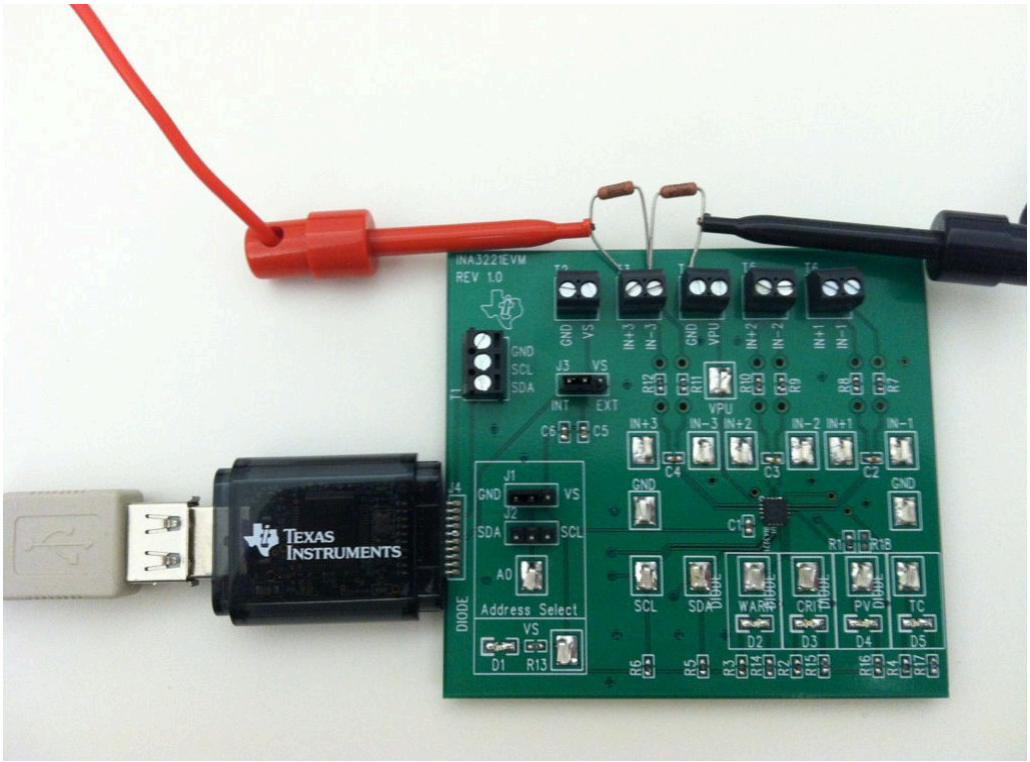


図 2-7. 代表的な INA3221EVM ハードウェア テスト接続

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2.4 ジャンパ情報

2.4.1 デフォルトのジャンパ設定

INA3221EVM のデフォルトのジャンパ設定は、INA3221EVM のデフォルトのジャンパ構成を示しています。INA3221EVM 基板上の一部のジャンパは、特定の構成要件に合わせて変更することができます。たとえば、ジャンパ J1 と J2 を構成することで、特定の I²C アドレスを設定できます。

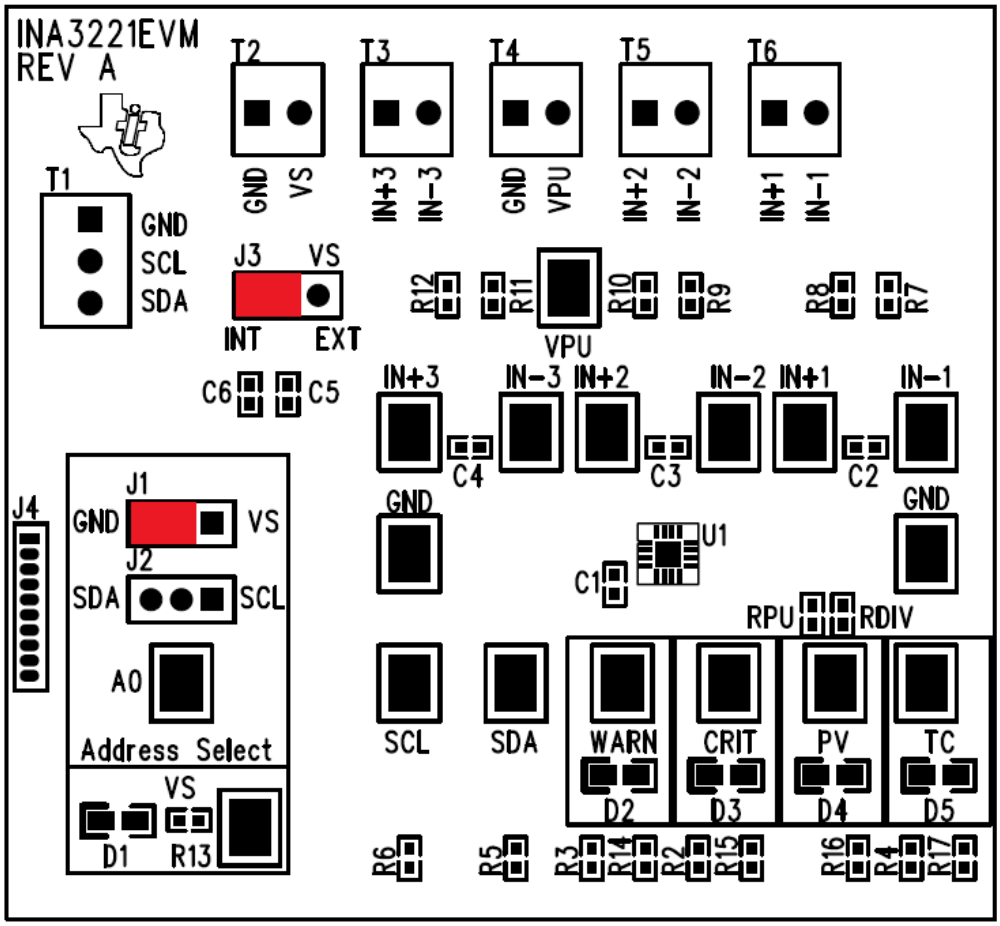


図 2-8. INA3221EVM のデフォルトのジャンパ設定

INA3221EVM のジャンパ 3 は、通常、INT の位置に設定されます。INT 位置に設定されると、INA3221 電源電圧が SM-USB-DIG プラットフォームによって生成および制御されます。このジャンパを EXT 位置に設定すると、VS は端子ストリップ T2 に接続します。

ジャンパ J1 および J2 は、INA3221 の I²C アドレス ピンを制御します。**これらのジャンパは、アドレス (A0) ピンを High、Low、SCL、SDA のいずれかに設定できます。一度に 1 つのジャンパのみを接続してください。両方は接続しないでください。**ジャンパを適切に接続しないと、通信ラインの短絡や中断が発生する可能性があります。INA3221 のアドレス指定の詳細については、INA3221 製品のデータシートを参照してください。

表 2-2 に、INA3221 テスト基板のジャンパの機能を示します。ほとんどのアプリケーションでは、すべてのジャンパをそれぞれのデフォルト構成のままにする必要があります。

表 2-2. INA3221EVM テスト基板のジャンパ機能

ジャンパ	デフォルト	目的
J1	GND	これらのジャンパによっては、I²C A0 アドレスを選択するためのものです。J1 を High または Low に設定するか、J2 を SDA または SCL に設定するかによって、4 種類の異なる I²C アドレスを選択できます。
J2	オープン	

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 2-2. INA3221EVM テスト基板のジャンパ機能 (続き)

ジャンパ	デフォルト	目的
J3	INT	このジャンパは、INA3221 DVDD ピンを SM-USB-DIG プラットフォームから生成された V_{DUT} 信号に接続するか、デジタル電源ピンを端子 T2 に接続して、外部電源からデジタル回路に電力を供給できるようにするかを選択します。デフォルトの INT 位置では、DVDD ピンが V_{DUT} 制御信号に接続されます。

3 ソフトウェア

3.1 INA3221EVM ソフトウェア設定

このセクションでは、INA3221EVM ソフトウェアのインストール方法について説明します。

3.1.1 INA3221EVM ソフトウェア オペレーティング システム

INA3221EVM ソフトウェアは、米国および欧州の地域設定を使用している Microsoft®Windows® XP オペレーティング システム (OS) でテスト済みです。このソフトウェアは、その他の Windows OS プラットフォームでも動作するよう設計されています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3.1.2 ソフトウェアのインストール

INA3221EVM ソフトウェアは、評価基板キットに同梱されている CD に収録されています。これは、www.ti.com の INA3221EVM 製品フォルダからも入手できます。ソフトウェアをシステムにインストールするには、ディスクを使用可能な CD-ROM ドライブに挿入します。ドライブ内のファイルに移動し、INA3221EVM ソフトウェア フォルダを開きます。圧縮ファイル (*INA3221EVM.zip*) を見つけて、そのファイルを開きます。WinZIP® または同様のファイル圧縮プログラムを使用して、INA3221EVM ファイルをハード ドライブ上の特定の INA3221EVM フォルダ (たとえば、「*C:\INA3221EVM*」) に解凍します。

ファイルが抽出されたら、ハード ドライブ上に作成した INA3221EVM フォルダに移動します。「*setup.exe*」ファイルを見つけ、ファイルを実行してインストールを開始します。次に、INA3221 ソフトウェア インストーラ ファイルがインストール プロセスを開始します (INA3221EVM ソフトウェアのインストール ウィンドウを参照)。

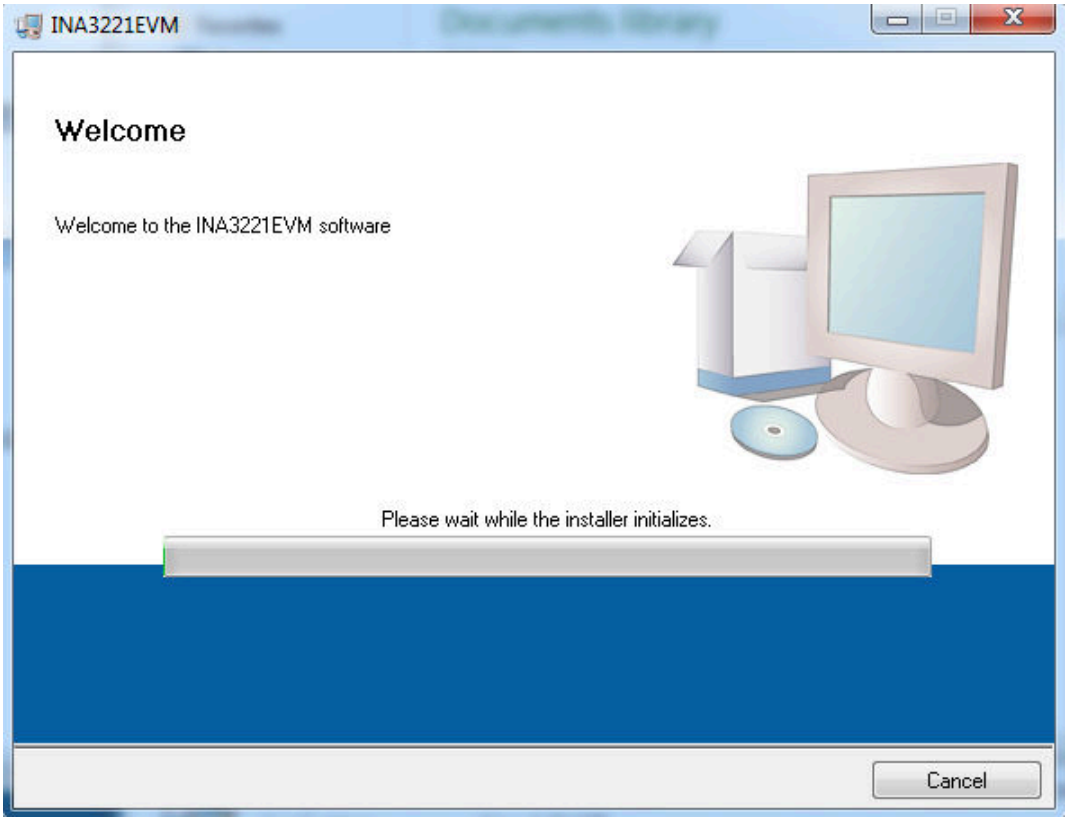


図 3-1. INA3221EVM ソフトウェアのインストール ウィンドウ

インストール プロセスの初期化後、ユーザーはプログラムをインストールするディレクトリを選択できます。デフォルトの場所は、「*C:\Program Files\INA3221*」および「*C:\Program Files\National Instruments*」です。このオプションを選択すると、INA3221EVM のライセンス契約に示すように、同意する必要がある 2 つのライセンス契約が表示されます。テキサス・インスツルメンツと National Instruments のライセンス契約に同意すると、進行状況バーが開き、ソフトウェアのインストールの進行状況が表示されます (INA3221EVM ソフトウェアのインストール状況を参照)。インストール プロセスが完了したら、**「Finish」(完了)** を選択します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

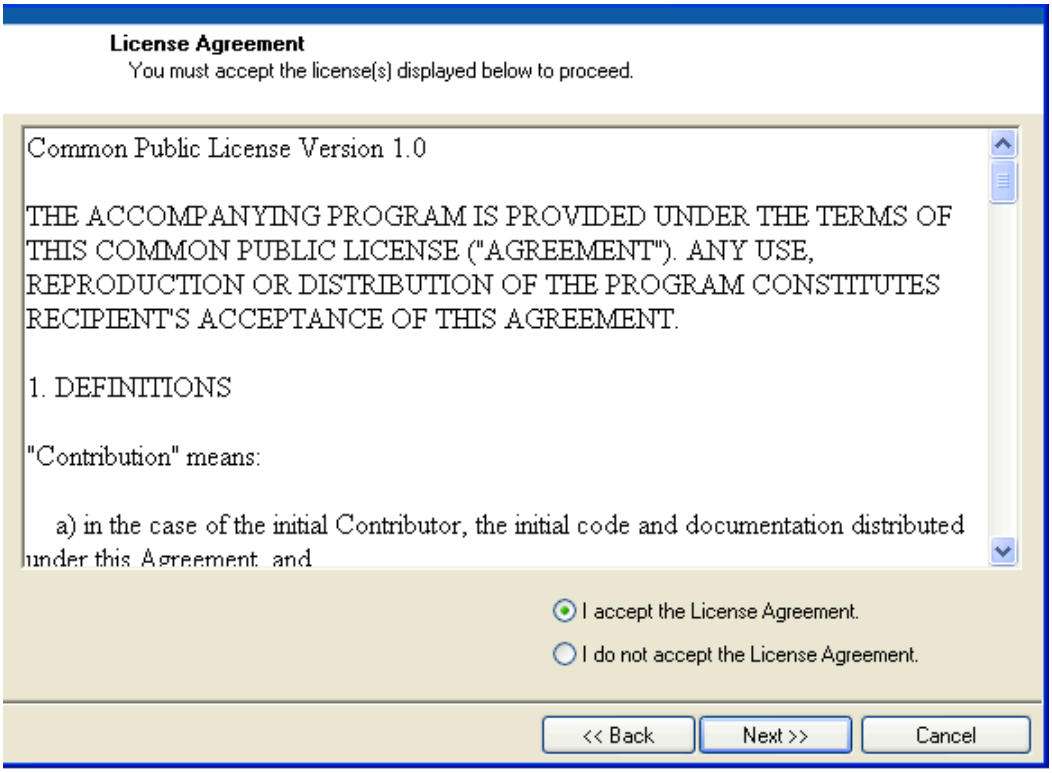


図 3-2. INA3221EVM のライセンス契約

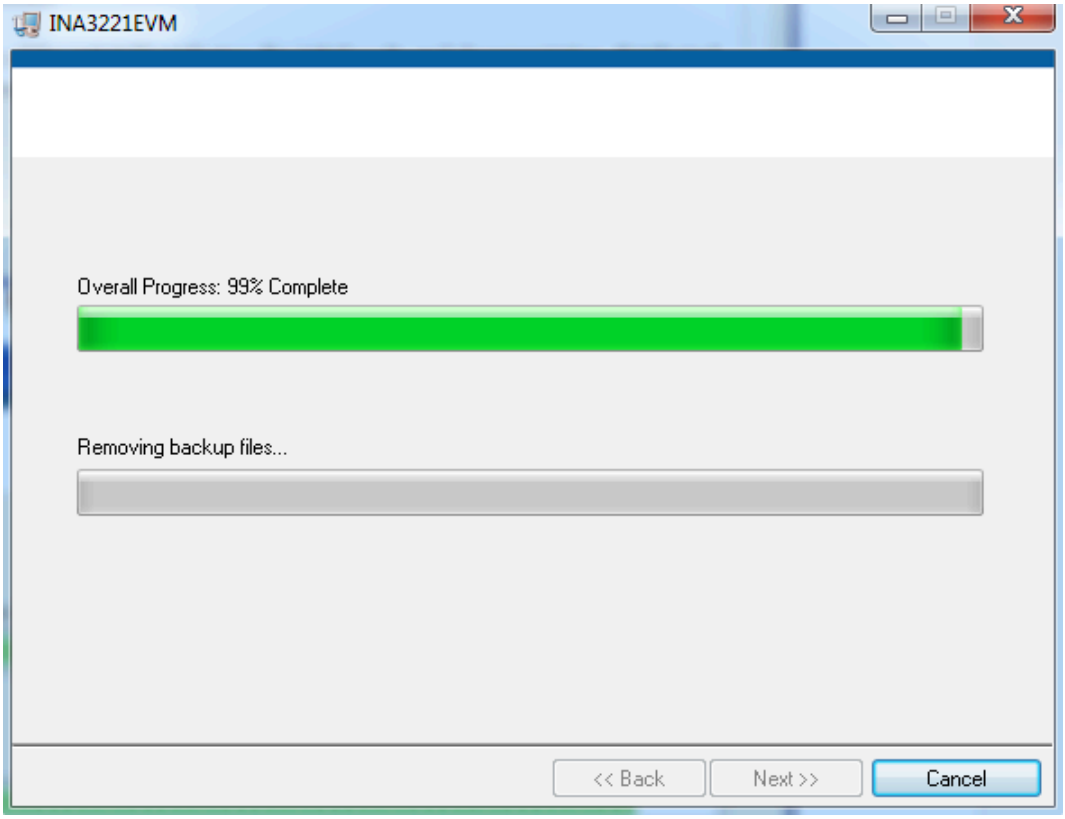


図 3-3. INA3221EVM ソフトウェアのインストール状況

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3.2 INA3221EVM ソフトウェアの概要

このセクションでは、INA3221EVM ソフトウェアの使用方法について説明します。ソフトウェア動作には、INA3221 の構成および動作という 2 段階のプロセスが含まれます。

3.2.1 INA3221EVM ソフトウェアの起動

INA3221 ソフトウェアは、Windows の「*Start*」(スタート) メニューから操作できます。「Start」(スタート) から「*All Programs*」(すべてのプログラム) を選択し、*INA3221EVM* プログラムを選択します。

図 3-4 に、INA3221EVM が正常に動作している場合のソフトウェアの表示状態を示します。



図 3-4. INA3221EVM ソフトウェア インターフェイス

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

図 3-5 に、コンピュータが評価基板と通信できない場合にポップ アップするエラー ウィンドウを示します。このエラーが表示される場合は、まず USB ケーブルの両端が正しく接続されていることを確認してください。このエラーは、SM-USB-DIG プラットフォームの電源を接続する前に USB ケーブルを接続した場合にも発生することがあります。このエラーのもう一つの原因は、PC の USB ヒューマン インターフェイス デバイス ドライバの問題です。USB ケーブルを接続したときに、デバイスが認識されることを確認してください。デバイスが認識されると、Windows が生成する確認音が鳴ります。

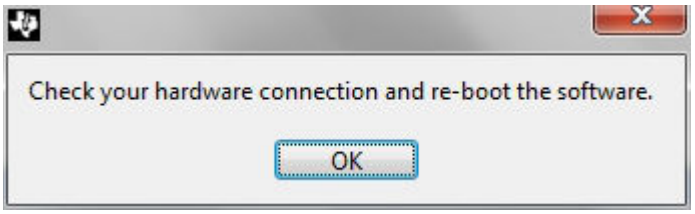


図 3-5. INA3221EVM ソフトウェア：SM-USB-DIG プラットフォームとの通信エラー

3.2.2 INA3221EVM ソフトウェアの使用

このセクションでは、デバイスの基本動作について説明するとともに、グラフィカル ユーザー インターフェイス (GUI) の解釈に関するガイドラインを示します。

3.2.2.1 INA3221 バス電圧、シャント電圧、およびシャント電圧合計の読み取りバー

図 3-6 に示すように、INA3221 ソフトウェアの下部バーを使用すると、INA3221 デバイスのステータスを常に確認できます。これらの値は、ソフトウェアの上部にある「**Read All Reg (すべてのレジスタを読み取る)**」ボタンを押すたびに更新されます。デバイスに保存されたレジスタ値に加えて、デバイスが次の変換をトリガする準備ができたときと、クリティカル、警告、電源有効のフラグがトリガされたときのフラグも含まれます。

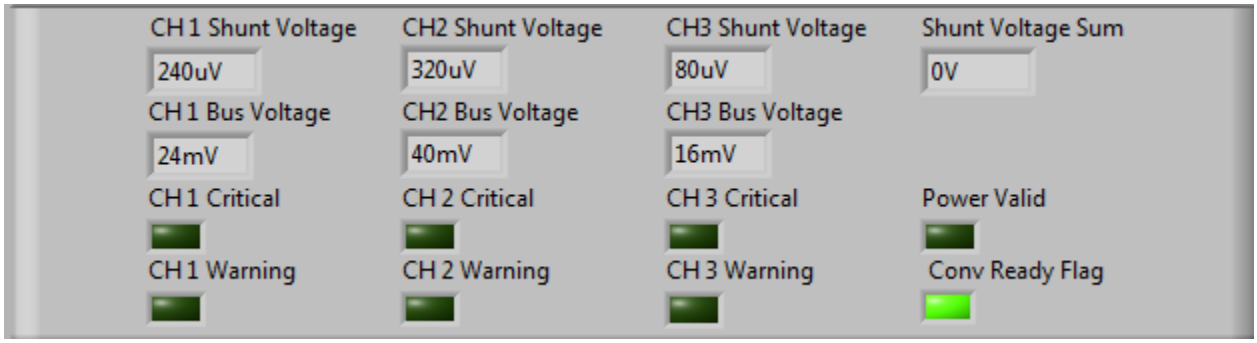


図 3-6. INA3221 の結果バー

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3.2.2.2「Register」(レジスタ) タブ

「Register」(レジスタ) タブには、INA3221 の内部レジスタに関する情報が表示されています。各レジスタはビット単位で変更できるため、GUI の一般機能だけでは実現できない、デバイスの詳細な制御も可能になります。この機能の大部分は「Configuration (構成)」タブに表示されていますが、図 3-7 に示すように、「Register」(レジスタ) タブの適切なレジスタを選択し、「**Help with Reg (レジスタのヘルプ)**」ボタンをクリックすることで、各レジスタの各ビットの個別の使用状況を診断できます。

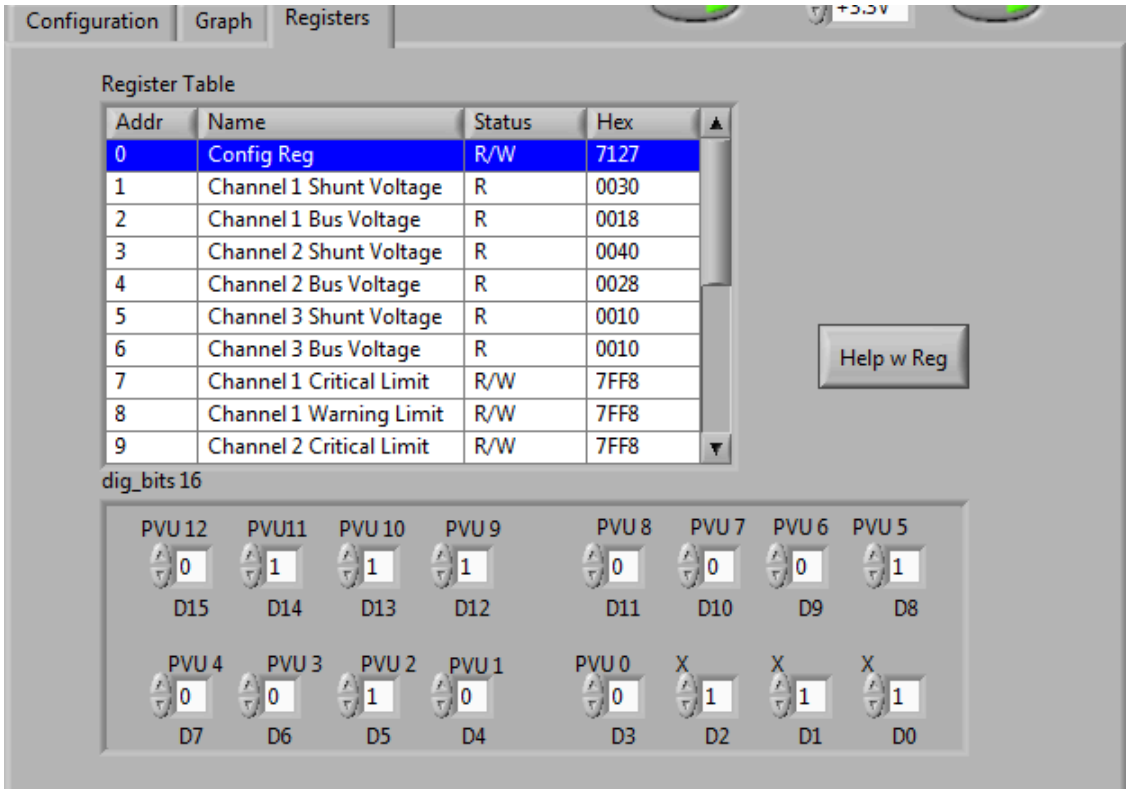


図 3-7.「Registers」(レジスタ) タブ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3.2.2.3 「Graph (グラフ)」タブ

図 3-8 に示す「Graph」(グラフ) タブには、INA3221 での時間の経過に伴うデータの推移を示すプロット ウィンドウがあります。評価基板ソフトウェアの下部にある 7 つの変数 ($CH1V_{SHUNT}$、$CH2V_{SHUNT}$、$CH3V_{SHUNT}$、$CH1V_{BUS}$、$CH2V_{BUS}$、$CH3V_{BUS}$、V_{SHUNT} Sum) は、グラフのすぐ上にあるドロップダウン ボックスを使用してプロットできます。目的のプロットを選択したら、プロットの上にある**「Continuously Poll Data」(データを連続的にポーリング)** ボタンを切り替えて、データのポーリングを開始します。プロットからデータを保存する場合は、ページ上部の「*USB Controls*」(USB コントロール) ドロップダウンを選択し、「*Start Graph Log*」(グラフ ログの開始) オプションを選択します。「*Start Graph Log* (グラフ ログの開始)」を選択すると、データの場所を選択してファイルに名前を付けるように求めるプロンプトが表示されます。

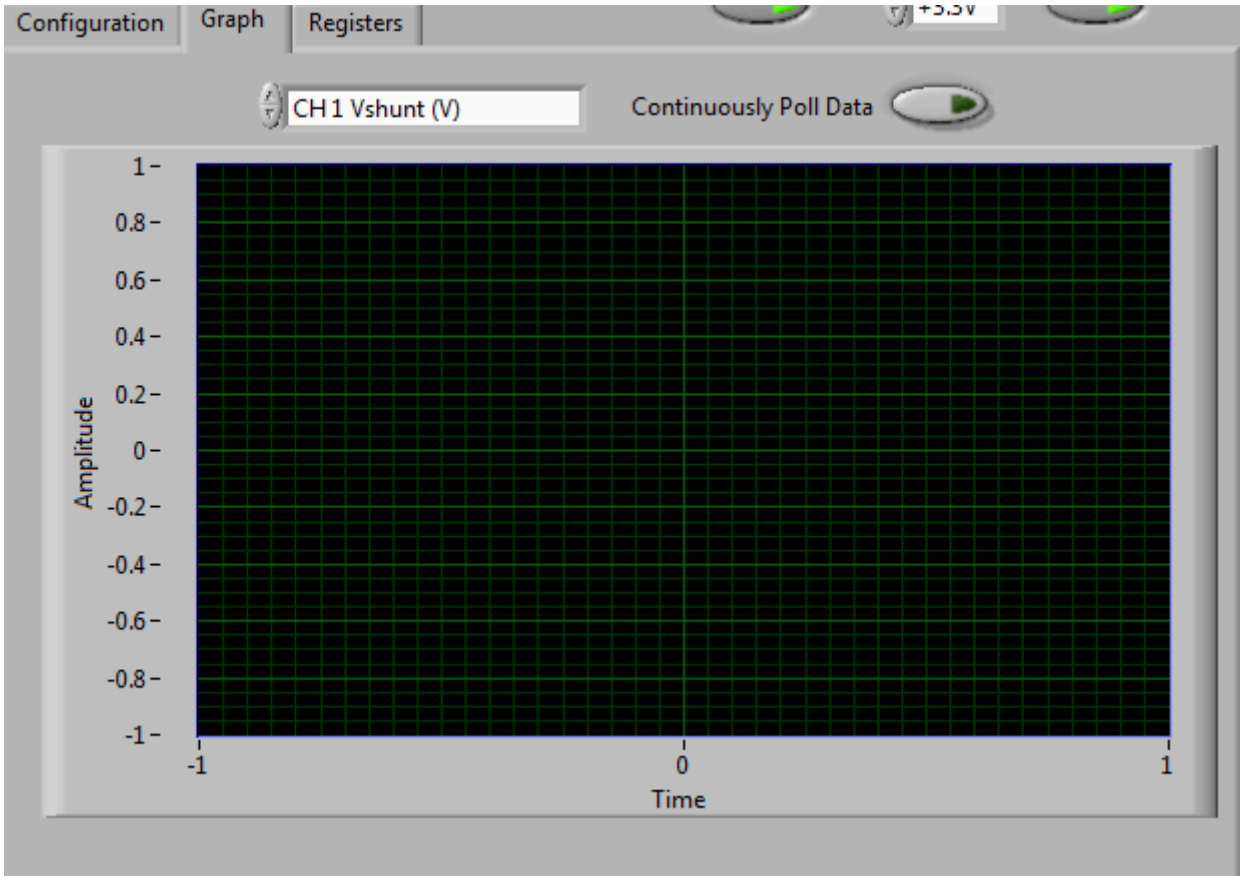


図 3-8. INA3221 データのグラフ表示

3.2.2.4 自動書き込みおよび DVDD 電圧

INA3221EVM ソフトウェアでは、SM-USB-DIG によって制御される基板レベルの電圧をカスタマイズできます。3.3V と 5V のいずれかを選択することで、デバイスの動作電圧を指定できます。

このソフトウェアには、図 3-9 に示すように、デフォルトで有効になっている自動書き込み機能が搭載されています。この機能により、変更が行われるとすぐにレジスタ表は自動的に更新されます。この機能を有効にすると、**「Write All Registers (すべてのレジスタを書き込む)」**ボタンの使用機会はほとんどなく、この機能が無効になっている場合の代替手段としてのみ使用されます。



図 3-9. 自動書き込み、電源ボタン、および電圧制御

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 ハードウェア設計ファイル

このセクションには、INA3221EVM の完全な部品表、回路図、PCB レイアウトが掲載されています。USB DIG プラットフォームのドキュメント情報については、www.ti.com からダウンロードできる『USB DIG プラットフォーム ユーザー ガイド (SBOU058)』を参照してください。

4.1 回路図

図 4-1 に、INA3221EVM の回路図を示します。

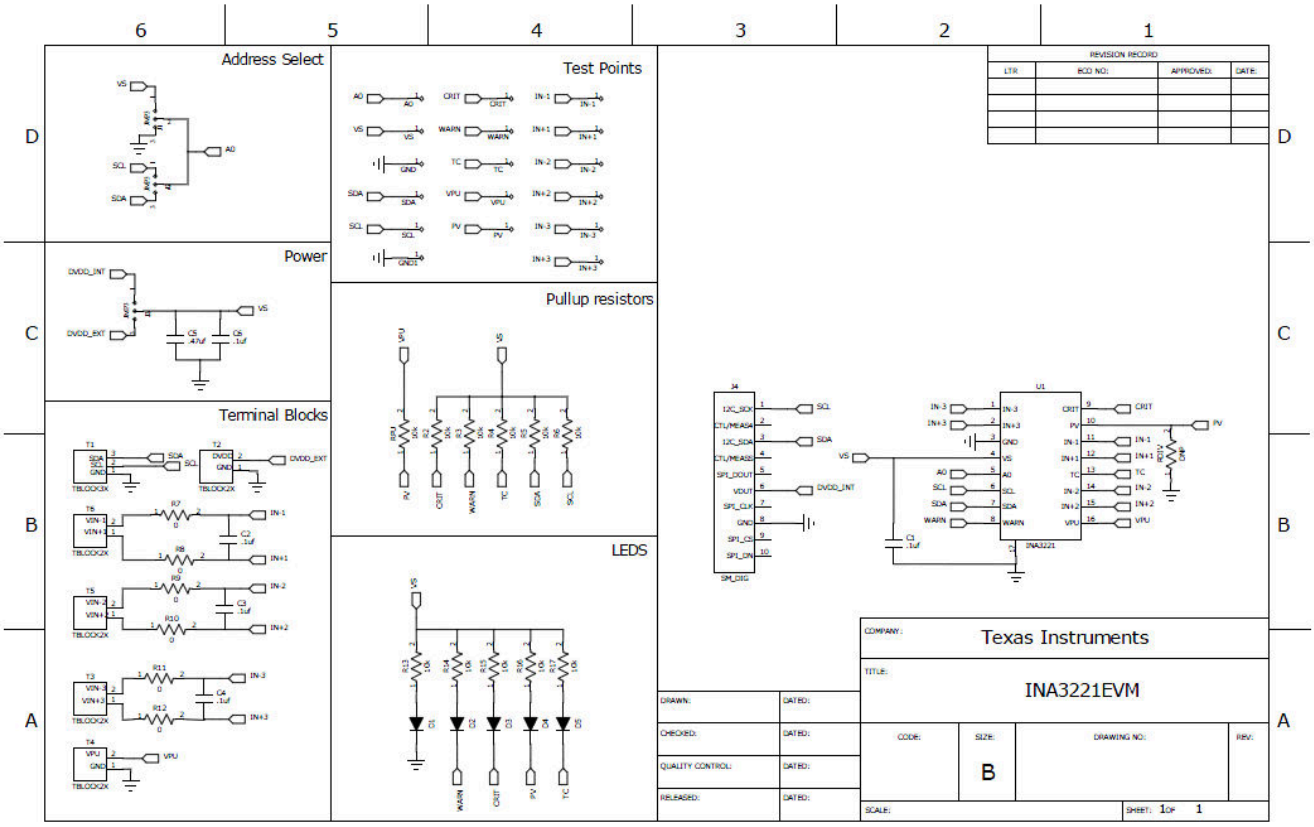


図 4-1. INA3221EVM の回路図

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.2 PCB レイアウト

図 4-2 に、INA3221EVM の PCB の部品レイアウトを示します。

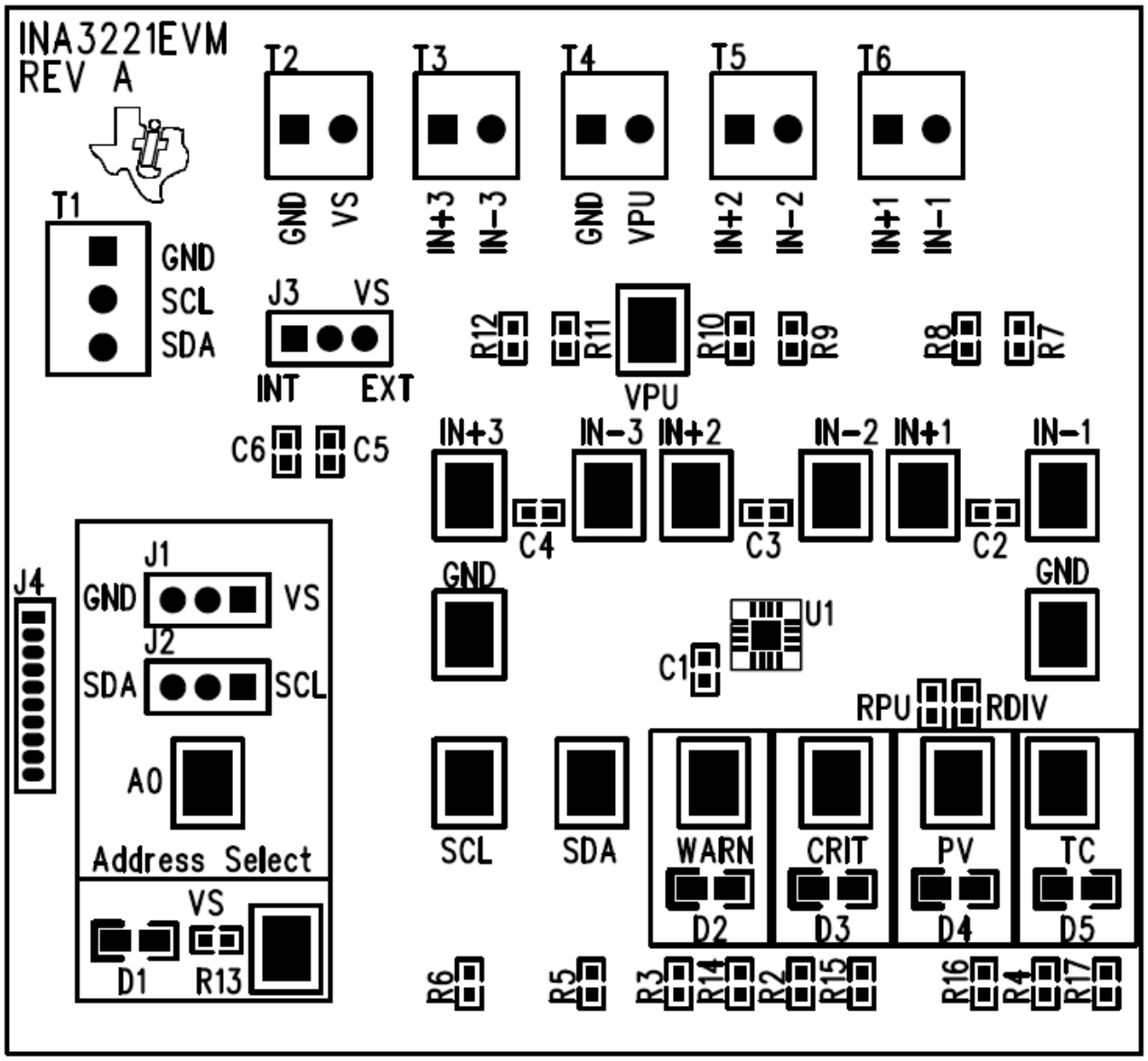


図 4-2. INA3221EVM PCB の最上層 (部品側)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.3 部品表

表 4-1 に、INA3221EVM の部品表を示します。

表 4-1. 部品表

項目番号	参照の記号	説明	ベンダ / メーカー	Digi-Key の型番	メーカー型番
1	RPU、R2R6	RES 10kΩ 1/10W 5% 0603 SMD	Stackpole Electronics	RMCF0603JT10K0CT-ND	RMCF0603JT10K0
2	R13R17	RES 300Ω 1/10W 5% 0603 SMD	Panasonic	P300GCT-ND	ERJ-3GEYJ301V
3	R7R12	抵抗、0.0Ω、1/10W、0603、SMD	Stackpole Electronics	RMCF0603ZT0R00CT-ND	RMCF0603ZT0R00
4	RDIV	DNI	—	—	—
5	C5	セラミック コンデンサ、4.7UF、16V、10%、X5R、0603	TDK Corp.	445-7412-2-ND	C1608X7R1V474K
6	C1C4、C6	CAP CER .10UF 25V X7R 10% 0603	TDK Corp.	445-1316-1-ND	C1608X7R1E104K
7	D1D5	緑色 LED 広角 0603 SMD	Panasonic	P14140CT-ND	LNJ3W0C83RA
8	U1	INA3221	テキサス・インスツルメンツ	—	—
9	ジャンパ、すべて	CONN HEADER 50POS .100" SGL GOLD	Samtec	SAM1029-50-ND	TSW-150-07G-S
10	J3、J1	SHUNT LP W/HANDLE 2 POS 30AU	Tyco Electronics	A26242-ND	881545-2
11	テスト ポイント、すべて	PC 用テスト ポイント コンパクト SMT	Keystone Electronics	5016KCT-ND	5016
12	T1	3Block 端子 3.5mm	On Shore Technology Inc	ED1515-ND	ED555/3DS
13	T2T6	2Block 端子 3.5mm	On Shore Technology Inc	ED1514-ND	ED555/2DS
14	バンポン	バンポン 半球 .50X.14 クリア	3M	SJ5312-7-ND	SJ-5312 (CLEAR)
15	J4	CONN ソケット RT ANG 1POS .050	Mill-Max Manufacturing	ED8850-ND	851-93-10-20-001000

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 関連資料

以下の文書には、INA3221EVM のアセンブリに使用されているテキサス・インスツルメンツの IC に関する情報が記載されています。このユーザー ガイドは、www.ti.com (資料番号 SBOU126) から入手できます。資料番号に付記されている文字は、本文書の作成時点における当該文書の改訂版を示しています。さらに新しいリビジョンは、www.ti.com から入手できます。または、テキサス・インスツルメンツ文献応答センター ((800) 477-8924) もしくは製品情報センター ((972) 644-5580) までお電話ください。注文する場合は、タイトルと資料番号の両方で文書を指定してください。

表 5-1. 関連資料

資料	資料番号
INA3221 製品データシート	SBOS576
SM-USB-DIG プラットフォーム ユーザー ガイド	SBOU098
USB DIG プラットフォーム ユーザー ガイド	SBOU058

6 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。

Changes from Revision * (April 2012) to Revision A (October 2026) **Page**

- ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新 1
- ファミリの規則に合わせてドキュメントのタイトルを更新 1
- 先頭ページの説明を「説明」セクションに変更 2
- 「概要」セクションを「製品情報」セクションに変更 3
- 「INA3221EVM のドキュメント」セクションを「ハードウェア設計ファイル」セクションに変更 17

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an “EVM” or “EVMs”) to the User (“User”) in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.

   1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM (“Software”) shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software

   1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.

2 *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers*:

   2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.

   2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.

   2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI’s recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI’s recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI’s instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGREDATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 *Regulatory Notices:*

3.1 *United States*

3.1.1 *Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:*

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 *For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:*

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- *Reorient or relocate the receiving antenna.*
- *Increase the separation between the equipment and receiver.*
- *Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.*
- *Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.*

3.2 *Canada*

3.2.1 *For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247*

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur

3.3 *Japan*

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/lsds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。 技術適合証明を受けていないもののご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/lsds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html

3.4 *European Union*

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive)*:

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

4 *EVM Use Restrictions and Warnings:*

4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.

4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.

4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*

4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.

4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.

4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.

5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.

6. *Disclaimers:*

6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.

7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

   8.1 *General Limitations*. IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

   8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, 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