

EVM User's Guide: TPS7N59EVM-184

TPS7N59EVM-184 評価基板

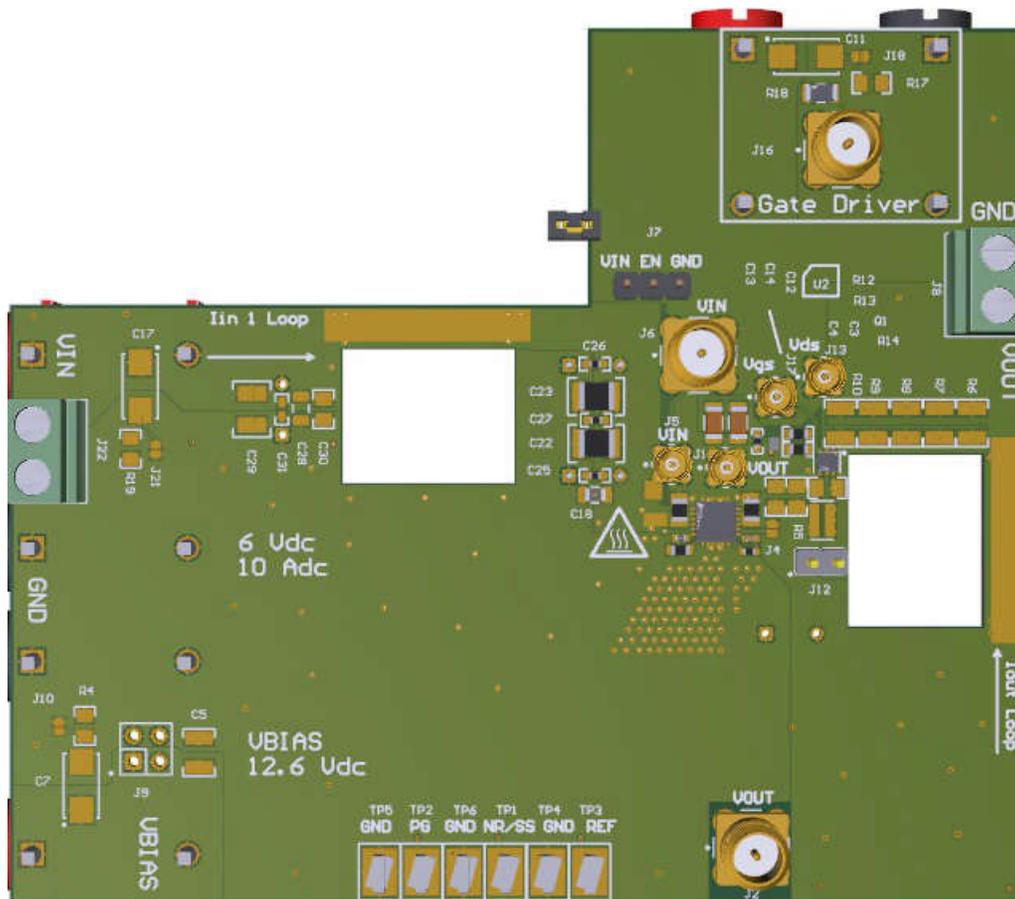


説明

TPS7N59EVM-184 評価基板 (EVM) は、TPS7N59 のエンジニアリング デモと評価に適したリファレンス デザインです。このデバイスは、超低ノイズ、ウルトラハイ PSRR、10A 対応、RF LDO (低ドロップアウト) リニアレギュレータです。このユーザー ガイドには、セットアップと操作の手順、熱とレイアウトのガイドライン、プリント基板 (PCB) レイアウト、回路図、部品表 (BOM) が含まれています。

特長

- この評価基板には、組込み高速負荷過渡回路が搭載されています。



TPS7N59EVM-184 評価基板

1 評価基板の概要

1.1 概要

このユーザー ガイドは、TPS7N5901RTWR (超低ノイズ、ウルトラハイ PSRR、RF LDO (低ドロップアウト) リニアレギュレータ) のエンジニアリング デモと評価に適したリファレンス デザインとしての、TPS7N59EVM-184 評価基板 (EVM) の動作使用について説明しています。このユーザー ガイドには、セットアップと操作の手順、熱とレイアウトのガイドライン、プリント基板 (PCB) レイアウト、回路図、部品表 (BOM) が含まれています。

本書の全体を通して、デモンストレーション キット、評価ボード、評価基板という用語は、TPS7N59EVM-184 と同じです。

テキサス インスツルメンツの TPS7N59EVM-184 は、エンド ユーザーの回路を採用したアプリケーションで TPS7N5901RTWR リニア レギュレータを使用することを考慮している場合に、設計エンジニアが動作と性能を評価するために役立ちます。この評価基板の具体的な構成として、多様なアプリケーションに適した、単一入力の高い電圧で動作する、小型サイズの可変リニア レギュレータを採用しています。このレギュレータには、 V_{IN} と V_{OUT} の間でのドロップアウト電圧 (電圧降下) を小さい値にとどめ、負荷に最大 10 A を供給する能力があります。安定性のために、出力において最小 22 μ F のコンデンサを使用します。

[関連資料](#) は、テキサス インスツルメンツの Web サイト (www.ti.com) から入手できる関連ドキュメントです。

表 1-1. 関連資料

デバイス	資料番号
TPS7N5901RTWR	SBVS470

1.2 キットの内容

この評価基板は以下のキットコンポーネントで構成されています:

- 高性能 LDO である TPS7N59 向けの評価基板です。

1.3 仕様

調整可能な TPS7N59EVM-184 は、0.7V ~ 6.0V の入力電圧に対応し、0.5V ~ 5.2V の出力電圧を供給できます。TPS7N59 は、超低出力電圧ノイズ (2.5 μ VRMS)、高精度 (ライン、負荷、温度に対して 1% (最大) の精度)、高い電源除去比 (1kHz で -84dB、10kHz で -64dB、100kHz で -49dB、1MHz で -30dB) を備えた 10A LDO (10A で 150mV のドロップアウト (標準値)) です。TPS7N59 は、可変ソフトスタート突入電流制御とオープンドレインのパワーグッド (PG) 信号も供給します。小型の 24 ピン WQFN パッケージ (4mm \times 4mm) は、大電力動作時に対応した優れた熱抵抗を備えています。TPS7N59EVM-184 の $R_{\theta JA}$ は、14.3 $^{\circ}$ C/W です。

1.4 製品情報

1.4.1 TPS7N59

TPS7N59 は、低ノイズ (2.5 μ V_{RMS}) で超低ドロップアウトのリニアレギュレータ (LDO) であり、出力電圧に依存せず 150mV のドロップアウトで最大 10A の電流を供給可能です。デバイスの出力電圧は、1 個の外付け抵抗を使って 0.5V ~ 5.2V の範囲で調整可能です。低ノイズ、高 PSRR (1MHz で -30dB)、大出力電流能力を組み合わせた TPS7N59 は、レーダーの電源、通信、画像処理の各アプリケーションで使用される、ノイズに敏感な部品 (RF アンプ、レーダーセンサ、SERDES、アナログチップセットなど) への電力供給に最適です。

特定用途向け集積回路 (ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、デジタル信号プロセッサ (DSP) など、低入力電圧、低出力電圧 (LILO) での動作を必要とするデジタル負荷に、非常に優れた精度 (負荷、ライン、および温度の全範囲で 1%)、リモートセンシング、優れた過渡性能、ソフトスタート機能により、優れたシステム性能を提供します。汎用性、高性能、小型フットプリントを特長とするこの LDO は、A/D コンバータ (ADC)、D/A コンバータ (DAC)、イメージングセンサなどの大電流アナログ負荷や、シリアルライザ/デシリアルライザ (SerDes)、FPGA、DSP などのデジタル負荷用の優れた選択肢です。

1.4.2 LMG1020 ローサイドドライバ

LMG1020 デバイスはシングル、ローサイドのドライバで、LiDAR、タイムオブフライト、顔認識などの高速アプリケーションや、ローサイドドライバを使用するあらゆる電力コンバータで、GaN FET およびロジックレベル MOSFET を駆動するよう設計されています。LMG1020 の設計は簡素化されており、2.5 ナノ秒の超高速伝搬遅延と 1 ナノ秒の最小パルス幅を実現できます。ゲートと、OUTH および OUTL との間に外付けの抵抗を接続することで、それぞれプルアップエッジとプルダウンエッジの駆動強度を独立に設定できます。

ドライバには、過負荷の事象または故障状態における、低電圧誤動作防止 (UVLO) および過熱保護 (OTP) 機能があります。

LMG1020 は 0.8mm × 1.2mm の WCSP パッケージを使用しており、ゲートループのインダクタンスが最小化され、高周波アプリケーションで電力密度を最大化できます。

2 ハードウェア

2.1 評価基板設定

このセクションでは、評価基板のジャンパおよびコネクタを含む、TPS7N59EVM-184 を適切に接続および設定する方法について説明します。

2.1.1 LDO 入力/出力コネクタの説明

2.1.1.1 VIN および GND

VIN および GND は入力電源の接続端子です。VIN 端子は正の接続で、GND 端子は負 (すなわち接地) 接続です。

2.1.1.2 BIAS および GND

BIAS および GND はバイアス電源の接続端子です。BIAS 端子は正の接続で、GND 端子は負 (すなわち接地) 接続です。

2.1.1.3 VOUT および GND

VOUT および GND は出力負荷の接続端子です。VOUT 端子は正の接続で、GND 端子は負 (すなわち接地) 接続です。

2.1.1.4 EN

EN は 3 ピン ヘッドで、TPS7N59 をイネーブルまたはディスエーブルにするために使用されます。

3 ピン ヘッドのセンター ピンは TPS7N59 の EN 入力に接続します。ヘッドの上部の 2 つのピンに 2 ピン シャントを配置すると、VIN が EN に短絡され、TPS7N59 がイネーブルになります。ヘッドの下部の 2 つのピンに 2 ピン シャントを配置すると、GND が EN に短絡され、TPS7N59 がディスエーブルになります。

オフボード電源または信号ジェネレータを使用して EN 端子を駆動する場合は、印加電圧を 0V ~ 6V に維持する必要があります。

2.1.2 オプションの負荷過渡入力/出力コネクタの説明

2.1.2.1 VDD および GND

VDD および GND は負荷過渡回路の入力電源用の接続端子です。VDD 端子は正の接続で、GND 端子は負 (すなわち接地) 接続です。

2.1.2.2 J12

J12 は、ユーザーが測定を行うため、または LDO の出力に小さい負荷を印加するためのオプション接続です。

2.1.2.3 J14

J14 はオプションの接続で、負荷過渡 MOSFET のドレイン ソース間電圧にダンピング回路を挿入します。

2.1.2.4 J16

J16 は、ファンクション ジェネレータがゲートドライバ デバイスを駆動するための接続です。J16 は 50Ω 抵抗 R18 で終端します。

2.1.2.5 J13

J13 は高周波ケルビン接続で、負荷過渡 MOSFET のドレイン ソース間電圧を正確に測定できます。

2.1.2.6 J17

J17 は高周波ケルビン接続で、負荷過渡 MOSFET のゲート ソース間電圧を正確に測定できます。

2.1.3 TPS7N59 LDO の動作

TPS7N59EVM-184 評価基板には、入力、バイアス、出力の各コンデンサを実装した TPS7N59 LDO が含まれています。ハードウェア画像の白いボックスで示すように、これらの部品はソリューションに必要な最小サイズで提供されます。評価基板に実装済みの部品に加え、追加の入力、バイアス、出力の各コンデンサで LDO をテストするための追加パッドも入手できます。TPS7N59 LDO は、J7 3 ピン ヘッドを使用してイネーブルまたはディスエーブルにできます。

1. ヘッダの両端に 2 ピンのシャントを配置して VIN と EN を接続すると、デバイスをイネーブルにします。
2. ヘッダの両端に 2 ピンのシャントを配置して GND と EN を接続すると、デバイスがディスエーブルになります。

TPS7N59EVM-184 ターンオン は、電源がオンのときの TPS7N59EVM-184 の結果を示しています。

1. チャネル 1 (青のパターン) は入力電圧 (VIN) です。
2. チャネル 2 (赤のパターン) は出力電圧 (VOUT) です。
3. チャネル 3 (オレンジのパターン) は出力電流 (IOUT) です。
4. チャネル 4 (緑のパターン) はイネーブル電圧です。

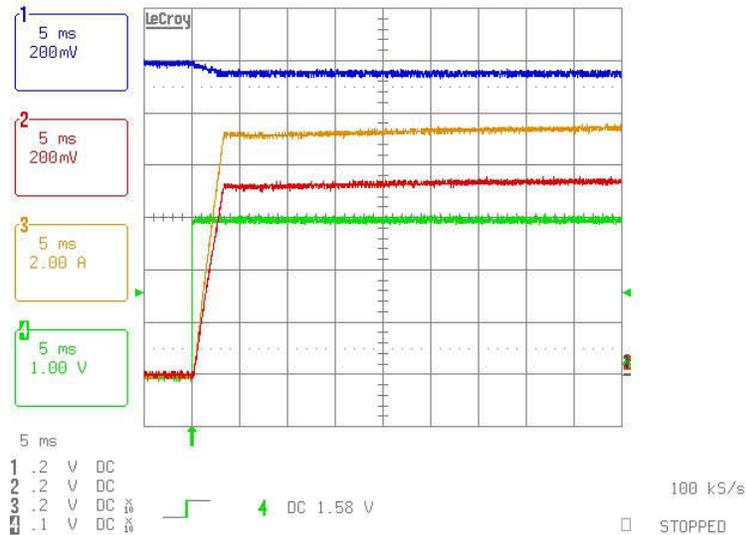


図 2-1. TPS7N59EVM-184 ターンオン

必要に応じて、**TPS7N59EVM-184 (電流プローブ装着済み)** に示すように、評価基板に電流プローブを挿入して、入力電流と出力電流を測定できます。スロットは、LeCroy™ AP015 または CP031 電流プローブなど、ほとんどの電流プローブに適合するサイズです。

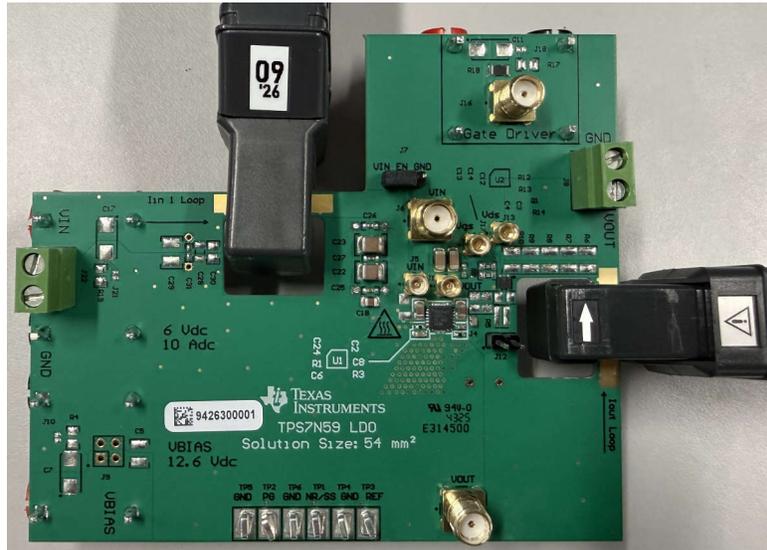


図 2-2. TPS7N59EVM-184 (電流プローブ装着済み)

J8 を使用すると、LDO の出力の電流センスパスを流れる DC 負荷を配置できます。非常に高速な過渡テストを実施する場合は、評価基板の PCB 内の寄生インダクタンスにより、VIN または VOUT にリングングが現れる場合があります。電流経路内の露出した銅に配線を配置すると、このリングングを低減できます。電流プローブの体積を埋める、追加配線の正しいサイズを選択します。ほとんどの電流プローブでは、10 AWG の配線を使用できます。

警告

一部の電流プローブのセンサは GND に接続されており、通電されている導体と接触しません。詳細については、電流プローブのユーザーマニュアルを参照してください。ご使用の電流プローブにこの制限がある場合は、電流検出経路を電流プローブから絶縁するために、薄い電線絶縁用テープまたはカプトン®テープを使用してください。

SMA コネクタ J6 (VIN) と J2 (VOUT)、MMCX コネクタ J5 (VIN) と J1 (VOUT) を使用する、オプションのケルビン検出ポイントが提供されています。

2.1.4 オプションの負荷過渡回路の動作

TPS7N59EVM-184 評価基板はオプションの高性能負荷過渡回路を搭載しており、TPS7N59 LDO の負荷過渡性能を効率的にテストできます。オプションの負荷過渡回路を使用するには、アプリケーションに応じて正しい部品を取り付けます。予測される動作条件に合わせて、TPS7N59 LDO に接続される入力容量と出力容量を変更します。テストする、目的のピーク電流を決定し、R6、R7、R8、R9、R10 の並列抵抗の組み合わせを以下のように変更します：

$$I_{PEAK} = \frac{V_{OUT}}{R6 \parallel R7 \parallel R8 \parallel R9 \parallel R10} \quad (1)$$

負荷ステップのスルーレートは、C10、R11、R12、R13 で調整できます。通常は、R12 と R13 のみを調整してスルーレートを設定し、C10 と R11 は未実装のままにします。

(必要に応じて) 評価基板を変更した後、5V の DC 電源、1A の DC 電流制限で、バナナ コネクタ J15 (VDD) と J19 (GND) に電源を接続します。TPS7N59 の過渡応答は非常に高速で、出力電圧は最初の負荷過渡後 1ms 以内に十分回復します。したがって、パルス抵抗 (R6、R7、R8、R9、R10) の過熱を防止するため、1ms の負荷過渡パルス持続時間制限を使用します。0V DC から 5V DC の方形パルスで、50Ω 出力のファンクション ジェネレータを構成します。必要に応じて、反復、低デューティ サイクルの負荷過渡テスト用に、ファンクション ジェネレータでバースト モードを構成できます。

2.1.5 入力/出カコネクタおよびジャンパの説明

2.1.5.1 J20, J22 – IN

グラウンド接続した入力電源電圧コネクタ。

2.1.5.2 J8 - OUT

グラウンド接続でレギュレートされた出力電圧。

2.1.5.3 TP1 - REF

リファレンス電圧検出テスト ポイント。

2.1.5.4 TP2 - PG

パワーグッド検出接続。

2.1.5.5 TP3 – NR/SS

NR/SS 検出ピンのテスト ポイント接続。

2.1.5.6 TP4、TP5、TP6 – GND

グラウンド ピン テスト ポイント接続。

2.1.6 半田付けのガイドライン

デバイスの損傷を避けるため、修理またはその他の用途で評価基板を改造するために半田付け作業をやり直す場合は、温風システムを使用してください。

2.1.7 機器の接続

次の手順で機器を接続します：

1. 入力電源を 6V に設定して電源をオフにします。
2. バイアス電源を 12V に設定して電源をオフにします。
3. 入力電源を評価基板の J20 または J22 の V_{IN} コネクタに接続します。
4. バイアス電源を評価基板の J3V_{BIAS} コネクタに接続します。
5. V_{IN} と V_{BIAS} の電源をオンにします。
6. 0A ~ 10A の負荷を OUT と GND の間に接続します。

3 ハードウェア設計ファイル

3.1 回路図

図 3-1 から 図 3-3 は評価基板の回路図を示しています。

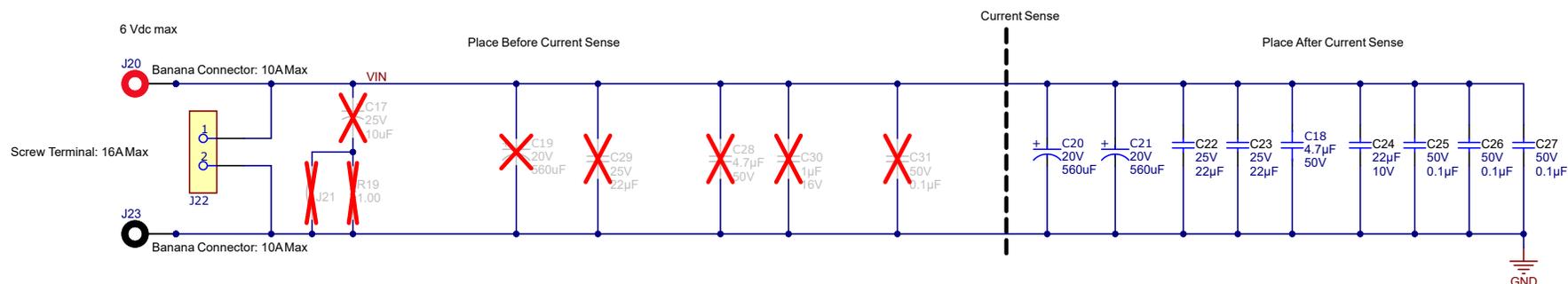


図 3-1. TPS7N59EVM-184 Vin の回路図

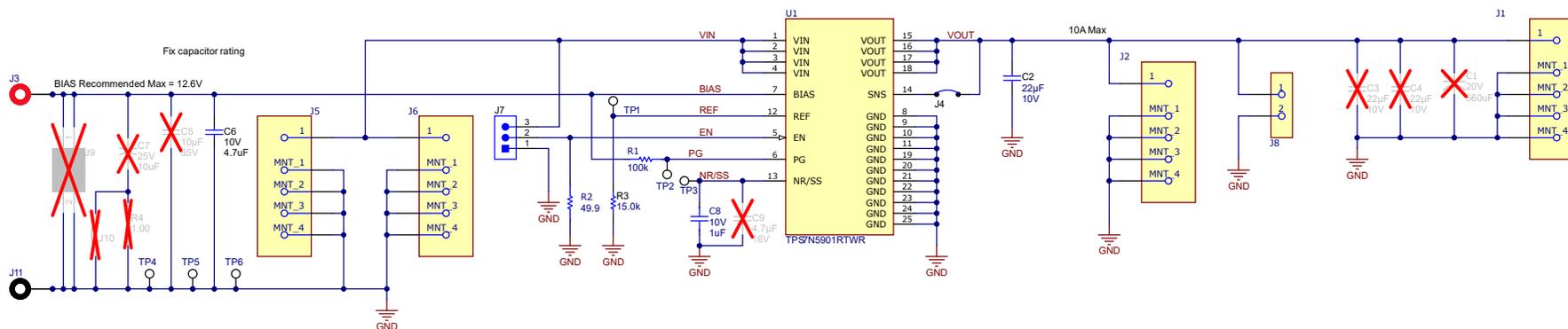


図 3-2. TPS7N59EVM-184 の LDO 回路図

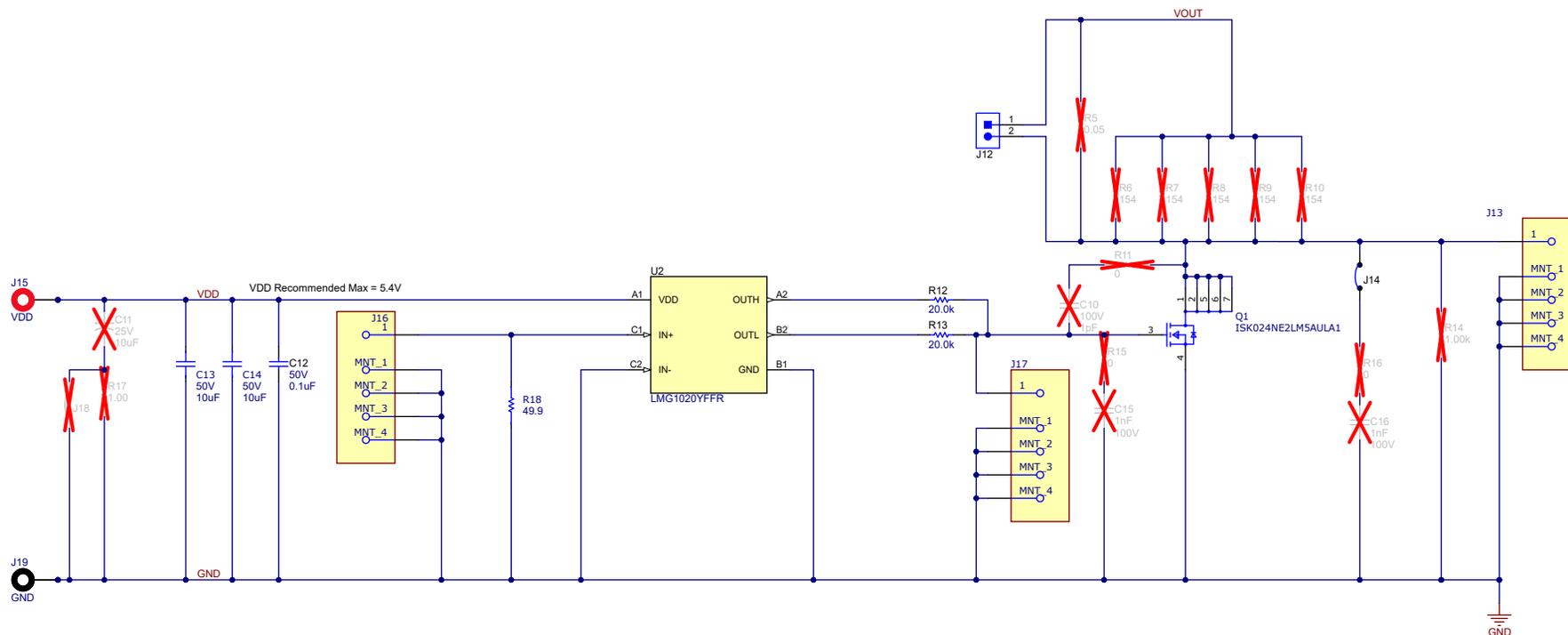


図 3-3. TPS7N59EVM-184 負荷過渡回路の回路図

3.2 PCB レイアウト

図 3-4 ~ 図 3-13 は評価基板の PCB レイアウトを示しています。

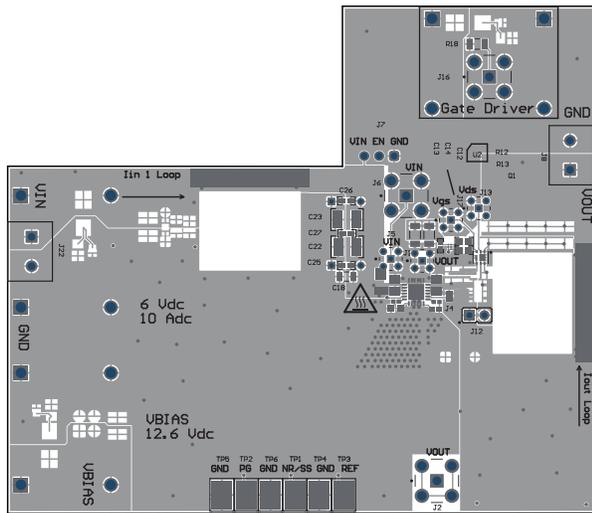


図 3-4. 上部部品層

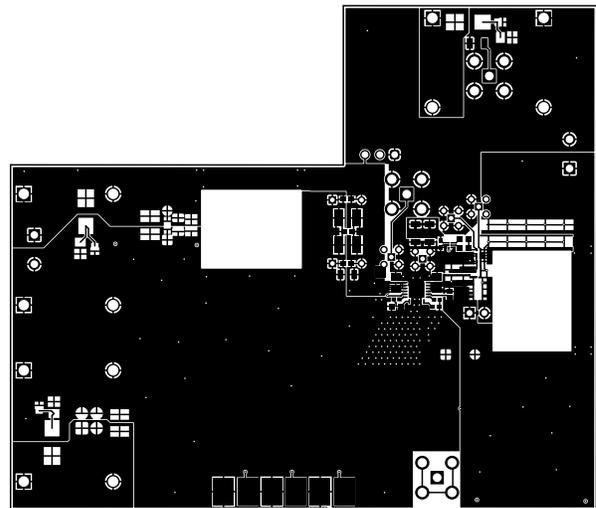


図 3-5. 最上層の配線

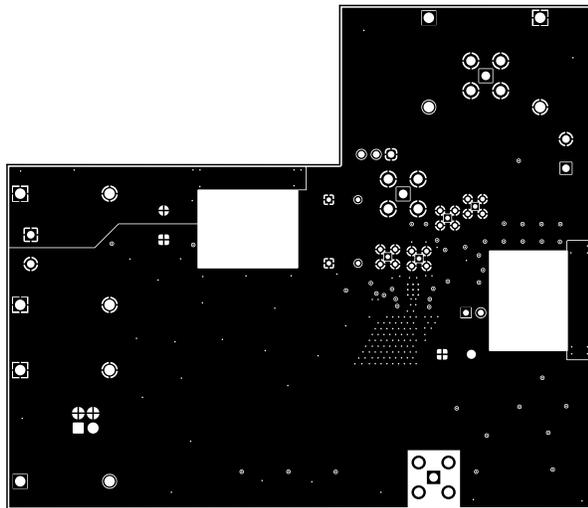


図 3-6. 第 1 中間層

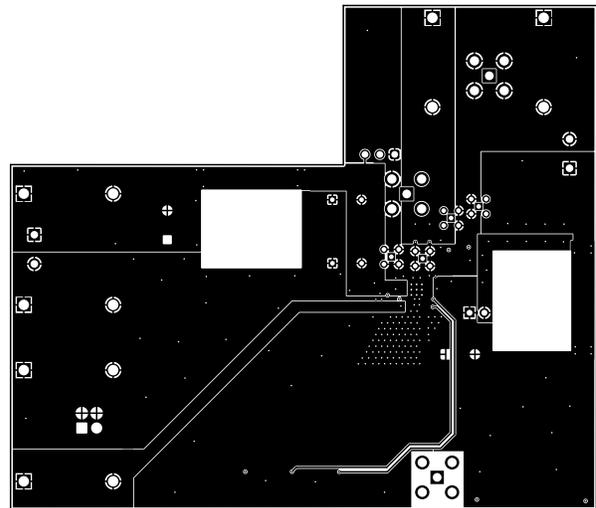


図 3-7. 第 2 中間層

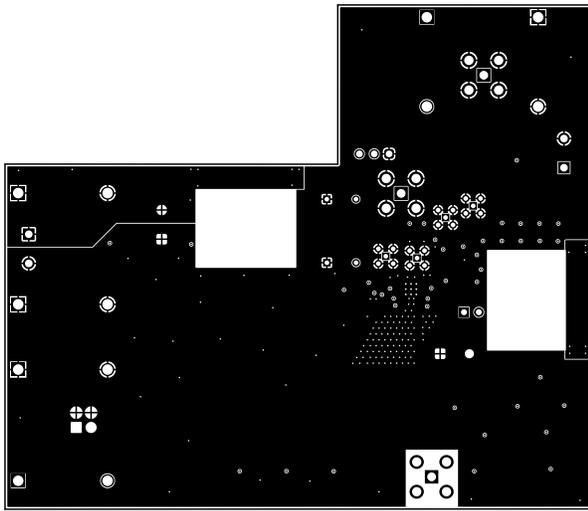


図 3-8. 第 3 中間層

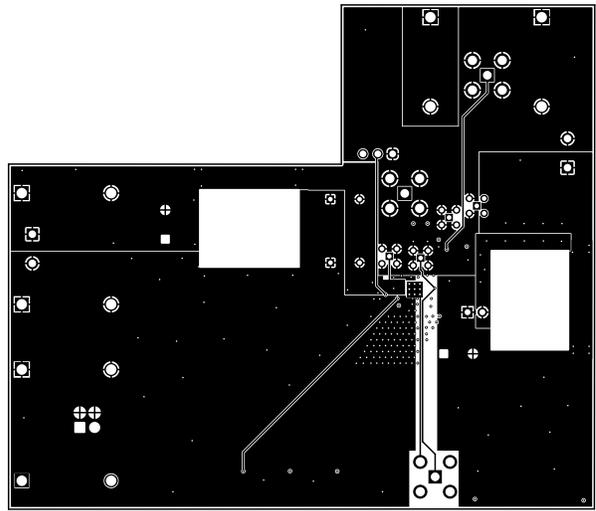


図 3-9. 第 4 中間層

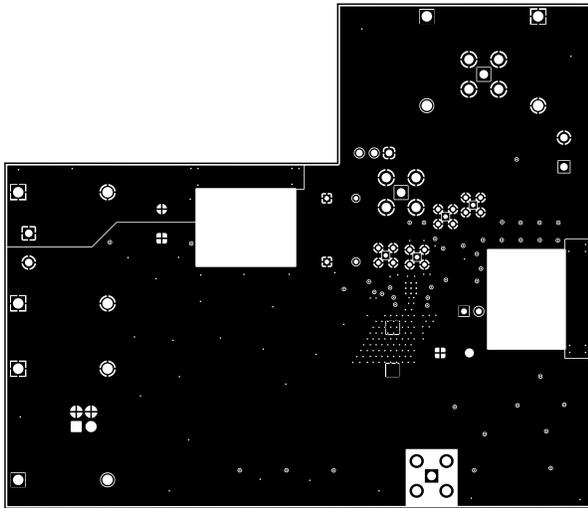


図 3-10. 第 5 中間層

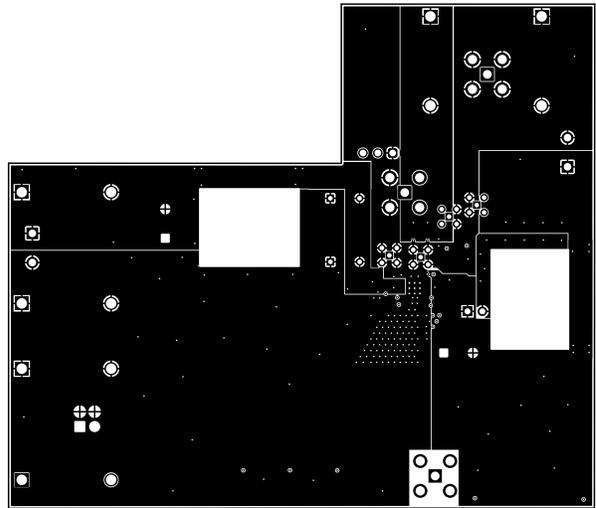


図 3-11. 第 6 中間層

3.3 部品表 (BOM)

表 3-1 は、この評価基板の部品表 (BOM) を示しています。

表 3-1. TPS7N59EVM-184 BOM (1) (2) (3) (4)

説明	記号	部品番号	数量	製造元	パッケージ参照	値	代替メーカー	代替部品番号
プリント基板	!PCB1	LP184	1	任意				
コンデンサ、セラミック、22uF、10V、±20%、X7R、0805	C2、C24	GRM21BZ71A226ME15L	2	MuRata	0805	22uF		
コンデンサ、セラミック、4.7uF、10V、±10%、X5R、0603	C6	C0603C475K8PAC TU	1	Kemet	0603	4.7uF		
1μF ± 10% 10V セラミック コンデンサ X7R 0402 (1005 メートル法)	C8	GMC04X7R105K1 ONT	1	Cal-Chip Electronics	0402	1μF		
コンデンサ、セラミック、0.1μF、50V、±10%、X7R、0402	C12	C1005X7R1H104K050BB	1	TDK	0402	0.1uF		
10μF ±10% 50V セラミック コンデンサ X7R 1206 (3216 メートル法)	C13、C14	GMC31X7R106K5 ONT	2	Cal-Chip Electronics	1206	10μF		
Cap Ceramic 4.7uF 50V X7R 10% パッド SMD 0805 +125°C 車載 T/R	C18	CGA4J1X7R1H475 K125AC	1	TDK 株式会社	0805	4.7μF		
コンデンサ アルミニウム ポリマー 560μF 20VDC 20% (10X 13mm) ラジアル 5mm 0.012Ω 1700mA 1000h 125°C	C20、C21	20SEF560M	2	Panasonic	ラジアル	560μF		
コンデンサ、セラミック、22μF、25V、±10%、X7R、1210	C22、C23	CL32B226KAJNFN E	2	Samsung Electro-Mechanics	1210	22uF		
CAP、CERM、0.1μF、50V、+/- 20%、X7R、0402	C25、C26、C27	UMK105B7104MV-FR	3	Taiyo Yuden	0402	0.1uF		
MMCX コネクタ ジャック、メス ソケット 50Ω、スルー ホール半田タイプ	J1、J5、J13、J17	RF12-07H-T-00-50G	4	Adam Tech	CONN_MMCX			
SMA コネクタ ジャック、メス ソケット 50Ω、スルー ホール半田タイプ	J2、J6、J16	RF2-04A-T-00-50G	3	Adam Tech	CONN_RF_7MM00_7MM00			
標準バナナ ジャック、絶縁、10A、赤色	J3、J15、J20	571-0500	3	DEM 製造	571-0500			
ジャンパ、SMT	J4、J14	JMP-36-30X40SMT	2	任意	短絡ジャンパ、SMT			
ヘッド、2.54mm、3x1、金、TH	J7	61300311121	1	Würth Elektronik	ヘッド、2.54mm、3x1、TH			
TERM BLK 2POS サイド エントリ 5MM PCB	J8、J22	691137710002	2	Würth Elektronik	HDR2			
標準バナナ ジャック、絶縁、10A、黒色	J11、J19、J23	571-0100	3	DEM 製造	571-0100			
ヘッド、100mil、2x1、金、TH	J12	PBC02SAAN	1	Sullins Connector Solutions	Sullins、100mil ピッチ、1x2 構成、絶縁体上 230mil			
40V optiMOS パワー トランジスタ、表面実装 6-PQFN デュアル (2x2)	Q1	ISK024NE2LM5AU LA1	1	Infineon	VSON6			
100kΩ ±1% 0.063W、1/16W チップ抵抗 0402 (1005 メートル法) 厚膜	R1	CRCW0402100KF KEDC	1	Vishay	0402	100k		
RES 厚膜、49.9Ω、1%、0.75W、100ppm/°C、1206	R2、R18	CRCW120649R9F KEAHP	2	Vishay Dale	1206	49.9		
抵抗、15.0k、1%、0.063W、0402	R3	RC0402FR-0715K L	1	Yageo America	0402	15.0k		
抵抗、20.0k、1%、0.1W、0603	R12、R13	RC0603FR-0720K L	2	Yageo	0603	20.0k		
シヤント、100mil、金メッキ、黒	SH-J1	SNT-100-BK-G	1	Samtec	シヤント	1x2	3M	969102-0000-DA

表 3-1. TPS7N59EVM-184 BOM (1) (2) (3) (4) (続き)

説明	記号	部品番号	数量	製造元	パッケージ参照	値	代替メーカー	代替部品番号
テスト ポイント、コンパクト、SMT	TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6	5016	6	Keystone	Testpoint_Keystone_Compact			
TPS7N5901RTWR	U1	TPS7N5901RTWR	1	テキサス・インスツルメンツ	WQFN-24			
5V、7A/5A ローサイド GaN ドライバ、速度 60MHz/1ns、YFF0006AEAE (DSBGA-6)	U2	LMG1020YFFR	1	テキサス・インスツルメンツ	YFF0006AEAE		テキサス・インスツルメンツ	LMG1020YFFT
コンデンサ アルミニウム ポリマー 560µF 20VDC 20% (10X 13mm) ラジアル 5mm 0.012Ω 1700mA 1000h 125°C	C1、C19	20SEF560M	0	Panasonic	ラジアル	560µF		
コンデンサ、セラミック、22µF、10V、±20%、X7R、0805	C3、C4	GRM21BZ71A226ME15L	0	MuRata	0805	22uF		
コンデンサ、セラミック、10µF、35V、±10%、X7R、1210	C5	GRM32ER7YA106KA12K	0	MuRata	1210	10uF		
CAP、TA、10µF、25V、±20%、0.5Ω、SMD	C7、C11、C17	TPSC106M025R0500	0	AVX	6032-28	10uF		
コンデンサ、セラミック、4.7uF、16V、±10%、X7R、0603	C9	GRM188Z71C475KE21D	0	MuRata	0603	4.7uF		
コンデンサ、セラミック、1pF、100V、±5%、C0G/NP0、0805	C10	GQM2195C2A1R0CB01D	0	MuRata	0805	1pF		
コンデンサ、セラミック、1000pF、100V、±5%、X7R、0603	C15、C16	06031C102JAT2A	0	AVX	0603	1000pF		
Cap Ceramic 4.7uF 50V X7R 10% パッド SMD 0805 +125°C 車載 T/R	C28	CGA4J1X7R1H475K125AC	0	TDK 株式会社	0805	4.7µF		
コンデンサ、セラミック、22µF、25V、±10%、X7R、1210	C29	CL32B226KAJNFNE	0	Samsung Electro-Mechanics	1210	22uF		
コンデンサ、セラミック、1µF、16V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0805	C30	C0805C105K4RACAUTO	0	Kemet	0805	1uF		
CAP、CERM、0.1µF、50V、+/- 20%、X7R、0402	C31	UMK105B7104MVFR	0	Taiyo Yuden	0402	0.1uF		
ヘッド、100mil、2x2、金、TH	J9	TSW-102-07G-D	0	Samtec	2x2 ヘッダー			
ジャンパ、SMT	J10、J18、J21	JMP-36-30X40SMT	0	任意	短絡ジャンパ、SMT			
抵抗、1.00、1%、0.333W、AEC-Q200 グレード 1、0805	R4、R17、R19	ERJ-6BQF1R0V	0	Panasonic	0805	1.00		
抵抗、0.05、1%、1W、AEC-Q200 グレード 0、0612	R5	ERJ-B2CFR05V	0	Panasonic	0612	0.05		
抵抗、154、1%、0.5W、1210	R6、R7、R8、R9、R10	RC1210FR-07154RL	0	Yageo	1210	154		
抵抗、0、5%、0.125W、AEC-Q200 グレード 0、0805	R11	ERJ-6GEY0R00V	0	Panasonic	0805	0		
RES、1.00k、1%、0.125W、AEC-Q200 グレード 0、0805	R14	ERJ-6ENF1001V	0	Panasonic	0805	1.00k		
抵抗、0、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	R15、R16	RMCF0603ZT0R00	0	Stackpole Electronics Inc	0603	0		

- (1) この部品は ESD に敏感です。ESD に関する注意事項に従ってください。
- (2) この部品はクリーンで、フラックスや汚染物質を避ける必要があります。クリーンでないフラックスは使用できません。
- (3) この部品は電子組立品の許容基準 IPC-A-610 クラス 2 に適合している必要があります。
- (4) 「代替部品番号」または「代替メーカー」の列に特に記載がない限り、すべての部品は同等の部品と置き換えることができます。

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 DEGRADATION 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/lstds/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/lstds/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, INDEMNITY 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、

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