

EVM User's Guide: TPSI31PXQ1EVM

TPSI31Px/Q1 評価基板



説明

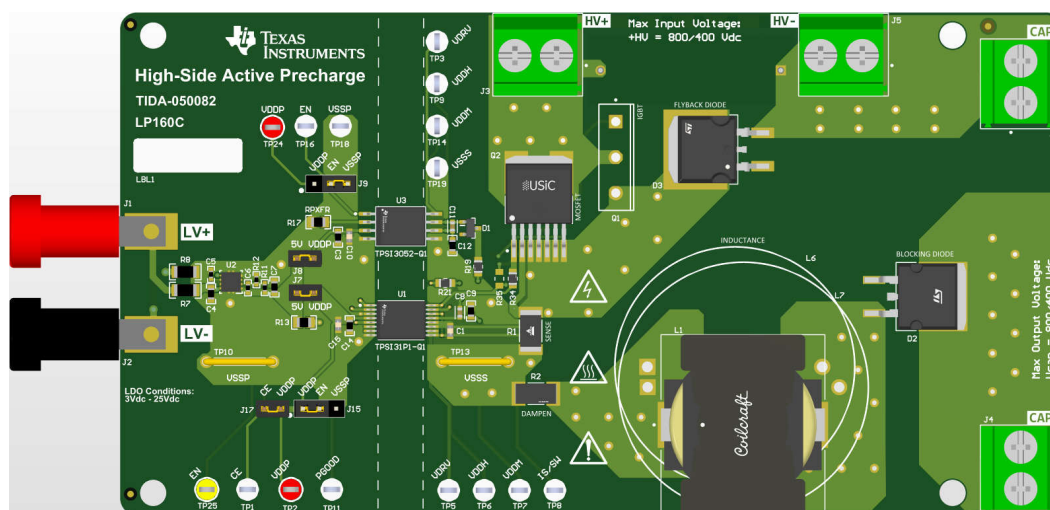
TPSI31Px-Q1 評価基板 (EVM) は、TPSI31Px-Q1 デバイスファミリの動作および性能を評価するためのものです。このボードには TPSI31P1-Q1 を搭載しており、17V のゲート電源を内蔵し、充電電流を監視するコンパレータを備えた絶縁スイッチドライバで、ヒステリシス動作によりゲートを駆動します。追加のロジックを必要とせず、すべて二次側で完結します。この機能により、TPSI31P1 は電気自動車(EV)やハイブリッド電気自動車(HEV)を含むあらゆるアプリケーションにおいて、ハイサイドのアクティブプリチャージソリューションとして DC リンクコンデンサを充電できます。スイッチング電源を追加するために、TPSI3052 が EVM の設計に含まれていますが、必須ではありません。TPSI3052 は、17V のゲート電源を内蔵した絶縁スイッチドライバで、補助的な絶縁電源として使用できます。この評価基板は、HV インダクタを使用した降圧トポロジを採用しています。この評価基板には、ゲート電荷が 14nC と小さい N チャネル シリコン カーバイド(SiC) MOSFET も搭載されており、全体のスイッチングに必要な電力を最小限に抑えるのに役立ちます。このボードには、TPSI31P1-Q1 の機能を監視するための複数のテストポイントが備わっています。さらに、この評価基板には、柔軟な電源入力に対応するための調整可能な 5V LDO が搭載されています。

特長

- TPSI31PXQ1EVM によって 2mF コンデンサを 300ms 以内に 800V まで充電 (5.5A_{AVG})
- TPSI31PXQ1EVM-400 による 2mF コンデンサを 180ms 以内に 400V まで充電 (4.5A_{AVG})
- TPSI31P1-Q1 にヒステリシス式の充電電流制御を内蔵しており、追加のロジックは不要です
- 可変電源が使用できない場合に回路へ電力を供給するための、超低ノイズ LDO (入力 5V ~ 20V)
- 絶縁型二次電源は不要
- 5kVRMS の強化絶縁
- 1.5A のピークソース電流および 3A のピークシンク電流を備えた 17V ゲートドライバ
- ±1.5% の精度の電圧リファレンスを内蔵したデュアル絶縁型高速コンパレータ

アプリケーション

- ハイブリッド、電動、パワートレインシステム



PCB の上面図:TPSI31PXQ1EVM

1 評価基板の概要

1.1 はじめに

TPSI31PxQ1EVM は、DC リンク コンデンサを充電するハイサイド アクティブ プリチャージ アプリケーションにおいて、TPSI31P1-Q1 デバイスの性能および機能を実証するために設計された評価基板 (EVM) です。アクティブ プリチャージにおけるトポロジは、降圧コンバータに類似しており、直列に配置したインダクタによって充電電流の立ち上がり率 (di/dt) を制限し、ヒステリシス制御によって充電電流を制御します。TPSI31P1-Q1 はヒステリシス制御を内蔵しており、外付けロジックを必要とせずにプリチャージを完全に制御できます。

このユーザー ガイドでは、コネクタ、テスト ポイントの説明、回路図、部品表、評価基板の基板レイアウトを示しています。

1.2 キットの内容

- TPSI31Px-Q1 の評価基板回路

1.3 仕様

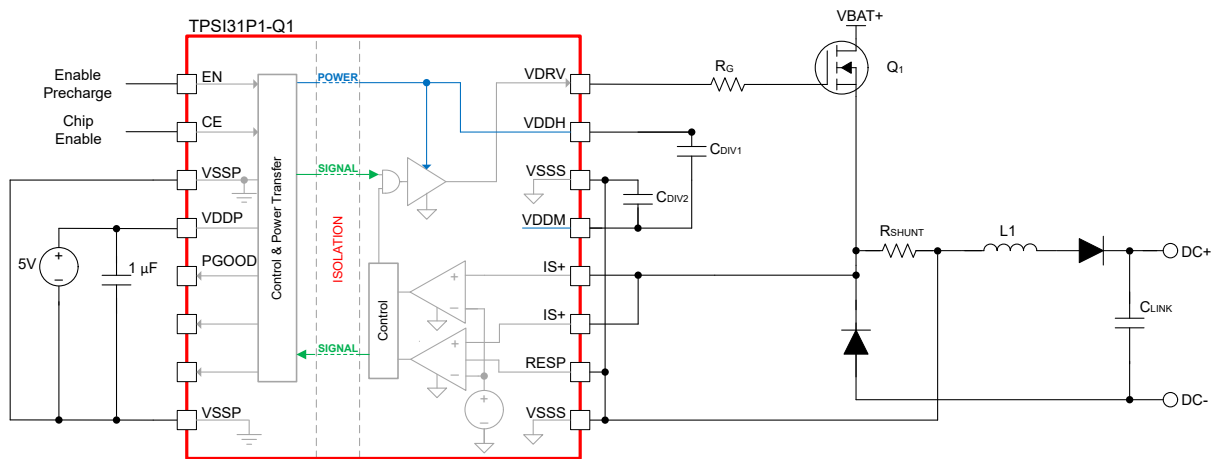


図 1-1. TPSI31P1-Q1 の概略回路図

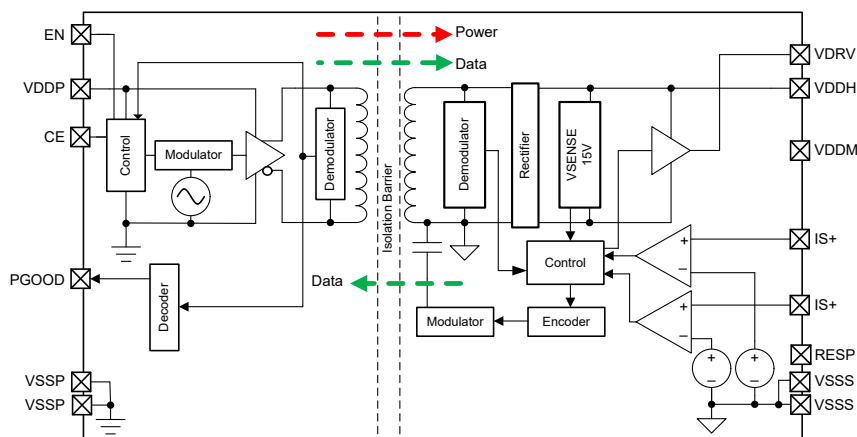


図 1-2. TPSI31P1-Q1 の機能ブロック図

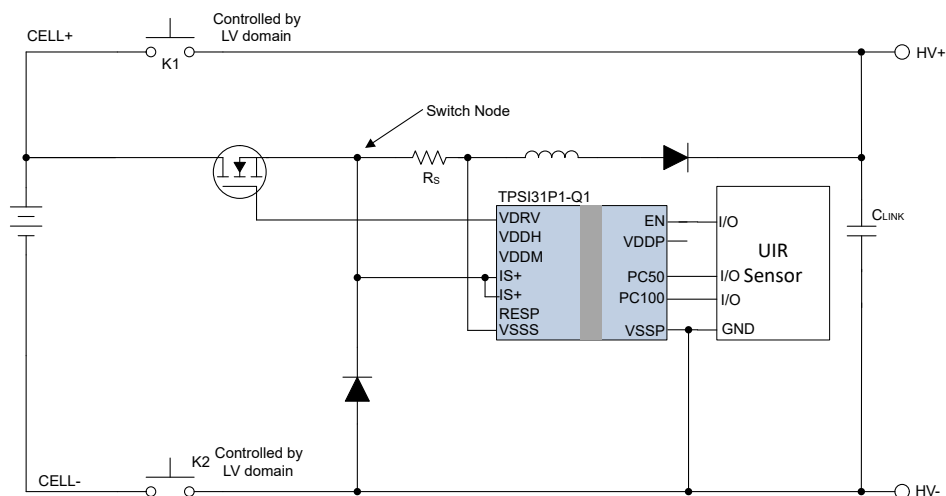


図 1-3. TPSI31P1-Q1 アプリケーションの回路図

1.4 製品情報

TPSI31P1-Q1 デバイスは、DC リンク コンデンサの充電におけるヒステリシス電流制御を目的として、コンパレータを内蔵した絶縁ゲートドライバです。イネーブル (EN) が High になると、コンパレータ (IS+) の両端の電圧が 1.2V を超えるまでドライバ (VDRV) がオンになります。IS+ が 1.2V を超えると VDRV はオフになり、IS+ が 160mV を下回るまでオフ状態が維持されます。IS+ が 160mV を下回ると VDRV はオンになり、このサイクルが DC リンク コンデンサが完全に充電されるまで繰り返されます。

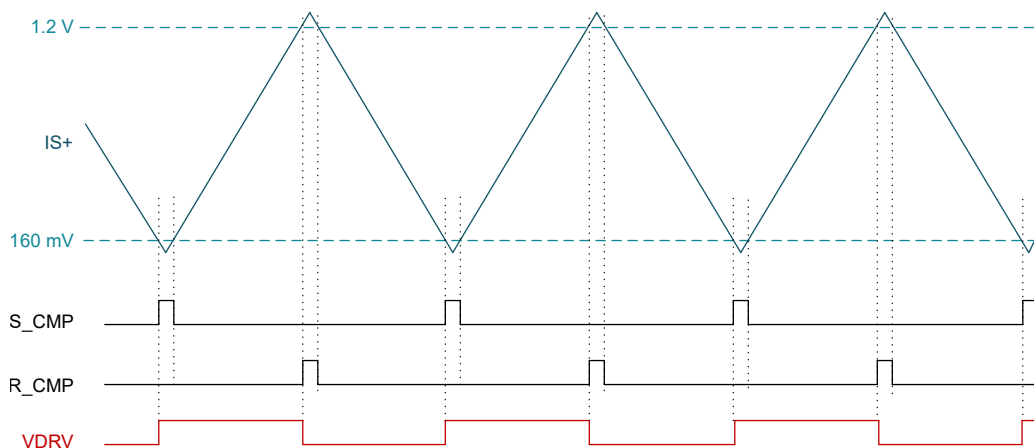


図 1-4. TPSI31P1-Q1 の動作図

2 ハードウェア

2.1 補足画像

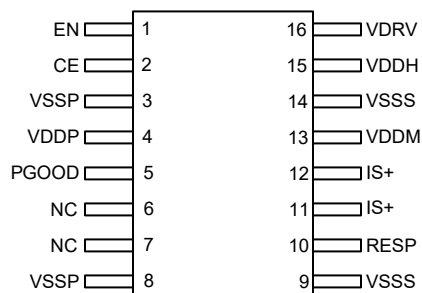


図 2-1. TPSI31P1-Q1 DVX パッケージ、16 ピン SSOP (上面図)

2.2 ヘッダ情報

名称	説明
J1	一次側の正電源入力、バナナ ジャック
J2	一次側の負電源入力、バナナ ジャック
J3	HV+ 電源入力、ねじ端子
J4	コンデンサ出力、ねじ端子
J5	HV 電源入力、ねじ端子
J6	コンデンサ + 出力、ねじ端子

2.3 ジャンパ情報

名称	説明
J7	TPSI31Px-Q1 VDDP の接続解除
J8	TPSI3052-Q1 VDDP の接続解除
J9	TPSI3052-Q1 EN 選択
J15	TPSI31Px-Q1 EN 選択
J17	TPSI31Px-Q1 CE の接続解除

2.4 テスト ポイント

名称	説明
TP1	TPSI31P1-Q1 CE 信号テストポイント
TP2	TPSI31P1-Q1 VDDP 信号テストポイント
TP3	TPSI3052-Q1 VDRV 信号テストポイント
TP5	TPSI31P1-Q1 VDRV 信号テストポイント
TP6	TPSI31P1-Q1 VDDH 信号テストポイント
TP7	TPSI31P1-Q1 VDDM 信号テストポイント
TP8	TPSI31P1-Q1 IS/SW 信号テストポイント
TP9	TPSI3052-Q1 VDDH 信号テストポイント
TP11	TPSI31P1-Q1 PGOOD 信号テストポイント
TP14	TPSI3052-Q1 VDDM 信号テストポイント
TP16	TPSI3052-Q1 EN 信号テストポイント
TP18	TPSI3052-Q1 VSSP 信号テストポイント
TP19	TPSI3052-Q1 VSSS 信号テストポイント
TP24	TPSI3052-Q1 VDDP 信号テストポイント
TP25	TPSI31P1-Q1 EN 信号テストポイント

3 ソフトウェア

TPSI31P1-CALC は、デバイスの製品フォルダにあるプリチャージ回路の動作を推定するのに役立つカリキュレータツールです。このツールでは、電圧、容量、インダクタンスなどの一般的なプリチャージ要件を入力することで、リンク電圧およびインダクタ電流の出力波形を生成できます。このソフトウェアは、TPSI31P1-Q1 の電力伝送能力を超えるユーザー入力も考慮し、VDDH が UVLO から回復する必要があることによって生じる遅延を推定します。この遅延を最小化、または解消するために、ユーザーは J8 を接続して TPSI3052-Q1 を追加し、79mW のスイッチング電力を追加で供給することができます。

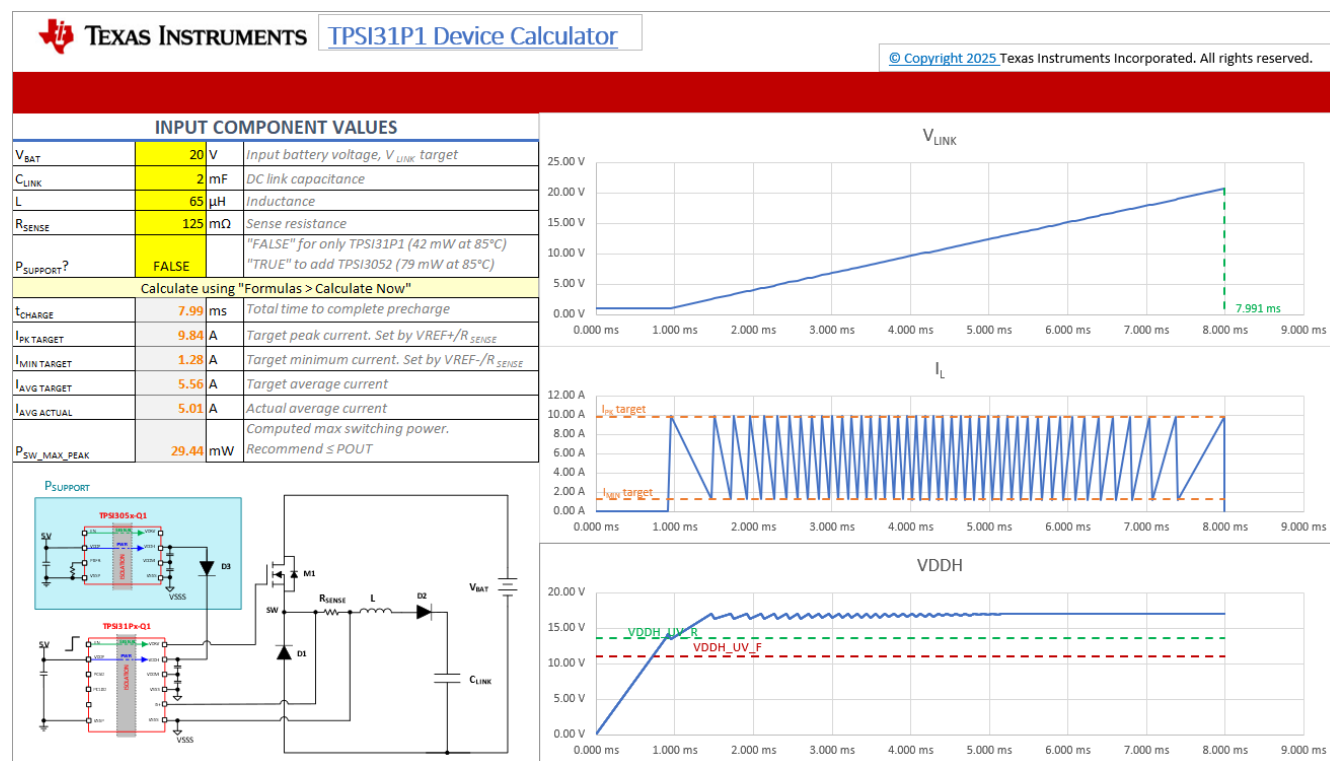


図 3-1. TPSI31P1 デバイス カリキュレータ 例 1: VDDH が UVLO に到達しない場合

- 青色の波形における電流の充電挙動を明確に示すため、例 1 では 20V の入力を示しています。入力は 20V 以下に制限されないことに注意してください。
- 青色の波形における電流の充電挙動を明確に示すため、例 2 では 20V の入力を示しています。入力は 20V 以下に制限されないことに注意してください。

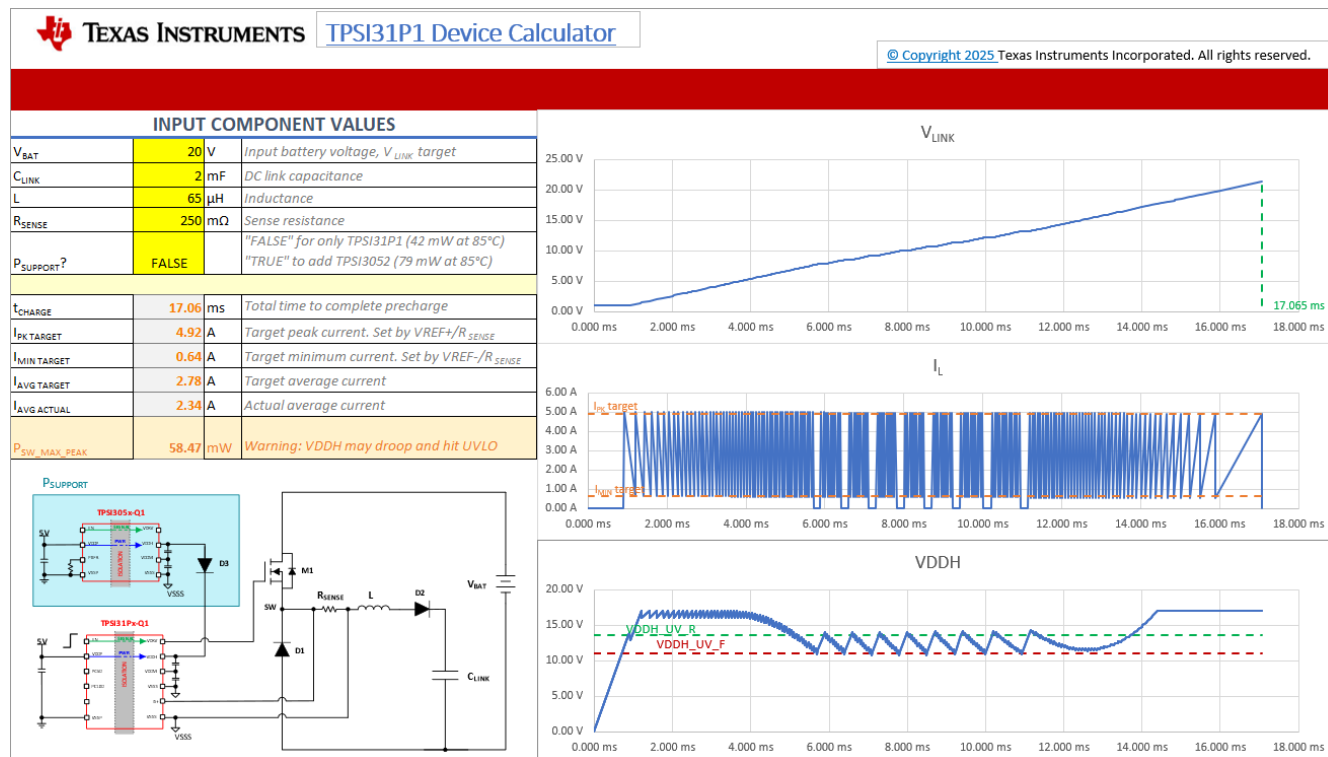


図 3-2. TPSI31P1 デバイス カリキュレータ 例 2: VDDH が UVLO に到達する場合

4 実装結果

4.1 評価設定

式 1 に、目的の充電電流に基づいてシャント抵抗を選択する方法を示します。125mΩ シャント抵抗は 5.5A_{AVG} 充電電流を目標としています。150mΩ シャント抵抗は 4.5A_{AVG} 充電電流を目標としています。充電電流の挙動を図 4-1 に示します。

$$I_{PEAK} = \frac{1.2 \text{ V}}{R_{SHUNT}} \quad (1)$$

$$I_{MIN} = \frac{0.160 \text{ V}}{R_{SHUNT}}$$

$$I_{AVG} = \frac{I_{PEAK} + I_{MIN}}{2}$$

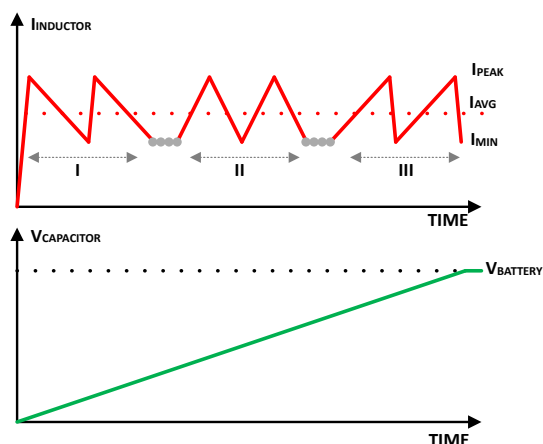


図 4-1. アクティブ プリチャージ プロファイル

4.2 性能データおよび結果

以下の波形は、TPSI31PXQ1EVM および TPSI31PXQ1EVM-400 が、2mF のコンデンサをそれぞれ 290ms 以内に 800V、180ms 以内に 400V まで充電する様子を示しています。

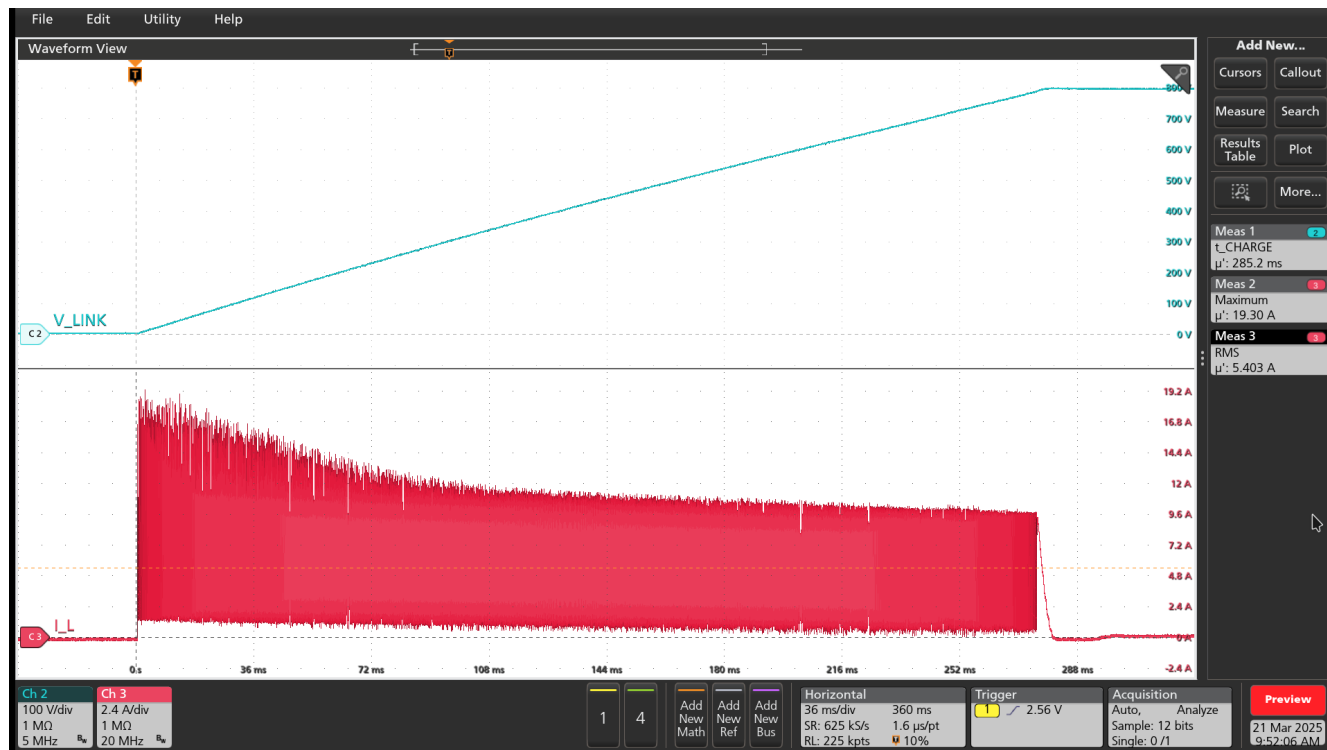


図 4-2. 2mF ~ 800V (290ms) (TPSI31PXQ1EVM)

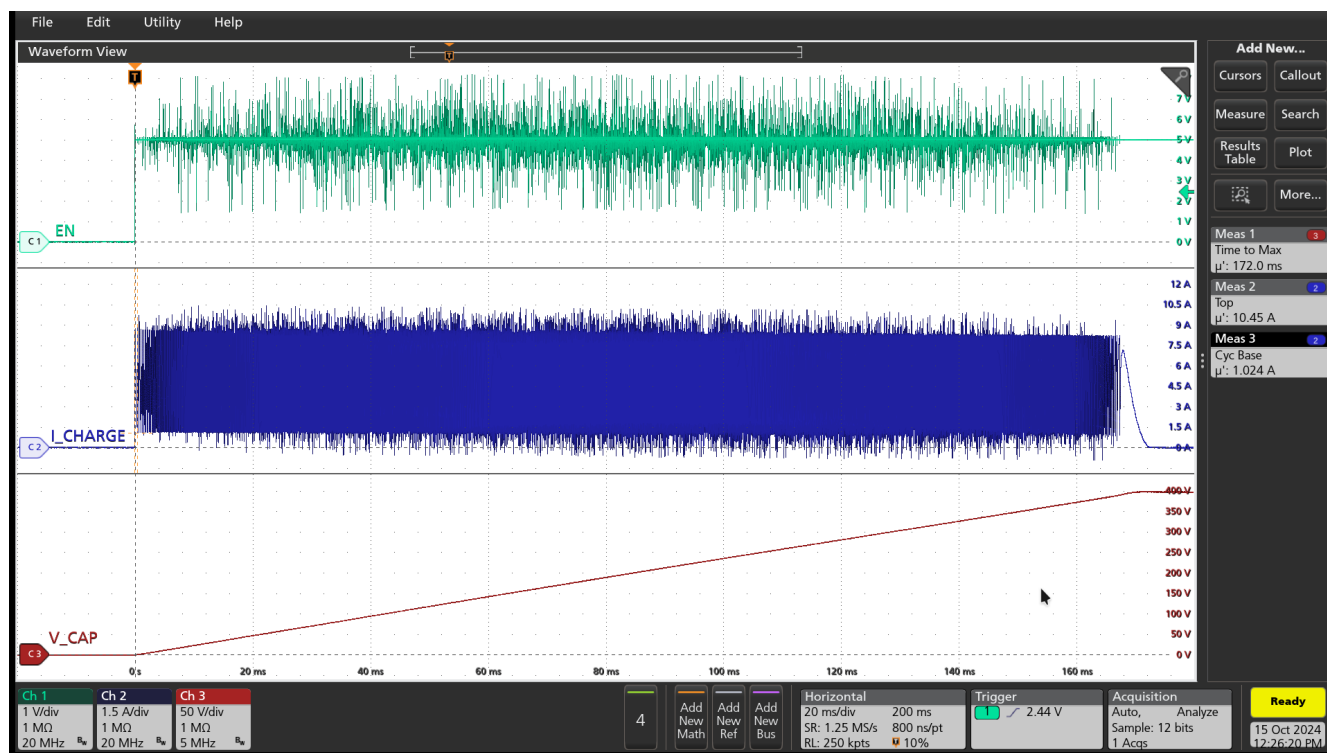


図 4-3. 2mF ~ 400V (180ms) (TPSI31PXQ1EVM-400)

5 ハードウェア設計ファイル

5.1 回路図

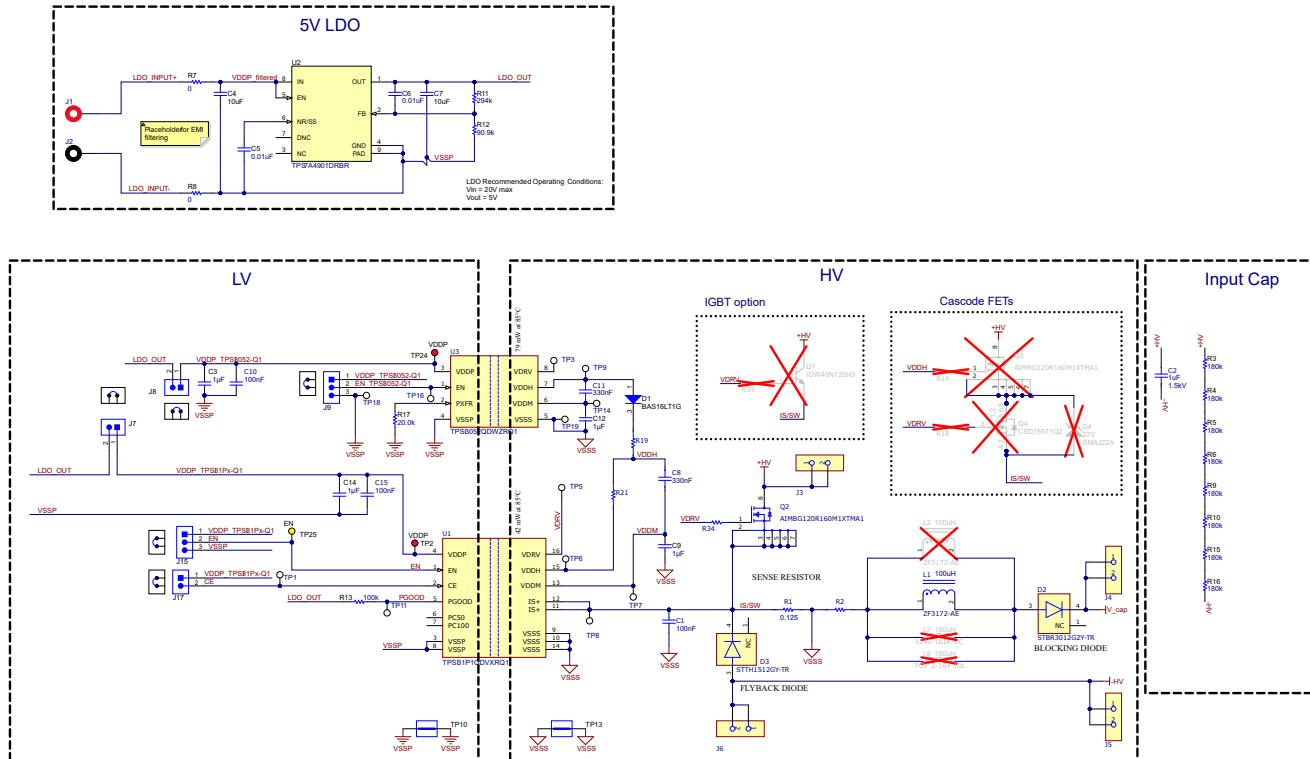


図 5-1. TPSI31PXQ1EVM の回路図

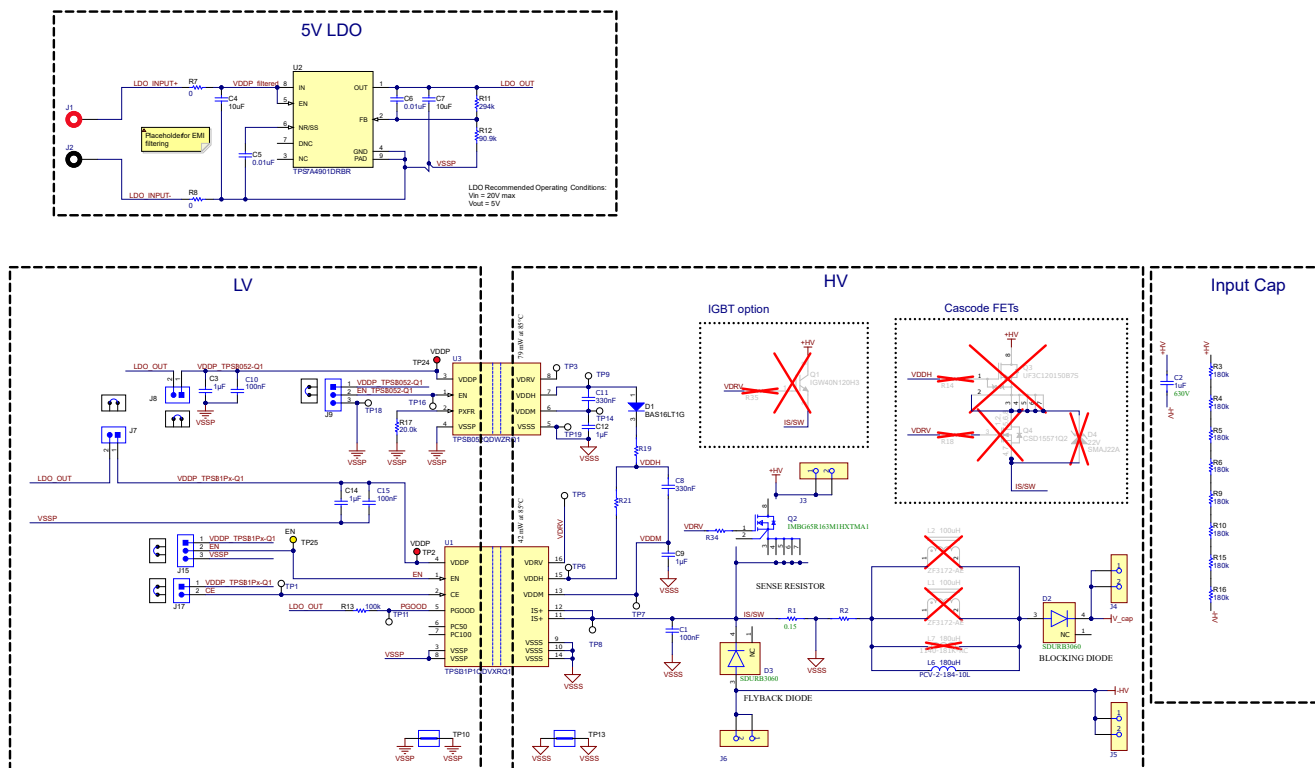
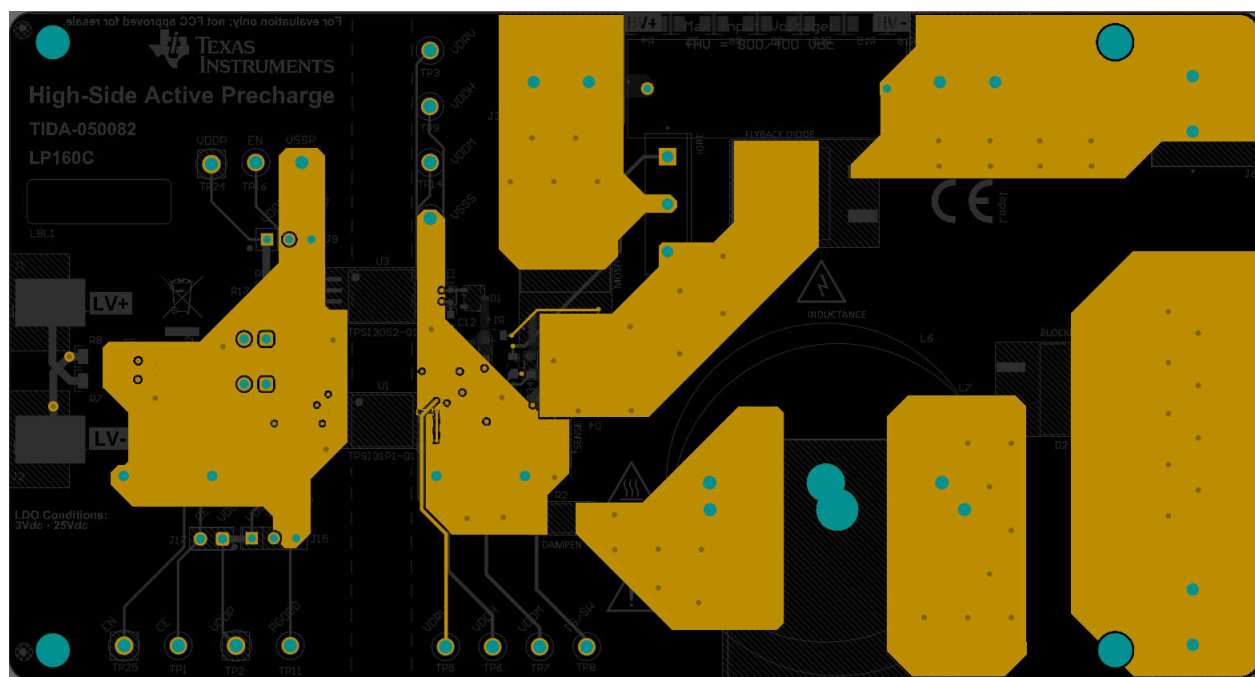
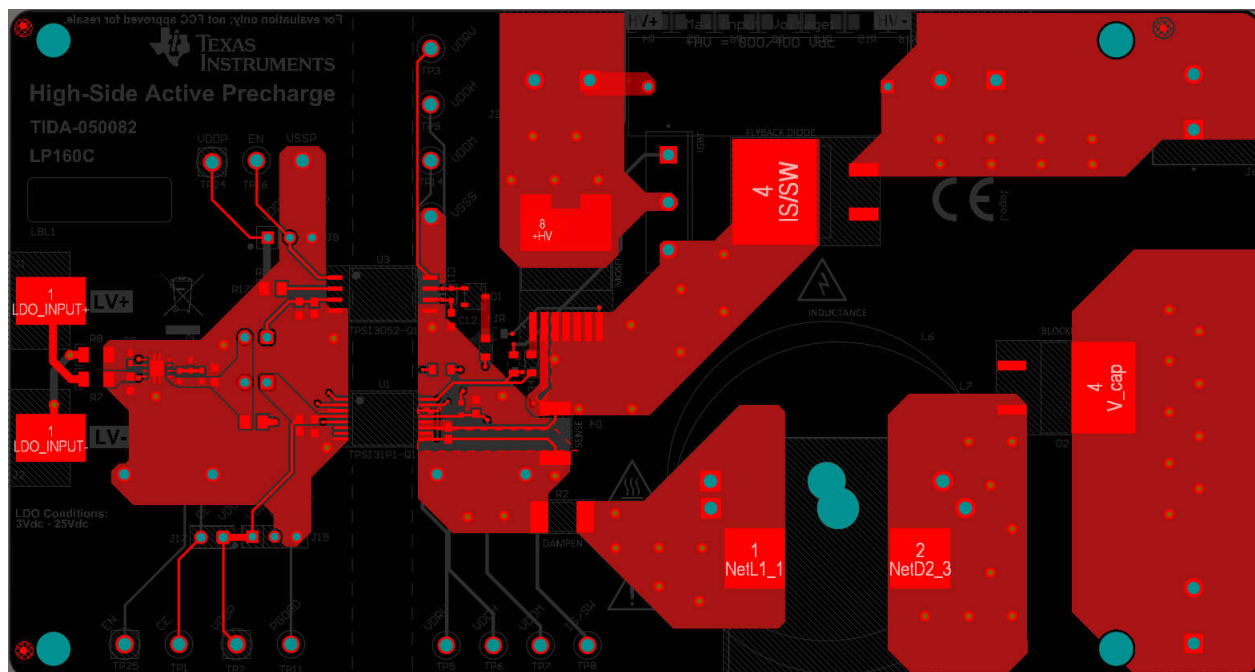


図 5-2. TPSI31PXQ1EVM-400 の回路図



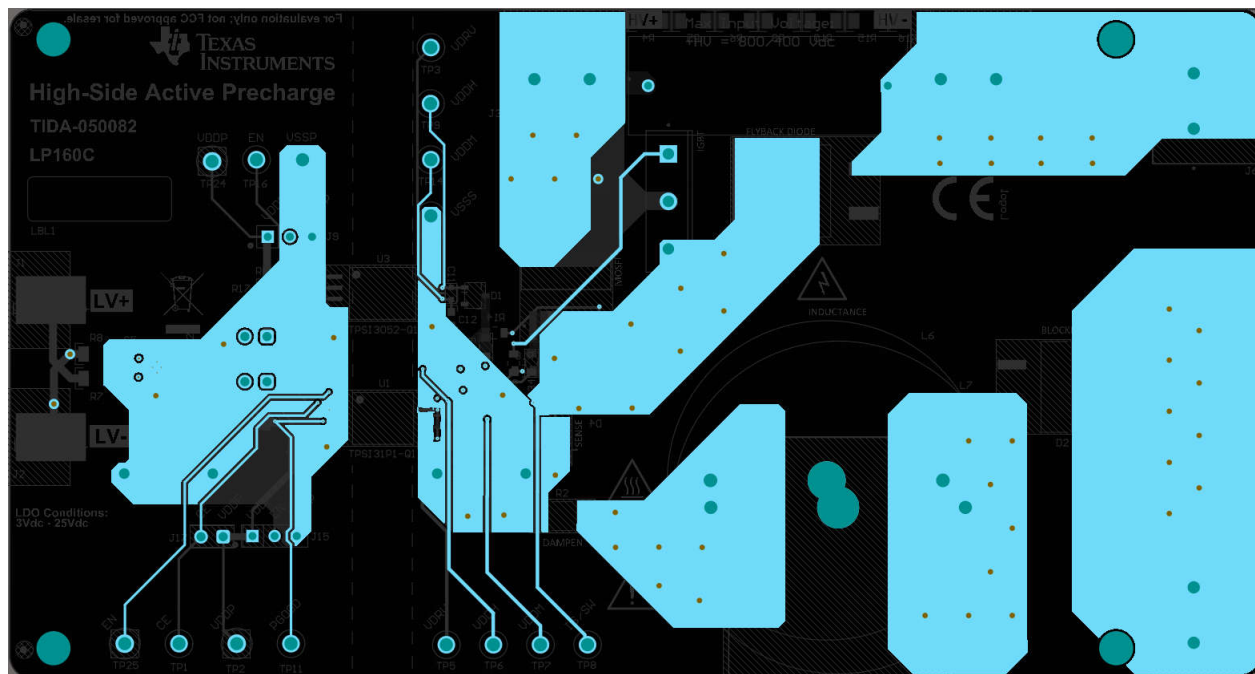


図 5-5. PCB 内層 2

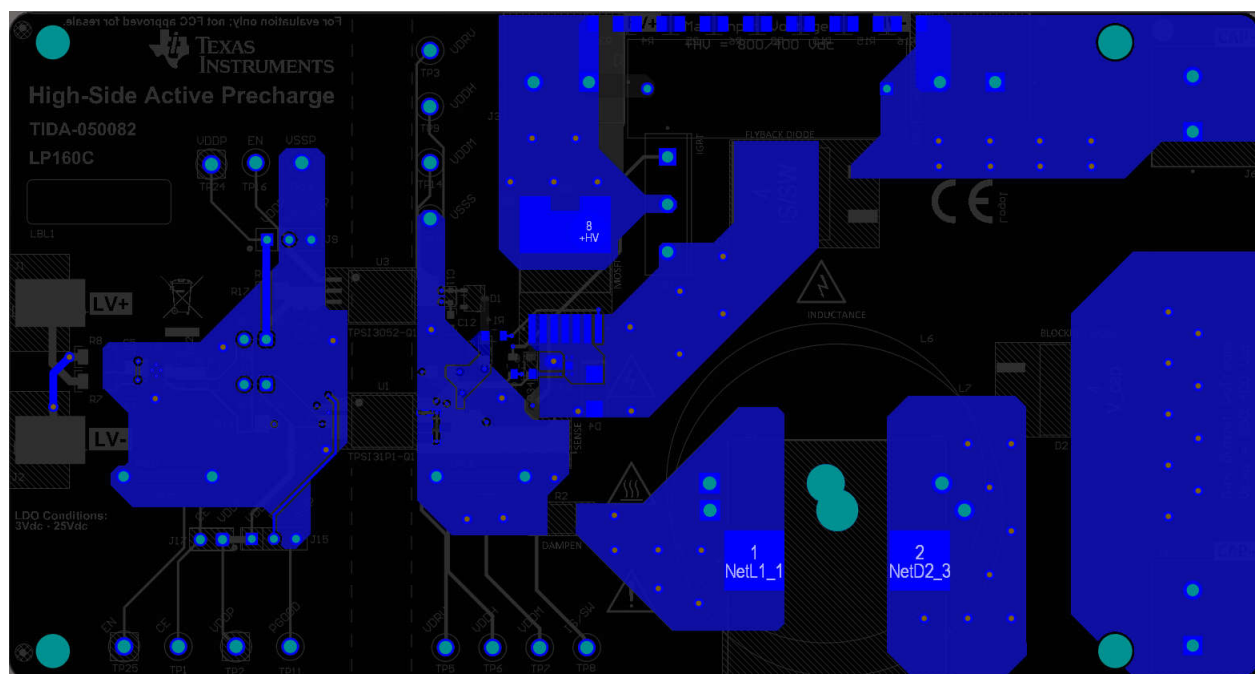


図 5-6. PCB 底面図

5.3 部品表 (BOM)

表 5-1. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー
!PCB1	1		プリント基板		LP160	任意
C1、C10、C15	3		CAP CER 0.1UF 50V X7R 0603	0603	C0603R104K5RAC	Kemet
C2	1	1μF	1μF フィルム コンデンサ 1500 V(1.5 kV)、ポリプロピ レン(PP)、メタライズド、ラジ アル タイプ	ラジアル	C4AQSBU4100A1WJ	KEMET
C3、C9、C12、C14	4	1uF	CAP、CERM、1μF、25V、 +/-10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0603	0603	GCM188R71E105KA64D	MuRata
C4、C7	2	10uF	コンデンサ、セラミック、 10μF、25V、±20%、X5R、 0603	0603	GRT188R61E106ME13D	MuRata
C5、C6	2	0.01uF	コンデンサ、セラミック、 0.01uF、25V、±10%、 X7R、0402	0402	GRM155R71E103KA01D	MuRata
C8、C11	2	330nF	Cap Ceramic 330nF 25V X7R 10% パッド SMD 0603 +125°C 車載 T/R	0603	CGA3E3X7R1E334K080 AB	TDK
D1	1	100V	ダイオード、スイッチング、 100V、0.2A、SOT-23	SOT-23	BAS16LT1G	ON Semiconductor
D2	1		整流ダイオード 1.2KV 30A 車載用 3 ピン (2+ タブ) H2PAK T/R	D2PAK-HV	STBR3012G2Y-TR	ST マイクロエレクトロニクス
D3	1		整流ダイオード スイッチ ング 1.2KV、15A、75ns 車載 用 3 ピン (2 + タブ) D2PAK T/R	D2PAK	STTH1512GY-TR	ST マイクロエレクトロニクス
H1、H2、H3、H4	4			250 x 1500mil	4810	Keystone
J1	1		パナナ ジャック インスル ナ イロン 赤、TH	パナナ ジャック インスル ナ イロン 赤、TH	108-0902-001	Cinch の接続

表 5-1. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM) (続き)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー
J2	1		バナナ ジャック インスル ナ イロン ブラック、TH	バナナ ジャック インスル ナ イロン ブラック、TH	108-0903-001	Cinch の接続
J3、J4、J5、J6	4			CONN_TERM_BLOCK2	6.91251E+11	ウルトエレクトロニクス
J7、J8、J17	3		ヘッダ、2.54mm、2x1、金、 TH	ヘッダ、2.54mm、2x1、TH	61300211121	Würth Elektronik
J9、J15	2		ヘッダ、100mil、3x1、Tin、 TH	ヘッダ、3 ピン、100mil、Tin	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	100uH	パワー インダクタ、PQ26、 SMD	SMD2	ZF3172-AE	Coilcraft
LBL1	1		熱転写プリンタブル ラベ ル、幅 0.650 インチ x 高さ 0.200 インチ、ロールあたり 10,000	PCB ラベル 0.650 x 0.200 インチ	THT-14-423-10	Brady
MP1、MP2、MP3、MP4	4			STANDOFF_HEX_THRD _4-40	14HTSP019	Essentra コンポーネント
Q2	1		N チャネル 1200V 17A (Tc) 106W (Tc) 表面実装 PG-TO263-7-12	D2PAK7	AIMBG120R160M1	Infineon
R1	1	0.125	金属ストリップ 抵抗 2512、 0.125Ω、1%、1W、 ±75ppm/°C、モールド、 SMD、SMD、エンボス プラ スチック T/R	2512	WSL2512R1250FEA	Vishay
R2	1	200μ	0Ω ジャンパ、100A、2W、 チップ抵抗 2512 (6432 メ トリック)、金属素子	2512	JR2512X100E	Ohmite
R3、R4、R5、R6、R9、 R10、R15、R16	8	180k	RES、180k、5%、0.25W、 AEC-Q200 グレード 0、 1206	1206	CRCW1206180KJNEA	Vishay-Dale
R7、R8	2	0	RES、0、5%、0.25W、 AEC-Q200 グレード 0、 1206	1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic

表 5-1. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM) (続き)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー
R11	1	294k	RES、294k、1%、0.1W、 AEC-Q200 グレード 0、 0402	0402	ERJ-2RKF2943X	Panasonic
R12	1	90.9k	RES、90.9k、1%、0.1 W、 AEC-Q200 グレード 0、 0402	0402	ERJ-2RKF9092X	Panasonic
R13	1	100k	RES、100k、5%、 0.125W、AEC-Q200 グレ ード 0、0805	0805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic
R17	1	20.0k	RES、20.0k、1%、 0.125W、AEC-Q200 グレ ード 0、0805	0805	ERJ-6ENF2002V	Panasonic
R19、R21、R34	3	0	RES SMD 0Ω ジャンパ 1/8W 0805	0805	RC0805FR-070RL	Yageo
SH-J1、SH-J2、SH-J3、 SH-J4、SH-J5	5	1x2	ジャント、100mil、金メッキ、 黒	ジャント	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP3、TP5、TP6、 TP7、TP8、TP9、TP11、 TP14、TP16、TP18、TP19	12		テスト ポイント、白、スルー ホール、RoHS、パルク	5012		Keystone
TP2、TP24	2		テスト ポイント、多目的、赤 色、TH	赤色多目的テスト ポイント	5010	Keystone Electronics
TP10、TP13	2		1mm 非絶縁短絡プラグ、 10.16mm 間隔、TH	短絡プラグ、10.16mm 間 隔、TH	D3082-05	Harwin
TP25	1		テスト ポイント、多目的、黄 色、TH	黄色の多目的テストポイント	5014	Keystone Electronics
U1	1		ゲートドライバおよびバイア ス電源を内蔵した車載用絶 縁アクティブ プリチャージ コントローラ	SSOP16	TPSI31P1QDVXRQ1	テキサス・インスツルメンツ

表 5-1. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM) (続き)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー
U2	1		入力電圧 3V ~ 36V、150 mA、超低ノイズ、高 PSRR の低ドロップアウト (LDO) リニアレギュレータ、DRB0008A(VSON-8)	DRB0008A	TPS7A4901DRBR	テキサス・インスツルメンツ
U3	1		15V のゲート電源を内蔵した車載用強化絶縁スイッチドライバ	SOIC8	TPSI3052QDWZRQ1	テキサス・インスツルメンツ
D4	0	22V	ダイオード、TVS、Uni、22V、35.5Vc、400W、11.3A、SMA	SMA	SMAJ22A	Littelfuse
FID1、FID2、FID3	0		フィデューシャルマーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし	該当なし
L2	0	100uH	パワーインダクタ、PQ26、SMD	SMD2	ZF3172-AE	Coilcraft
L6	0	180uH	パワーチョーク 180μH 10% 8A 0.048Ω	ラジアル	PCV-2-184-10L	Coilcraft
L7	0	180uH	高電流 RF チョークインダクタ (ボビンコア)、180μH、±10%、1KHz、フェライト、11.4A RDL	ラジアル	1140-181K-RC	Bourns
Q1	0		1200V 高速スイッチングシリーズ第3世代、PG TO247-3-44、チューブ、グリーン	PG-TO247-3-44_A	IGW40N120H3	Infineon
Q3	0		N チャネル 1200V 17A (Tc) 136W (Tc) 表面実装 D2PAK-7	D2PAK7	UF3C120150B7S	UnitedSiC
Q4	0	20V	MOSFET、N-CH、20V、10A、DQK0006C (WSON-6)	DQK0006C	CSD15571Q2	テキサス・インスツルメンツ
R14、R18、R35	0	0	RES SMD 0Ω ジャンパ 1/8W 0805	0805	RC0805FR-070RL	Yageo

表 5-2. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM-400)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー	代替部品番号	代替メーカー
!PCB1	1		プリント基板		LP160	任意		
C1、C10、C15	3		CAP CER 0.1UF 50V X7R 0603	0603	C0603R104K5RAC	Kemet		
C2	1	1μF	キャップ フィルム 1μF 630V PP 5% (31.5 X 9.5 X 18mm) ラジアル 27.5mm 110C 車載バルク	ラジアル	ECW-FG2J105J	Panasonic		
C3、C9、C12、C14	4	1uF	CAP、CERM、1μF、25V、 +/-10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0603	0603	GCM188R71E105KA 64D	MuRata		
C4、C7	2	10uF	コンデンサ、セラミック、10μF、25V、±20%、X5R、0603	0603	GRT188R61E106ME1 3D	MuRata		
C5、C6	2	0.01uF	コンデンサ、セラミック、0.01uF、25V、±10%、X7R、0402	0402	GRM155R71E103KA 01D	MuRata		
C8、C11	2	330nF	Cap Ceramic 330nF 25V X7R 10% パッド SMD 0603 +125°C 車載 T/R	0603	CGA3E3X7R1E334K0 80AB	TDK		
D1	1	100V	ダイオード、スイッチング、100V、0.2A、SOT-23	SOT-23	BAS16LT1G	ON Semiconductor		
D2、D3	2		ダイオード、600V、30A、表面実装、D2PAK	D2PAK	SDURB3060	SMC ダイオード ソリューション		
FID1、FID2、FID3	3		フィデューシャル マーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし	該当なし		
H1、H2、H3、H4	4			250 x 1500mil	4810	Keystone		
J1	1		バナナ ジャック インスル ナイロン 赤、TH	バナナ ジャック インスル ナイロン 赤、TH	108-0902-001	Cinch の接続		
J2	1		バナナ ジャック インスル ナイロン ブラック、TH	バナナ ジャック インスル ナイロン ブラック、TH	108-0903-001	Cinch の接続		
J3、J4、J5、J6	4			CONN_TERM_BLOC K2	6.91251E+11	ウルトエレクトロニクス		
J7、J8、J17	3		ヘッダ、2.54mm、2x1、金、TH	ヘッダ、2.54mm、2x1、TH	61300211121	Würth Elektronik		

表 5-2. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM-400) (続き)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー	代替部品番号	代替メーカー
J9、J15	2		ヘッダ、100mil、3x1、Tin、TH	ヘッダ、3 ピン、 100mil、Tin	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions		
L6	1	180uH	パワー チョーク 180μH 10% 8A 0.048Ω	ラジアル	PCV-2-184-10L	Coilcraft		
LBL1	1		熱転写プリンタブル ラベル、幅 0.650 インチ x 高さ 0.200 イン チ、ロールあたり 10,000	PCB ラベル 0.650 x 0.200 インチ	THT-14-423-10	Brady		
MP1、MP2、MP3、 MP4	4			STANDOFF_HEX_TH RD_4-40	14HTSP019	Essentra コンポーネン ト		
Q2	1		N チャンネル MOSFET、650V、 17A (Tc)、85W (Tc)、表面実 装、PG-TO263-7-12	D2PAK-7	IMBG65R163M1HXT MA1	Infineon		
R1	1	0.15	Res 厚膜 2512、0.15Ω、1%、 2W、±200ppm/°C、モールド、 SMD、プラスチック T/R	2512	CSRN2512FKR150	Stackpole Electronics		
R2	1	200μ	0Ω ジャンパ、100A、2W、チップ 抵抗 2512 (6432 メトリック)、金 属素子	2512	JR2512X100E	Ohmite		
R3、R4、R5、R6、R9、 R10、R15、R16	8	180k	RES、180k、5%、0.25W、 AEC-Q200 グレード 0、1206	1206	CRCW1206180KJNE A	Vishay-Dale		
R7、R8	2	0	RES、0、5%、0.25W、AEC- Q200 グレード 0、1206	1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic		
R11	1	294k	RES、294k、1%、0.1W、AEC- Q200 グレード 0、0402	0402	ERJ-2RK2943X	Panasonic		
R12	1	90.9k	RES、90.9k、1%、0.1 W、 AEC-Q200 グレード 0、0402	0402	ERJ-2RK9092X	Panasonic		
R13	1	100k	RES、100k、5%、0.125W、 AEC-Q200 グレード 0、0805	0805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic		
R17	1	20.0k	RES、20.0k、1%、0.125W、 AEC-Q200 グレード 0、0805	0805	ERJ-6ENF2002V	Panasonic		
R19、R21、R34	3	0	RES SMD 0Ω ジャンパ 1/8W 0805	0805	RC0805FR-070RL	Yageo		

表 5-2. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM-400) (続き)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー	代替部品番号	代替メーカー
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5	5	1x2	シャント、100mil、金メッキ、黒	シャント	SNT-100-BK-G	Samtec	969102-0000-DA	3M
TP1、TP3、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP11、TP14、TP16、TP18、TP19	12		テストポイント、白、スルーホール、RoHS、バルク	5012		Keystone		
TP2、TP24	2		テストポイント、多目的、赤色、TH	赤色多目的テストポイント	5010	Keystone Electronics		
TP10、TP13	2		1mm 非絶縁短絡プラグ、10.16mm 間隔、TH	短絡プラグ、10.16mm 間隔、TH	D3082-05	Harwin		
TP25	1		テストポイント、多目的、黄色、TH	黄色の多目的テストポイント	5014	Keystone Electronics		
U1	1		ゲートドライバおよびバイアス電源を内蔵した車載用絶縁アクティブプリチャージコントローラ	SSOP16	TPSI31P1QDVXRQ1	テキサス・インスツルメンツ		
U2	1		入力電圧 3V ~ 36V、150 mA、超低ノイズ、高 PSRR の低ドロップアウト (LDO) リニアレギュレータ、DRB0008A(VSON-8)	DRB0008A	TPS7A4901DRBR	テキサス・インスツルメンツ	TPS7A4901DRBT	テキサス・インスツルメンツ
U3	1		15V のゲート電源を内蔵した車載用強化絶縁スイッチドライバ	SOIC8	TPSI3052QDWZRQ1	テキサス・インスツルメンツ		
D4	0	22V	ダイオード、TVS、Uni、22V、35.5Vc、400W、11.3A、SMA	SMA	SMAJ22A	Littelfuse		
L1、L2	0	100uH	パワーインダクタ、PQ26、SMD	SMD2	ZF3172-AE	Coilcraft		
L7	0	180uH	高電流 RF チョークインダクタ (ボビンコア)、180μH、±10%、1KHz、フェライト、11.4A RDL	ラジアル	1140-181K-RC	Bourns		
Q1	0		1200V 高速スイッチングシリーズ第 3 世代、PG TO247-3-44、チューブ、グリーン	PG-TO247-3-44_A	IGW40N120H3	Infineon		
Q3	0		N チャネル 1200V 17A (Tc) 136W (Tc) 表面実装 D2PAK-7	D2PAK7	UF3C120150B7S	UnitedSiC		

表 5-2. 部品表 (TPSI31PXQ1EVM-400) (続き)

記号	数量	値	説明	PackageReference	部品番号	メーカー	代替部品番号	代替メーカー
Q4	0	20V	MOSFET, N-CH, 20V, 10A, DQK0006C (WSO-6)	DQK0006C	CSD15571Q2	テキサス・インスツルメン ツ		なし
R14、R18、R35	0	0	RES SMD 0Ω ジャンパ 1/8W 0805	0805	RC0805FR-070RL	Yageo		

6 追加情報

6.1 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

7 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 B (April 2025) to Revision C (January 2026)	Page
• 部品表を更新.....	13

Changes from Revision A (January 2025) to Revision B (April 2025)	Page
• 文書全体にわたり、リビジョン C のボード変更内容を反映するように更新.....	1
• TPSI31P1-CALC カリキュレータツールについて説明するため、ソフトウェアセクションを追加.....	6

Changes from Revision * (August 2024) to Revision A (January 2025)	Page
• 文書全体にわたり、新しいバリエーション TPSI31PXQ1EVM に対応した内容に更新.....	1

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 instructions, 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/sds/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/sds/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、TI は一切の責任を拒否します。

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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月