PTH08T210W 30-A、5.5V ～ 14V 入力、非絶縁型、広範囲出力調整、パワー・モジュール、TurboTrans™ テクノロジあり

1 特長

- 出力電流:最大 30A
- 入力電圧:5.5V ～ 14V
- 広い出力電圧調整範囲:0.7V ～ 3.6V
- 効率:最大 96%
- 総出力電圧変動:±1.5%
- オン / オフ禁止
- 差動出力電圧
- 調整可能な低電圧誤動作防止
- 出力過電流保護
  (ラッチなし、自動リセット)
- 動作温度:-40℃ ～ 85℃
- POLA™ 互換
- TurboTrans™ テクノロジ
- 最大 300A/µs の超高速過渡要件を満たすように設計
- Auto-Track™ シーケンシング
- マルチフェーズ、スイッチ モード トポロジ
- 安全機関の承認:
  – UL/IEC/CSA-22.2 60950-1

2 アプリケーション

- 複雑なマルチ電圧システム
- マイクロプロセッサ
- バスドライバ

3 説明

PTH08T210W は、高性能の 30A 定格の非絶縁型パワー モジュールで、マルチフェーズのスイッチモード トポロジを使用します。このモジュールは、省スペース化と強化された機能を備えた第 2 世代 PTH シリーズ パワー モジュールです。

5.5V ～ 14V の入力電圧範囲で動作する PTH08T210W は、0.7V ～ 3.6V の範囲の任意の値に出力電圧を設定するための 1 つの抵抗が必要です。入力電圧範囲が広いため、PTH08T210W は、8V ～ 12V の緩やかな安定化中間分配バスを使用する高度なコンピューティング アプリケーションおよびサーバー アプリケーションに特に適しています。このモジュールは、両面表面実装構造を採用しており、低プロファイルでコンパクトなフットプリントを実現しています。パッケージ オプションとして、スルーホールと表面実装構成の両方が含まれ、鉛 (Pb) フリーおよび RoHS 互換です。

この第 2 世代の PTH モジュールおよび PTV モジュールに含まれる新機能は TurboTrans™ テクノロジです (特許申請中)。TurboTrans テクノロジを使用すると、レギュレータの過渡応答を外部から最適化できるため、負荷過渡に伴って出力電圧の偏差が低減し、必要な出力静電容量を低減できます。この機能により、超低 ESR 出力コンデンサで使用するときの安定性も向上します。

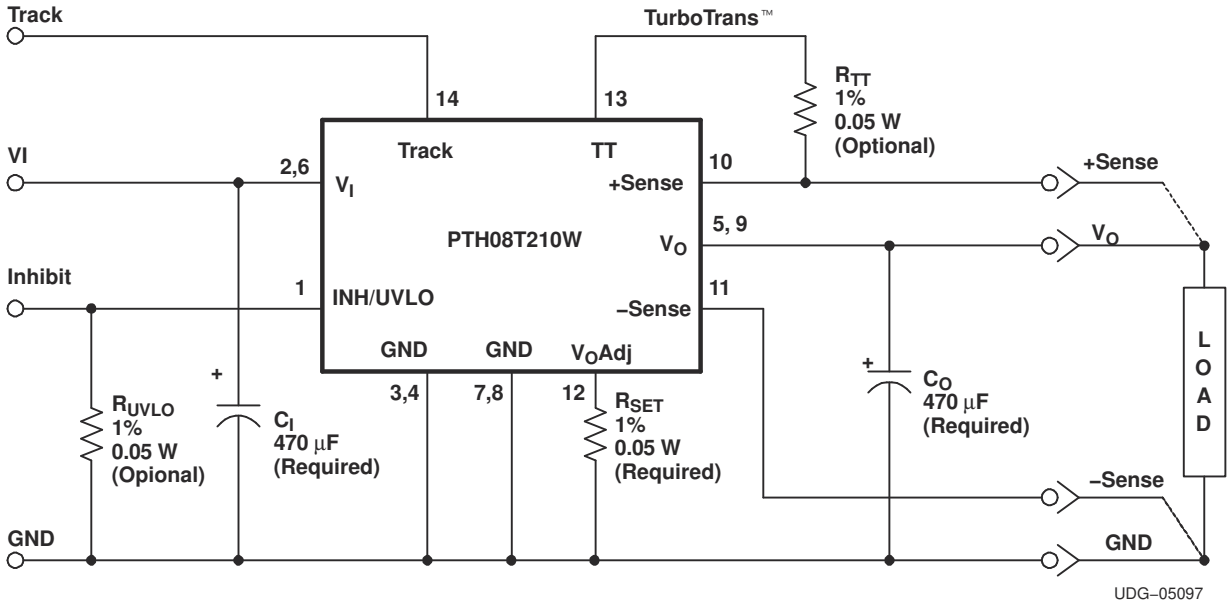
PTH08T210W には、標準機能の包括的なリストが組み込まれています。これらのデバイスには、オン / オフ禁止、差動リモート出力電圧センスによる厳格なロード レギュレーションのほか、負荷障害からの保護を実現する出力過電流および過熱シャットダウン機能が搭載されています。プログラム可能な低電圧誤動作防止機能により、ターンオン電圧スレッショルドをカスタマイズできます。AutoTrack™ シーケンシングは、出力を同相電圧に追従させることで、電源システム内の複数のモジュールの同時パワーアップとパワーダウンを簡素化する機能です。

製品情報

部品番号	パッケージ (1)	本体サイズ (公称)
PTH08T210W	ECP	34.8mm × 18.75mm

(1) 利用可能なすべてのパッケージについては、データシートの末尾にある注文情報を参照してください。

このリソースの元の言語は英語です。翻訳は概要を便宜的に提供するもので、自動化ツール (機械翻訳) を使用していることがあり、TI では翻訳の正確性および妥当性につきましては一切保証いたしません。実際の設計などの前には、ti.com で必ず最新の英語版をご参照くださいますようお願いいたします。



R_{SET} は、出力電圧を 0.7V より高く設定するために必要です。「電気的特性」表を参照してください。

アプリケーション概略図

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....1
4 ピン構成および機能.....4
5 仕様.....5
5.1 絶対最大定格.....5
5.2 推奨動作条件.....5
5.3 電気的特性.....6
5.4 代表的特性.....8
5.5 代表的特性.....8
6 詳細説明.....10
6.1 概要：TurboTrans™ テクノロジ.....10
6.2 機能説明.....10
7 アプリケーションと実装.....12
7.1 代表的なアプリケーション.....12
8 デバイスおよびドキュメントのサポート.....27
8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....27
8.2 サポート・リソース.....27
8.3 商標.....27
8.4 静電気放電に関する注意事項.....27
8.5 用語集.....27
9 改訂履歴.....28
10 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....29
10.1 テープ アンド リールおよびトレイ図面.....29

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 ピン構成および機能

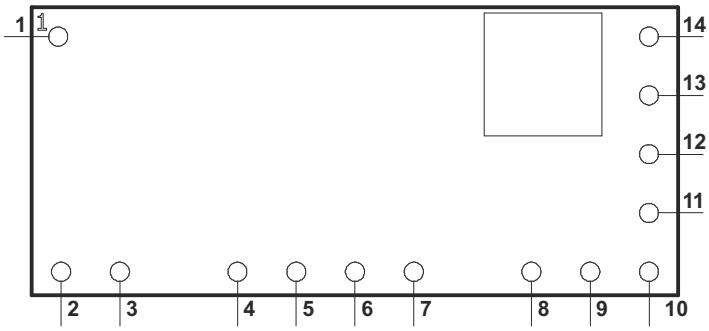


図 4-1. PTH08T210W (上面図)

表 4-1. ピンの機能

ピン		説明
名称	番号	
V_I	2、6	モジュールへの正の入力電圧電源ノードで、共通の GND を基準としています。
V_O	5、9	GND を基準としてレギュレートされた正の電力出力。
GND	3、4 7、8	これは、V_I および V_O 電源接続の共通グランド接続です。また、制御入力向けの $0V_{dc}$ リファレンスでもあります。
禁止(1)/ UVLO 可変	1	禁止ピンは、GND を基準とするオープン コレクタ / ドレインで、負のロジック入力です。この入力に "Low" レベルのグランド信号を印加すると、モジュールの出力がディスエーブルされ、出力電圧がオフになります。禁止制御が有効なとき、レギュレータによって引き込まれた入力電流は大幅に減少します。禁止ピンが開路のままになっている場合、有効な入力ソースが印加されるたびにモジュールは出力を生成します。この入力は TTL ロジック デバイスと互換性がないため、V_I または他の電圧に接続することはできません。 このピンは、入力低電圧誤動作防止 (UVLO) のプログラミングにも使用されます。このピンと GND (ピン 3) との間に抵抗を接続すると、UVLO の ON スレッショルドをデフォルト値よりも高く調整できます。詳細については、「アプリケーション情報」セクションを参照してください。
V_o 調整	12	このピンとピン 8 (GND) の間に 0.1W 1% の抵抗を直接接続して、出力電圧を 0.7V より高い値に設定する必要があります。抵抗の温度安定性は 100ppm/°C (またはそれ以上) にする必要があります。出力電圧の設定ポイント範囲は 0.7V ～ 3.6V です。開路のままにした場合、出力電圧はデフォルトの最小値になります。出力電圧の調整の詳細については、「関連アプリケーション ノート」を参照してください。仕様表には、複数の標準出力電圧に対して推奨される抵抗値が記載されています。
+ センス	10	センス入力により、レギュレーション回路はモジュールと負荷の間の電圧降下を補償できます。最適な電圧精度を得るには、+ センスを負荷のごく近くの V_O に接続する必要があります。
- センス	11	センス入力により、レギュレーション回路はモジュールと負荷の間の電圧降下を補償できます。最適な電圧精度を得るには、- センスを負荷のごく近くの GND (ピン 8) に接続する必要があります。
トラック	14	これはアナログ制御入力で、出力電圧が外部電圧に追従するようにします。このピンは、入力電圧が印加されてから通常 20ms 後に有効になり、0V から公称設定点電圧まで出力電圧を直接制御できます。この範囲内では、モジュールの出力電圧はボルト対ボルトベースでトラック ピンの電圧に追従します。制御電圧がこの範囲を超えると、モジュールは設定点電圧で調整します。この機能により、同じ入力バスから電力を供給される他のモジュールと同時に出力電圧を上昇できます。この機能を使用しない場合、入力を V_I に接続する必要があります。 注:低電圧誤動作防止機能のため、パワーアップ時、モジュールの出力が独自の入力電圧に追従することはできません。詳細については、関連アプリケーション ノートを参照してください。
TurboTrans™	13	この入力ピンにより、レギュレータの過渡応答が調整されます。*TurboTrans*™ テクノロジ機能を有効にするには、モジュールのすぐ近くにあるピンとピン 10 (+ センス) の間に 1%、50mW の抵抗を接続する必要があります。出力容量の特定の値について、この機能を使うことで、ピーク出力電圧偏差が減少します。このピンを使用しない場合、開路のままにする必要があります。外付けコンデンサをこのピンに接続しないでください。抵抗要件は、「アプリケーション情報」セクションの TurboTrans™ 抵抗表から選択できます。

(1) 負のロジックを表す:オープン = 通常動作、グラウンド = 機能が有効

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) (1)

				最小値	最大値	単位
	信号入力電圧	トラック制御 (ピン 14)		-0.3	V_I + 0.3	V
T_A	動作温度範囲	V_I 範囲全体		-40	85	°C
T_{wave}	ウェーブ半田付け温度	モジュール本体またはピンの表面温度 (最大 5 秒)	PTH08T210WAD		260	
			PTH08T210WAH			
T_{reflow}	半田付けリフロー温度	モジュール本体またはピンの表面温度	PTH08T210WAS		235(2)	
			PTH08T210WAZ		260(2)	
T_{stg}	保存温度	配送パッケージから取り除かれたモジュールの保管温度		-55	125	
T_{pkg}	パッケージ温度	出荷トレイまたはテープ アンド リール 保管または焼成温度			45	
	機械的衝撃	Mil-STD-883D による、Method 2002.3、1msec、½ 正弦波、取り付け			250	G
	機械振動	Mil-STD-883D、Method 2007.2、20～2000Hz			15	
	重量				8.5	グラム
	Flammability	UL94V-O に準拠				

(1) 「絶対最大定格」で示す値を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これらはストレスの定格のみについてであり、絶対最大定格において、またはこのデータシートの「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、このデバイスが正しく動作することを意味するものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。

(2) 表面実装パッケージ バージョンのリフロー中、モジュール、ピン、内部部品のピーク温度は規定された最大値を超えてはなりません。

5.2 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	公称値	最大値	単位
入力電圧	V_I	5.5		14	V
出力電圧	V_O	0.7		3.6	V
出力電流	I_O	0		30	A
動作時の周囲温度	T_A	-40		85	°C

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.3 電気的特性

T_A = 25℃、V_I = 12V、V_O = 3.3V、C_I = 470µF、C_O = 470µF OS-CON、および I_O = I_O 最大値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件			最小値	標準値	最大値	単位
I_O	出力電流	25℃、自然対流			0		25	A
		60℃、200LFM			0		30	
V_I	入力電圧範囲	I_O 範囲全体			5.5		14	V
V_O	出力調整範囲	I_O 範囲全体			0.7		3.6	V
	設定ポイントの許容電圧						±1 (1)	%V_o
	温度変化	-40℃ < T_A < 85℃				±0.3		%V_o
	ライン レギュレーション	V_I 範囲全体				±4		mV
	ロード レギュレーション	I_O 範囲全体				±7		mV
	総出力変動	設定ポイント、ライン、負荷、–40℃ ≤ T_A ≤ 85℃ を含む					±1.5 (1)	%V_o
η	効率	I_O = 26A	R_{SET} = 1.62kΩ、V_O = 3.3V			93%		
			R_{SET} = 5.23kΩ、V_O = 2.5V			91%		
			R_{SET} = 12.7kΩ、V_O = 1.8V			89%		
			R_{SET} = 19.6kΩ、V_O = 1.5V			89%		
			R_{SET} = 35.7kΩ、V_O = 1.2V			87%		
			R_{SET} = 63.4kΩ、V_O = 1.0V			84%		
			オープン、V_O = 0.7V			80%		
	V_O = リップル (ピーク ツー ピーク)	20MHz 帯域幅				25		mV_{PP}
I_{LIM}	過電流スレッショルド	リセット、その後自動回復				50		A
t_{tr}	過渡応答		TurboTrans なし C_O = 470µF	復帰時間		50		µs
ΔV_{tr}				V_O オーバー / アンダーシュート		150		mV
t_{tr}		2.5A/µs の負荷ステップ 50 ～ 100% の I_O 最大値	TurboTrans なし C_O = 940µF、Type C	復帰時間		50		µs
ΔV_{tr}				V_O オーバー / アンダーシュート		125		mV
t_{trTT}			TurboTrans あり C_O = 940µF、Type C	復帰時間		50		µs
ΔV_{trTT}				V_O オーバー / アンダーシュート		85		mV
I_{IL}	トラック入力電流 (ピン 14)	ピンを GND に接続					-130(2)	µA
dV_{track}/dt	トラック スルーレート機能	C_O ≤ C_O (最大値)					1	V/ms
$UVLO_{ADJ}$	調整可能な低電圧誤動作防止 (ピン 1)	ピン 1 オープン	V_I は増加			5	5.5	V
			V_I は低下			4.1		
	禁止制御 (ピン 1)	入力高電圧 (V_{IH})					オープン(3)	V
		入力低電圧 (V_{IL})			-0.2		0.6	
		入力低電流 (I_{IL})				125		µA
I_{in}	入力スタンバイ電流	禁止 (ピン 1) から GND に接続、トラック (ピン 14) がオープン				3		mA
F_s	スイッチング周波数	V_I と I_O の各範囲で動作				480		kHz
C_I	外部入力容量				470 (4)			µF
C_O	外部出力容量	TurboTrans なし	容量値	非セラミック	470 (5)		12,000 (6)	µF
				セラミック			5000	
			等価直列抵抗 (非セラミック)		3 (7)			mΩ
		TurboTrans あり	容量値		TT チャート (8) を参照		12,000 (9)	µF
			容量 × ESR 製品 (C_O × ESR)				10,000 (10)	µF × mΩ
MTBF	信頼性	Bellcore TR-332 に従い、50% ストレス、T_A = 40℃、接地は良好			3.6			10^6 Hr

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

(1) 設定点電圧の許容誤差は、R_{SET} の許容誤差と安定性の影響を受けます。R_{SET} の許容誤差が 1%、温度安定性が 100ppm/°C 以上の場合、記載された制限は無条件に満たされます。
(2) ピン 14 を制御するには、MOSFET や電圧監視 IC などの低リーク電流 (100nA 未満) のオープン ドレイン デバイスを使用することをお勧めします。開回路電圧が 5VDC 未満です。
(3) このコントロール ピンは内部プルアップ抵抗を含みます。オープンのままにしている場合、入力電源が印加されるとモジュールは動作します。制御には、小型の低リーク電流 (100nA 未満) MOSFET を推奨します。開回路電圧が 5VDC 未満です。詳細については、関連するアプリケーション ノートを参照してください。
(4) 正常な動作のためには、470µF 入力コンデンサが必要です。このコンデンサは、リップル電流が 500mA rms 以上の定格を持つ必要があります。
(5) 正常な動作のためには、最小限の外部出力コンデンサが必要です。負荷に容量を追加すると、過渡応答がさらに向上します。詳細については、「コンデンサ アプリケーション情報」セクションを参照してください。
(6) これは計算された最大値です。この値には、セラミック コンデンサと非セラミック コンデンサの両方が含まれます。多くの場合、最小 ESR 要件はより小さい値になります。詳細については、「関連アプリケーション情報」を参照してください。
(7) これは、すべての電解 (非セラミック) 容量の ESR の最小値です。メーカーの最大 ESR 値を使用して計算する場合、最小値に 5mΩ を使用します。
(8) 最小容量は、過渡偏差の要件によって決まります。正常な動作のためには、対応する抵抗 R_{TT} が必要です。容量と R_{TT} 値の選択に関するガイダンスについては、「TurboTrans の選択」セクションを参照してください。
(9) これは計算された最大値です。この値には、セラミック コンデンサと非セラミック コンデンサの両方が含まれます。
(10) 容量 × ESR 製品を計算する際は、単一のコンデンサの容量と ESR の値を使用します。複数のコンデンサのタイプと値を持つ出力コンデンサバンクについて、容量の大部分を占めるコンデンサの値を使用して、C × ESR 製品を計算します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.4 代表的特性

[1] [2] V_I = 12V[2]

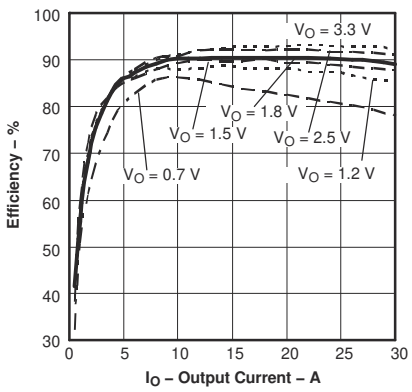


図 5-1. 効率と出力電流との関係

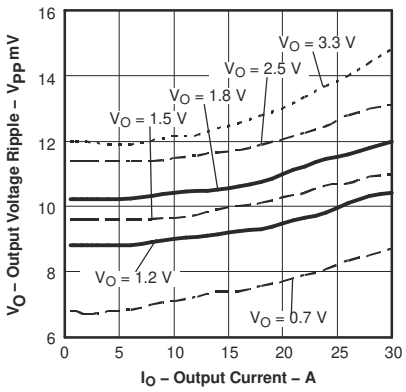


図 5-2. 出力リップルと出力電流との関係

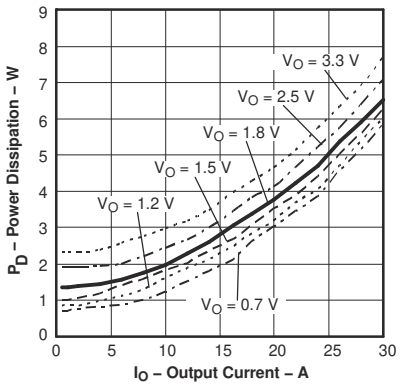


図 5-3. 消費電力と出力電流との関係

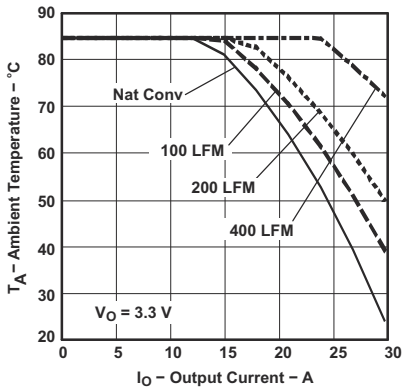


図 5-4. 周囲温度と出力電流との関係

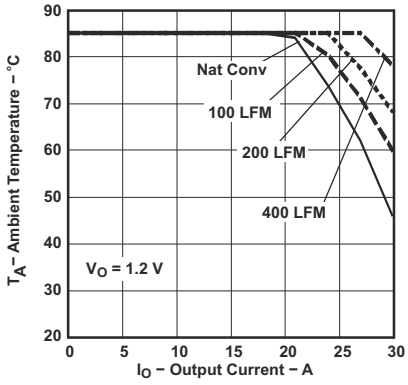


図 5-5. 周囲温度と出力電流との関係

5.5 代表的特性

[3] [4] V_I = 8V[2]

[1] 電気的特性データは、25℃ でテストした実際の製品に基づいて開発されたものです。このデータは、コンバータでは一般的なものと考えられます。図 5-1、図 5-2、および 図 5-3 に適用されます。

[2] 温度ディレーティング曲線は、内部部品がメーカーの最大動作温度と同じ、またはそれを下回っている条件を表しています。ディレーティング制限は、100mm × 100mm の両面 PCB に 2 オンスの銅で直接半田付けしたモジュールに適用されます。図 5-5 および 図 5-4 に適用されます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

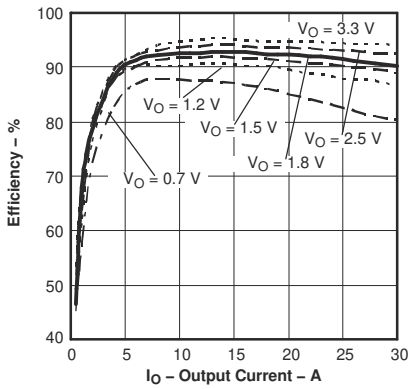


図 5-6. 効率と出力電流との関係

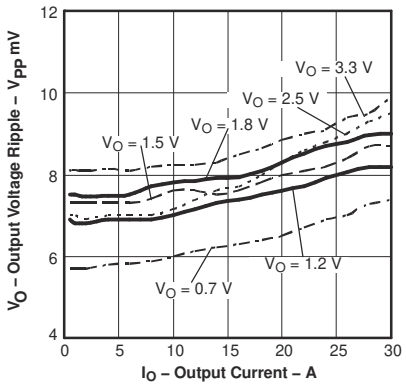


図 5-7. 出力リップルと出力電流との関係

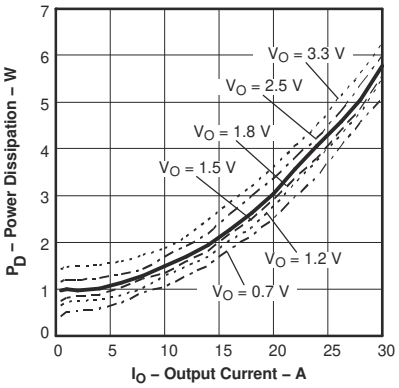


図 5-8. 消費電力と出力電流との関係

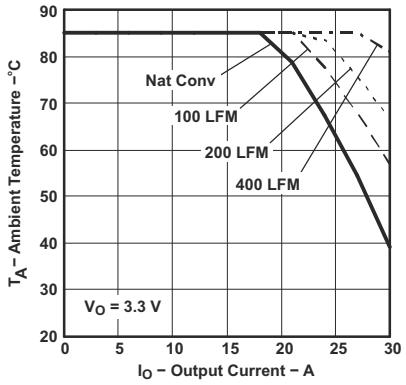


図 5-9. 周囲温度と出力電流との関係

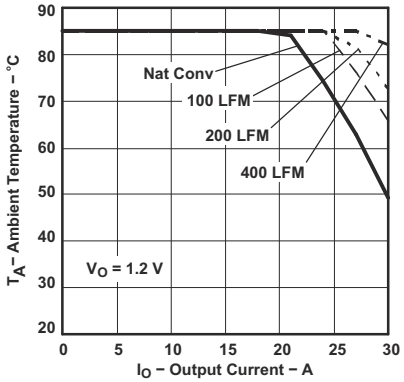


図 5-10. 周囲温度と出力電流との関係

[3] 電気的特性データは、25℃ でテストした実際の製品に基づいて開発されたものです。このデータは、コンバータでは一般的なものと考えられます。図 5-6、図 5-7、および 図 5-8 に適用されます。

[4] 温度ディレーティング曲線は、内部部品がメーカーの最大動作温度と同じ、またはそれを下回っている条件を表しています。ディレーティング制限は、100mm × 100mm の両面 PCB に 2 オンスの銅で直接半田付けしたモジュールに適用されます。図 5-9 および 図 5-10 に適用されます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 詳細説明

6.1 概要：TurboTrans™ テクノロジ

TurboTrans テクノロジは、PTH/PTV ファミリ パワー モジュールの T2 世代に導入された機能です。TurboTrans テクノロジにより、1 つの外付け抵抗を使用して、外部容量を追加し、レギュレータの過渡応答を最適化できます。この技術の利点として、出力容量の低減、負荷過渡後の出力電圧偏差の最小化、超低 ESR 出力コンデンサを使用するときの安定性の向上が挙げられます。TurboTrans を有効にすると、目標の出力電圧偏差を満たすのに必要な出力容量が減少します。同様に、TurboTrans が作動すると、所定の量の出力容量に対して、負荷過渡後の電圧偏差の振幅が小さくなります。過渡電圧の許容誤差が厳しく、コンデンサ フットプリントを最小限にする必要があるアプリケーションでは、このテクノロジを活用できます。

6.2 機能説明

6.2.1 ソフト スタート パワーアップ

Auto-Track 機能を使用すると、複数の PTH/PTV モジュールのパワーアップを Track ピンから直接制御できます。ただし、スタンドアロン構成の場合、または Auto-Track 機能を使用しない場合は、Track ピンを入力電圧 V_I に直接接続する必要があります。(図 6-1 を参照)

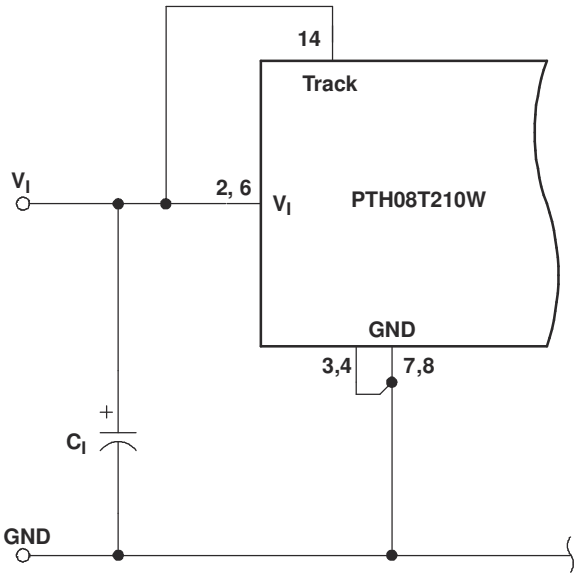


図 6-1. パワーアップ アプリケーション回路

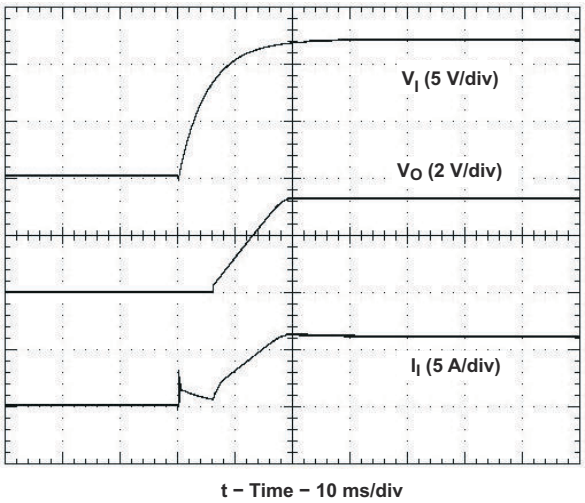


図 6-2. パワーアップ波形

Track ピンが入力電圧に接続されている場合、Auto-Track 機能は永続的に解除されます。これにより、内蔵のソフト スタート回路を制御して、モジュール全体に電源を投入できます。パワーアップがソフト スタート制御で動作する場合、より高速で直線的なレートで出力電圧が設定点まで上昇します。有効な入力電圧が印加された瞬間から、ソフト スタート制御は出力電圧が上昇するまでの短い遅延時間 (標準で 8ms ～ 15ms) を発生させます。その後、出力はモジュールの設定点電圧まで徐々に上昇します。

図 6-2 に、12-V 入力バスで動作し、3.3-V 出力用に構成された PTH08T210W のソフト スタート パワーアップ特性を示します。波形は、20-A 定電流負荷で、Auto-Track 機能を無効にした状態で測定しました。入力電圧が最初に上昇を開始したときの入力電流の最初の上昇は、入力コンデンサによって引き込まれる充電電流です。パワーアップは 25ms 以内に完了します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.2.2 リモート センス

この機能を備えた製品には、1 つまたは 2 つのリモート センス ピンが組み込まれています。リモート センシングを使用すると、モジュールの出力と負荷の間での IR 電圧降下を補償できるので、モジュールの負荷レギュレーション性能が向上します。IR ドロップは、小さいピン抵抗とトレース抵抗を流れる大出力電流が原因で発生します。

この機能を使用するには、センス ピンを負荷回路の近くで、対応する出力電圧ノードに接続するだけです。センス ピンが開路のままになっている場合、ピンと出力ノードとの間に内部の低値抵抗 (15Ω 以下) が接続され、出力が確実にレギュレーション状態に維持されます。

センス ピンを接続した場合、V_O ピンと GND ピンの間で直接測定される電圧と、センス ピンで測定される電圧との差は、レギュレータによって補償される IR ドロップの大きさです。これは最大値 0.3V に制限する必要があります。

注意

リモート センス機能は、コンバータ出力に対して直列に配置される非線形性または周波数依存の部品の順方向電圧降下を補償するようには設計されていません。その例として、OR 接続ダイオード、フィルタ インダクタ、フェライト ビーズ、ヒューズなどがあります。これらの部品がリモート センス接続によって囲まれている場合、これらの部品は実質的にレギュレーション制御ループ内に配置されるため、レギュレータの安定性に悪影響を及ぼす可能性があります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

7.1 代表的なアプリケーション

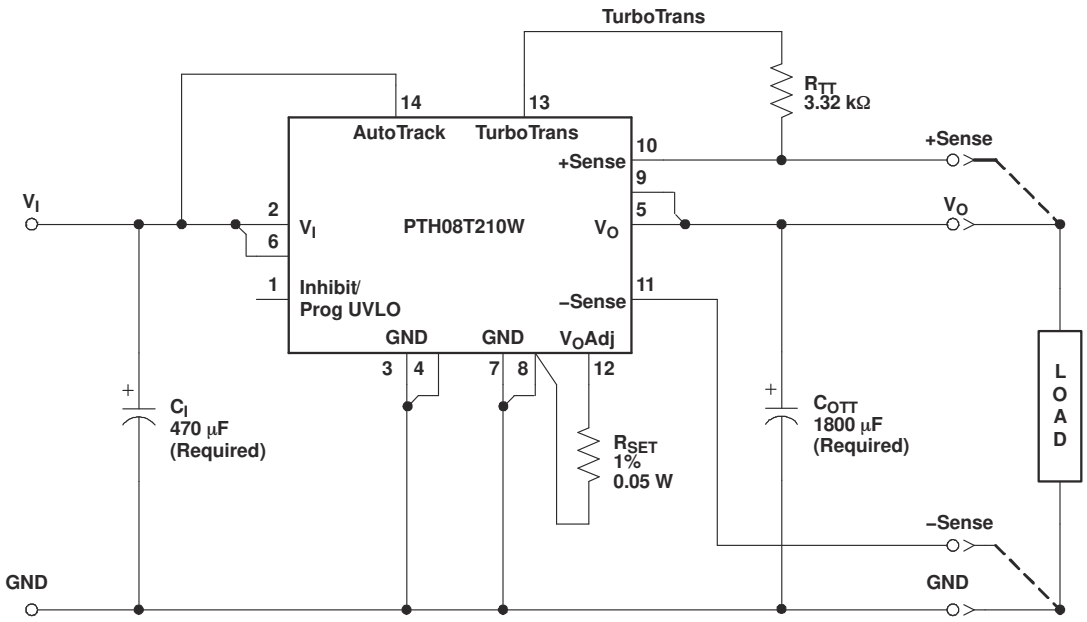


図 7-1. TurboTrans の代表的なアプリケーション回路図

7.1.1 詳細な設計手順

7.1.1.1 コンデンサに関する推奨事項

7.1.1.1.1 入力コンデンサ (必須)

入力コンデンサのサイズと値は、コンバータの過渡性能能力によって決まります。必要な最小入力容量は 470µF で、RMS リップル電流定格は 500mA です。この最小値は、コンバータに応答性が高く、インダクタンスが低い入力ソースが供給されていることを想定しています。このソースには十分な容量性デカップリングが必要で、PCB 電源およびグランドプレーンを介してコンバータに分配されます。

高性能 / 過渡のアプリケーションにおいて、または入力ソースの性能が低下する場合においては、入力容量の 1000µF を推奨します。最小レベルを超える追加の入力容量により、最適化された性能が保証されます。

リップル電流 (rms) 定格、等価直列抵抗 (ESR) の 100mΩ 未満であること、および温度が入力コンデンサを選択する際の主な考慮事項です。PTH08T210W モジュールの入力から反射されるリップル電流は、中程度から低程度です。したがって、品質の高いコンピュータ グレードの電解コンデンサは、十分なリップル電流定格を備えています。

入力バスには、通常のタンタル コンデンサは推奨されません。これらのコンデンサを使用するには、推奨最小電圧定格として 2 倍 (最大 DC 電圧 + AC リップル) が必要です。これは信頼性を確保するための標準的な慣行です。この要件を満たすのに十分な電圧定格を持つタンタル コンデンサは見つかりませんでした。動作温度が 0°C を下回ると、アルミ電解コンデンサの ESR が増加します。このようなアプリケーションでは、Os-Con、ポリアルミニウム、ポリマ タンタルの種類を考慮する必要があります。入力に 1 つまたは 2 つのセラミック コンデンサを追加すると、高周波での反射リップル電流が減衰します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.1.1.2 TurboTrans 出力コンデンサ

PTH08T210W では、最小出力キャパシタンスとして 470µF が必要です。470µF を上回る必要な容量は、実際の過渡偏差要件によって決まります。

TurboTrans を使用すると、設計者はシステムの過渡設計要件に応じて容量性負荷を最適化できます。TurboTrans の効果を最大化するには、高品質な超低 ESR コンデンサが必要です。容量 (µF) ×ESR (mΩ) 製品が ≤ 10,000mΩ × µF のコンデンサが必要です。

動作例:

6 つの同一のコンデンサ バンクで、それぞれ 680µF と 5mΩ ESR の容量を持つものは、C × ESR 製品は 3400µF x mΩ (680µF × 5mΩ) です。

TurboTrans を高品質のコンデンサ (容量 (µF) × ESR (mΩ)) と組み合わせて使用すると、最小過渡振幅レベルを満たしながら、全体的な容量要件を低減します。

表 7-1 に、タイプおよびベンダ毎に推奨されるコンデンサのリストを示します。「出力バス / TurboTrans」列を参照してください。

注:具体的な容量の選択については、このドキュメント内の TurboTrans テクノロジのアプリケーション ノートを参照してください。

7.1.1.1.3 TurboTrans 以外の出力コンデンサ

PTH08T210W では、最小出力容量として 470µF が必要です。TurboTrans 以外のアプリケーションでは、最小出力容量 ESR の制限を守る必要があります。

セラミック コンデンサの 200µF と低 ESR (15mΩ ～ 30mΩ) Os-Con 電解 / タンタル タイプのコンデンサの組み合わせを使用できます。ポリマ タンタル タイプ、タンタル タイプ、または Oscon タイプのみを使用する場合、コンデンサの ESR バンクの制限は 3mΩ から 5mΩ です。(注:セラミック コンデンサは不要)。これは、レギュレータを安定動作させるために必要です。負荷過渡応答に対するモジュールの性能を向上させるため、容量を追加することもできます。高品質のコンピュータ グレード電解コンデンサを推奨します。アルミ電解コンデンサは、2kHz ～ 150kHz の周波数範囲にわたって適切なデカップリングを実現しており、周囲温度が 20°C を上回る場合に適しています。20°C 未満で動作させるには、タンタル、セラミック、または Os-Con タイプのコンデンサが必要です。

1 つまたは複数の非セラミック コンデンサを組み合わせて使用する場合は、計算される等価 ESR が 2mΩ (メーカーの最大 ESR 値を使って計算する場合は 4mΩ) を超えないようにする必要があります。推奨される低 ESR タイプ コンデンサのリストを 表 7-1 に示します。

7.1.1.1.4 セラミック コンデンサ

150kHz を上回る場合、アルミ電解コンデンサの性能はあまり効果的ではありません。マルチレイヤ セラミック コンデンサは、ESR が非常に低く、共振周波数がレギュレータの帯域幅を上回っています。これらのデバイスを使用して、入力での反射リップル電流を低減し、出力の過渡応答を向上できます。

出力で使用する場合、10µF から 100µF の値のセラミック コンデンサの合計値が 5000µF (TurboTrans 以外) を超えない限り、結合された ESR は重要ではありません。TurboTrans アプリケーションでは、出力バスにセラミック コンデンサを使用する場合、バルクおよびセラミック タイプを含む合計容量は 12,000µF を超えないようにします。

7.1.1.1.5 タンタル、ポリマ タンタル コンデンサ

タンタル タイプのコンデンサは出力バスにのみ使用され、動作時周囲温度が 0°C を下回るアプリケーションに推奨されます。AVX TPS シリーズと Kemet コンデンサ シリーズは、定格サージが高い点、消費電力、およびリップル電流能力により、他の多くのタンタル タイプよりも推奨されます。多くの汎用タンタル コンデンサは、ESR が高く、消費電力が低減され、リップル電流能力が低くなっています。また、これらのコンデンサは消費電力とサージ電流定格が低下するため、信頼性が低くなります。ESR またはサージ電流の定格を明示的に規定していないタンタル コンデンサは、パワー アプリケーションでは推奨されません。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.1.1.6 コンデンサ表

表 7-1 に、許容される ESR およびリップル電流 (rms) 定格を持つ多数のベンダのコンデンサの特性を示します。入力バスと出力バスの両方で必要な推奨コンデンサの数は、コンデンサの種類ごとに示されています。

これは、広範なコンデンサのリストではありません。他のベンダから入手できるコンデンサは、類似の仕様のものです。ここに記載されているものはガイダンス用です。RMS リップル電流定格と ESR (100kHz 時) は、最適なレギュレータ性能とコンデンサの長寿命の両方を確保するために必要となる重要なパラメータです。

7.1.1.1.7 高速負荷過渡対応の設計

DC/DC コンバータの過渡応答は、2.5A/µs の di/dt がある負荷過渡応答を使用して特性化されています。この負荷過渡の標準電圧偏差は、出力キャパシタンスに必要な最小値を使用して「電気的特性」表に記載されています。過渡の di/dt が大きくなると、コンバータのレギュレーション回路の応答は、最終的にはその出力コンデンサのデカップリング ネットワークに依存します。これは、過渡速度がその帯域幅能力を超えた時点で、どの DC/DC コンバータにも本質的な制限です。

対象アプリケーションでより高い di/dt またはより小さい電圧偏差が規定されている場合、要件を満たせるのは、追加の低 ESR セラミック コンデンサ デカップリングを使用した場合のみです。一般的に、負荷ステップの 50% が 100A/µs を上回る場合、複数の 10µF セラミック コンデンサ、3225 のケース サイズに加えて、多数の高周波セラミック コンデンサ (≤ 0.1µF) を含む 10 × 1µF を追加するだけで、過渡的な高周波エッジをソフトにする必要があります。高周波セラミック コンデンサと低 ESR バルク キャパシタの位置、種類、位置に関しては、特に注意が必要です。DSP、FPGA、ASIC のベンダは、高周波デバイスの最適な性能に必要なタイプ、場所、容量を特定しています。これらの高周波では、PCB レイアウトとコンデンサや部品の配置の詳細が重要になります。過渡性能を最適化するには、低インピーダンス バスと、高周波プロセッサの近くに配置された部品を持つ、途切れのない PCB 銅プレーンが不可欠です。多くの場合、過渡誤差を保証して最小限に抑えるために、追加のコンデンサが必要になる場合があります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 7-1. 入出力コンデンサ

キャパシタ ベンダ、タイプ シリーズ (スタイル)[1]	コンデンサ特性					数量			ベンダ部品番号
	動作電圧	値 (µF)	最大 ESR 100kHz	85℃ での最大リップル電流 (Irms)	物理サイズ (mm)	入力バス	出力バス		
							TurboTrans 数	TurboTrans (キャップ タイプ)[2]	
Panasonic	25V	1000	0.043Ω	>1690mA	16 × 15	1	≥ 2[3]	N/R[4]	EEUFC1E102S
FC (ラジアル)	25V	1800	0.029Ω	2205mA	16 × 20	1	≥ 1[3]	N/R[4]	EEUFC1E182
FC(SMD)	25V	2200	0.028Ω	>2490mA	18 × 21.5	1	≥ 1[3]	N/R[4]	EEVFC1E222N
FK(SMD)	25V	1000	0.060Ω	1100mA	12.5×13.5	1	≥ 2[5]	N/R[4]	EEVFK1V102Q
United Chemi-Con									
PTB、ポリタンタル(SMD)	6.3V	470	0.025Ω	2600mA	7,3x4,3x2.8	N/R[6]	2 ～ 4[3]	C ≥ 2[2]	6PTB477MD8TER
LXZ、アルミニウム (ラジアル)	25V	680	0.068Ω	1050mA	10 × 16	1	1 ～ 3[3]	N/R[4]	LXZ25VB681M10X20LL
PS、ポリアルミ (ラジアル)	16V	330	0.014Ω	5060mA	10 × 12.5	2	2 ～ 3	B ≥ 2[2]	16PS330MJ12
PXA、ポリアルム (SMD)	16V	330	0.014Ω	5050mA	10 × 12.2	2	2 ～ 3	B ≥ 2[2]	PXA16VC331MJ12TP
PS、ポリアルミ (ラジアル)	6.3V	680	0.010Ω	5500mA	10 × 12.5	N/R[6]	1 ～ 2	C ≥ 1[2]	6PS680MJ12
PXA、ポリアルミ (ラジアル)	6.3V	470	0.012Ω	4770mA	8 × 12.2	N/R[6]	1 ～ 2	C ≥ 1[2]	PXA6.3VC471MH12TP
Nichicon、アルミニウム	25V	470	0.070Ω	985mA	12.5 × 15	1	≥ 2[3]	N/R[4]	UPM1E471MHH6
HD (ラジアル)	25V	470	0.038Ω	1430mA	10 × 16	1	≥ 2[3]	N/R[4]	UHD1E471MHR
PM (ラジアル)	35V	560	0.048Ω	1360mA	16 × 15	1	≥ 2[3]	N/R[4]	UPM1V561MHH6
Panasonic、ポリアルミ	2.0V	390	0.005Ω	4000mA	7.3×4.3×4.2	N/R[6]	N/R[6]	B ≥ 2[2]	EEFSE0J391R (V_O≤1.6V)[7]
Sanyo									
TPE、Poscap (SMD)	6.3V	470	0.018Ω	3500mA	7.3 × 4.3	N/R[6]	1 ～ 3	C ≥ 1[2]	6TPE470MI
TPE Poscap (SMD)	2.5V	470	0.007Ω	4400mA	7.3 × 4.3	N/R[6]	1 ～ 2	B ≥ 2[2]	2R5TPE470M7 (V_O ≤ 1.8V)[7]
TPD (SMD)	2.5V	1000	0.005Ω	6100mA	7.3 × 4.3	N/R[6]	1	B ≥ 1[2]	2R5TPD1000M5 (V_O ≤ 1.8V)[7]
SA、OS-Con (ラジアル)	16V	470	0.020Ω	>6080mA	16 × 23	1	1 ～ 4	N/R[4]	16SA470M
SP Oscon (ラジアル)	10V	470	0.015	>4500mA	10 × 11.5	N/R[6]	1 ～ 3	C ≥ 2[2]	10SP470M
SEPC、OS-Con (ラジアル)	16V	470	0.010Ω	>4700mA	10 × 13	1	1 ～ 2	B ≥ 1[2]	16SEPC470M
SVPA、OS-Con (SMD)	6.3V	470	0.020Ω	4700mA	10 × 10.3	N/R[6]	1 ～ 4[3]	C ≥ 1[2] [3]	6SVPA470M
AVX、タンタル、シリーズ III	6.3V	680	0.035Ω	>2400mA	7.3×4.3×4.1	N/R[6]	2 ～ 7[3]	N/R[4]	TPSE477M010R0045
TPM マルチアノード	6.3V	470	0.018Ω	>3800mA	7.3×4.3×4.1	N/R[6]	2 ～ 3[3]	C ≥ 2[2] [3]	TPME687M006#0018
TPS シリーズ III (SMD)	4V	1000	0.035Ω	2405mA	7.3 × 5.7	N/R[6]	2 ～ 7[3]	N/R[4]	TPSV108K004R0035 (V_O ≤ 2.2V)[7]
Kemet、ポリタンタル	6.3V	470	0.018Ω	2700mA	7.3×4.3×4	N/R[6]	1 ～ 3[3]	C ≥ 2[2]	T520X477M06ASE018
T520 (SMD)	6.3V	470	0.010Ω	>5200mA	7.3×4.3×4	N/R[6]	1 ～ 2	B ≥ 1[2]	T530X477M006ASE010
T530 (SMD)	6.3V	470	0.005Ω	7300mA	7.3×4.3×4	N/R[6]	1	B ≥ 1[2]	T530X477M006ASE005
T530 (SMD)	2.5V	1000	0.005Ω	7300mA	7.3×4.3×4	N/R[6]	1	B ≥ 1[2]	T530X108M2R5ASE005 (V_O ≤ 2.0V)[7]
ビシャイ スプレイグ									
594D、タンタル (SMD)	6.3V	1000	0.030Ω	2890mA	7.2×5.7×4.1	N/R[6]	1 ～ 6	N/R[4]	594D108X06R3R2TR2T
94SA、Os-con (ラジアル)	16V	1000	0.015Ω	9740mA	16 × 25	1	1 ～ 3	N/R[4]	94SA108X0016HBP
94SVP Os-Con (SMD)	16V	330	0.017Ω	>4500mA	10 × 12.7	2	2 ～ 3	C ≥ 1[2]	94SVP827X06R3F12
Kemet、セラミック X5R	16V	10	0.002Ω	–	3225	1	≥ 1[8]	A[2]	C1210C106M4PAC
(SMD)	6.3V	47	0.002Ω			N/R[6]	≥ 1[8]	A[2]	C1210C476K9PAC
Murata、セラミック X5R	6.3V	100	0.002Ω	–	3225	N/R[6]	≥ 1[8]	A[2]	GRM32ER60J107M
(SMD)	6.3V	47				N/R[6]	≥ 1[8]	A[2]	GRM32ER60J476M
	25V	22				1	≥ 1[8]	A[2]	GRM32ER61E226K
	16V	10				1	≥ 1[8]	A[2]	GRM32DR61C106K
TDK、セラミック X5R	6.3V	100	0.002Ω	–	3225	N/R[6]	≥ 1[8]	A[2]	C3225X5R0J107MT
(SMD)	6.3V	47				N/R[6]	≥ 1[8]	A[2]	C3225X5R0J476MT
	16V	10				1	≥ 1[8]	A[2]	C3225X5R1C106MT0
	16V	22				1	≥ 1[8]	A[2]	C3225X5R1C226MT

(1) **コンデンサ サプライヤの確認**
この表に記載されているコンデンサの入手可能性を確認してください。コンデンサ サプライヤは、入手可能状況が限定的である場合、または生産中止の製品の場合は、代替の型番を推奨する場合があります。場合によっては、コンデンサの製品寿命が短くなり、廃品を短期的に考慮することがあります。
RoHS、鉛フリー、材料の詳細

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

材料組成、RoHS ステータス、鉛フリー ステータス、製造プロセスの要件については、コンデンサ サプライヤをご覧ください。材料構成または半田付け要件が更新されたときに、部品番号または部品番号の偏差が発生する可能性があります。

(2) TurboTrans とともに必要なコンデンサ。コンデンサのタイプについては、TransTrans アプリケーション情報を参照してください
ESR (等価直列抵抗) によるコンデンサ選択:
- Type A = (100 < 容量 × ESR ≤ 1000)
- Type B = (1,000 < 容量 × ESR ≤ 5,000)
- Type C = (5,001 < 容量 × ESR ≤ 10,000)

(3) ≥ 15mΩ ～ ≤ 30mΩ の ESR がある出力バス上の、バルク非セラミック コンデンサの合計には、追加のセラミック コンデンサ ≥ 200µF が必要です。

(4) アルミ電解コンデンサは ESR × 静電容量が大きいため、TurboTrans には推奨されません。アルミニウムと高 ESR のコンデンサは、低 ESR 容量と組み合わせて使用できます。

(5) 出力バルク コンデンサの最大 ESR は ≥ 30mΩ です。≥ 200µF の追加セラミック容量が必要です。

(6) N/R - 非推奨。電圧定格は、最小動作制限を満たしていません。

(7) このコンデンサは、電圧定格により、動作電圧の 80% 以下の出力電圧にのみ使用できます。

(8) 出力バスの最大セラミック容量は ≤ 3000µF です。TurboTrans 以外のアプリケーションでは、セラミック コンデンサの値の任意の組み合わせが 3000µF に制限されます。合計容量は 14,000µF に制限されており、これにはすべてのセラミックおよび非セラミックの種類が含まれます。

7.1.1.2 TurboTrans™ の選択

TurboTrans を使用するには、+ センスピン (ピン 10) と TurboTrans ピン (ピン 13) の間に抵抗 R_{TT} を接続する必要があります。抵抗の値は、必要な出力キャパシタンスの大きさに直接対応します。TurboTrans を使用しているかどうかにかかわらず、すべての T2 製品は、最小出力キャパシタンスを必要とします。PTH08T210W の場合、必要な最小キャパシタンスは 470µF です。TurboTrans を使用する場合、キャパシタンス × ESR 製品が 10,000µF × mΩ 未満のコンデンサが必要です。(キャパシタンス (µF) に ESR (mΩ) を乗算して、キャパシタンス × ESR 製品の積を求めます。)この条件を満たす各種のコンデンサについては、データシートの「コンデンサの選択」セクションを参照してください。

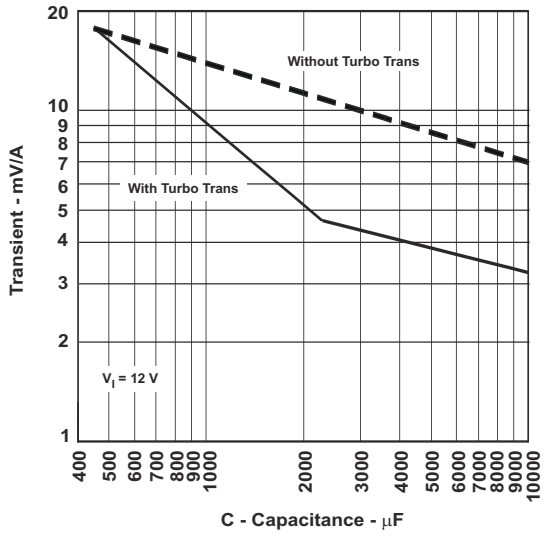
図 7-2 から 図 7-7 に、TurboTrans がある場合とない場合で、いくつかのタイプのコンデンサについて、目的の過渡電圧偏差を満たすために必要な出力キャパシタンスの大きさを示します。これは、Type A (セラミックなど)、Type B (ポリマ タンタル)、および Type C (OS-CON など) についてです。R_{TT} の正しい値を計算するには、まず必要な過渡電圧偏差制限と過渡負荷ステップの大きさを決定します。次に、使用する出力コンデンサの種類を決定します。(複数の種類の出力コンデンサを使用する場合は、合計出力キャパシタンスの大部分を占めるコンデンサのタイプを選択します。)この情報を把握して、選択したコンデンサのタイプに対応する 図 7-2 から図 7-7 の図を使用します。このグラフを使用するには、最初に最大電圧偏差制限 (mV 単位) を負荷ステップの大きさ (アンペア単位) で除算します。これにより、mV/A の値が得られます。適切なグラフの Y 軸でこの値を見つけます。グラフを、「TurboTrans あり」まで読み取ります。この時点から、過渡電圧偏差を満たすために必要な最小静電容量 C_O が示される X 軸まで読み戻します。次に、必要な R_{TT} 抵抗値を計算するために、式 1 を使用するか、TurboTrans 表から選択します。TurboTrans 表には、25% (7.5A)、50% (15A)、および 75% (22.5A) の出力負荷ステップにおける過渡電圧偏差のいくつかの値を満たすために必要な出力キャパシタンスと対応する R_{TT} 値の両方が含まれています。

このグラフを使用して、特定の大きさの出力キャパシタンスに対して、達成可能な過渡電圧の偏差を判定することもできます。X 軸に沿った出力容量の量を選択し、「TurboTrans あり」曲線まで読み出し、その後 Y 軸まで選択すると、出力キャパシタンスのその値に対する過渡電圧偏差制限が得られます。必要な R_{TT} 抵抗値は、式 1 を使用して計算するか、TurboTrans 表から選択できます。

例として、15A、50% の負荷過渡時に 75mV の偏差を必要とする 12-V アプリケーションを見てみましょう。330µF、10mΩ の各出力コンデンサの大半を使用します。12V、Type B コンデンサのグラフ、図 7-4 を使用します。75mV を 15A で割ると、過渡負荷ステップのアンペア単位で 5mV/A の過渡電圧偏差が得られます。Y 軸で 5mV/A を選択し、「TurboTrans あり」プロットを読みます。このポイントから X 軸まで読み戻すと、必要な最小出力キャパシタンスはおよそ 1300µF となります。次に、1300µF に必要な R_{TT} 抵抗値を、図 7-4 で計算するか選択します。必要な R_{TT} 抵抗は約 10.2kΩ です。

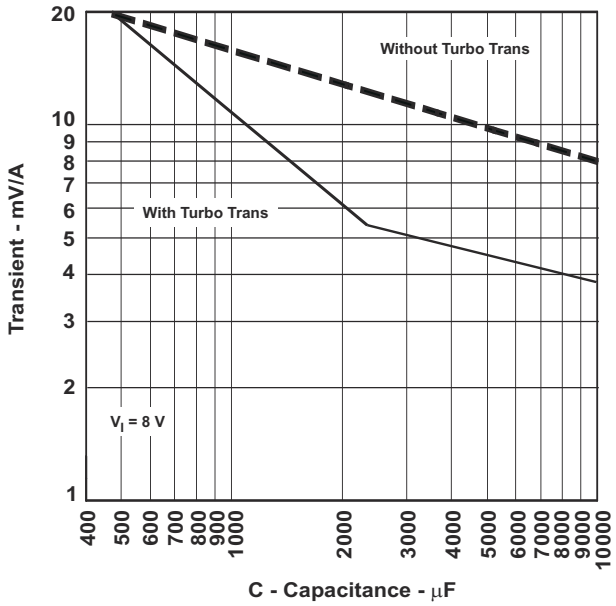
TurboTrans の利点を確認するには、「TurboTrans なし」プロットの 5mV/A マークに従います。このポイントから読み戻すと、同じ過渡偏差制限を満たすために、最小で 8200µF の出力キャパシタンスが必要であることが示されています。これが TurboTrans の利点です。代表的な TurboTrans アプリケーション回路を 図 7-1 に示します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



100 ≤ C(µF) × ESR (mΩ) ≤ 1000　　12-V 入力

図 7-2. Type A コンデンサ (セラミック)



100 ≤ C(µF) × ESR (mΩ) ≤ 1000　　8-V 入力

図 7-3. Type A コンデンサ (セラミック)

表 7-2. TurboTrans の C_O 値と必要な R_{TT} 選択表を入力する

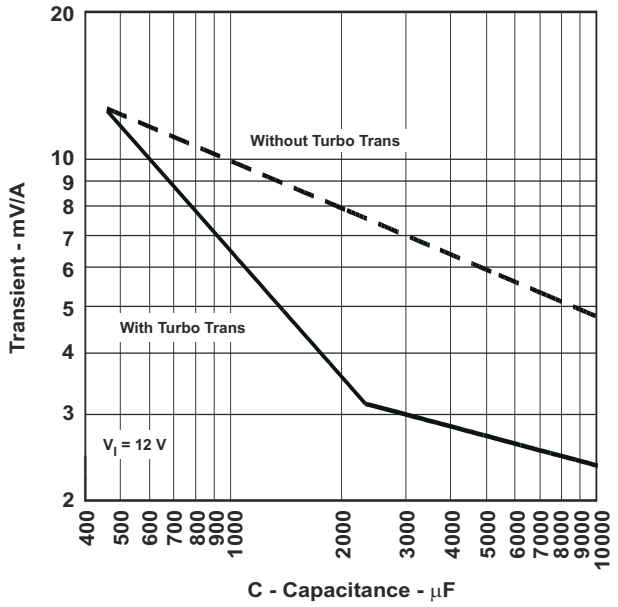
過渡電圧偏差 (mV)			12V 入力		8V 入力	
25% の負荷ステップ (7.5A)	50% の負荷ステップ (15A)	75% の負荷ステップ (22.5A)	C_O に必要な最小出力キャパシタンス (µF)	R_{TT} に必要な TurboTrans 抵抗 (Ω)	C_O に必要な最小出力キャパシタンス (µF)	R_{TT} に必要な TurboTrans 抵抗 (Ω)
130	260	390	470	オープン	580	127k
120	240	360	520	294k	640	80.6k
110	220	330	580	127k	710	54.9k
100	200	300	650	76.8k	800	37.4k
90	180	270	740	47.5k	900	26.7k
80	160	240	850	31.6k	1050	17.8k
70	140	210	1000	20.5k	1250	11.3k
60	120	180	1200	12.7k	1500	6.65k
50	100	150	1500	6.65k	1900	2.55k
40	80	120	2000	1.82k	2600	0
30	60	90	4000	0	7800	0

7.1.1.2.1 R_{TT} 抵抗の選択

TurboTrans の抵抗値 R_{TT} は、TurboTrans プログラミング式から決定できます。式 1 を参照してください。

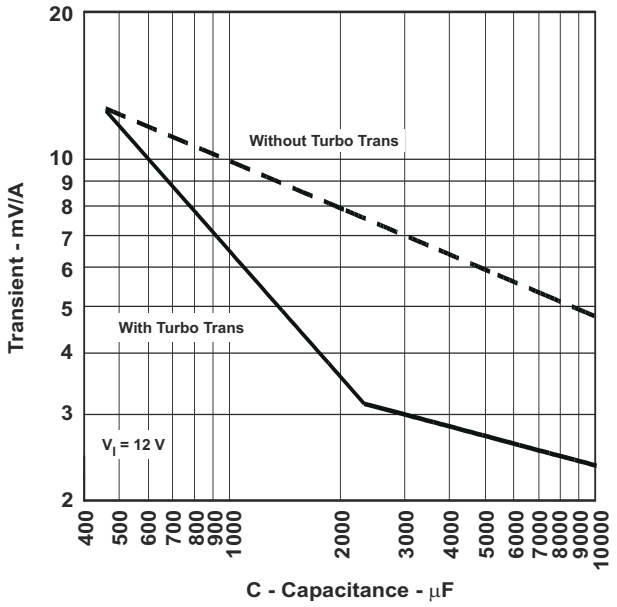
$$R_{TT} = 40 \times \frac{1 - (C_O / 2350)}{5 \times (C_O / 2350) - 1} \ k\Omega \quad (1)$$

C_O は合計出力キャパシタンスです (単位:µF)。C_O 値が 2350µF 以上の場合、R_{TT} は短絡 0Ω にする必要があります。(式 1 は、$C_O \geq 2350\mu F$ の場合、R_{TT} は負の値になります。)



1000 ≤ C(µF) x ESR (mΩ) ≤ 5000　　12-V 入力

図 7-4. Type B コンデンサ (例：ポリマ タンタル)



1000 ≤ C(µF) x ESR (mΩ) ≤ 5000　　12-V 入力

図 7-5. Type B コンデンサ (例：ポリマ タンタル)

表 7-3. Type B TurboTrans の C_O 値および必要な R_{TT} の選択表

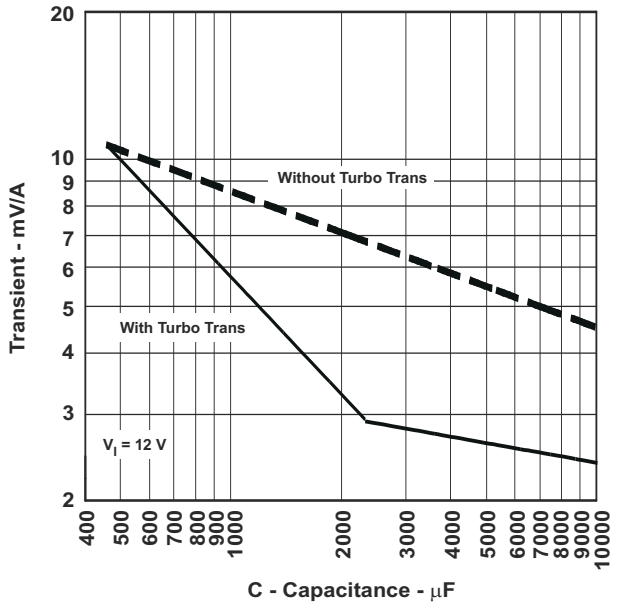
過渡電圧偏差 (mV)			12V 入力		8V 入力	
25% の負荷ステップ (7.5A)	50% の負荷ステップ (15A)	75% の負荷ステップ (22.5A)	C_O に必要な最小出力キャパシタンス (µF)	R_{TT} に必要な TurboTrans 抵抗 (Ω)	C_O に必要な最小出力キャパシタンス (µF)	R_{TT} に必要な TurboTrans 抵抗 (Ω)
100	200	300	470	オープン	540	205k
90	180	270	500	499k	620	93.1k
80	160	240	580	127k	720	52.3k
70	140	210	680	63.4k	840	32.4k
60	120	180	800	37.4k	1000	20.5k
50	100	150	1000	20.5k	1300	10.2k
40	80	120	1300	10.2k	1700	4.22k
30	60	90	1800	3.32k	2300	221
25	50	75	2200	698	4900	0
20	40	60	5400	0	14000	0

7.1.1.2.2 R_{TT} 抵抗の選択

TurboTrans の抵抗値 R_{TT} は、TurboTrans プログラミング式から決定できます。式 1 を参照してください。

C_O 値が 2350µF 以上の場合、R_{TT} は短絡 0Ω にする必要があります。(式 1 は、C_O ≥ 2350µF の場合、R_{TT} は負の値になります。)

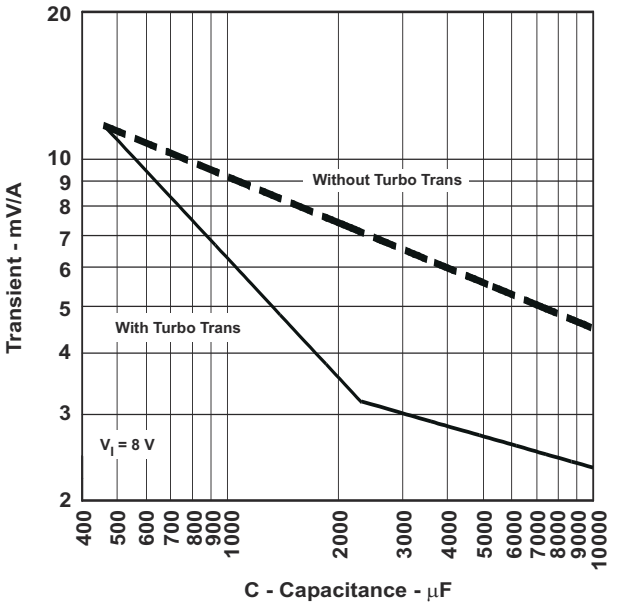
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



5000 ≤ C(µF) × ESR(mΩ) ≤ 10,000

12-V 入力

図 7-6. Type C コンデンサ



5000 ≤ C(µF) × ESR(mΩ) ≤ 10,000

8-V 入力

図 7-7. Type C コンデンサ

表 7-4. Type C TurboTrans C_O 値および必要な R_{TT} の選択表

過渡電圧偏差 (mV)			12V 入力		8V 入力	
25% の負荷ステップ (7.5A)	50% の負荷ステップ (15A)	75% の負荷ステップ (22.5A)	C_O に必要な最小出力キャパシタンス (µF)	R_{TT} に必要な TurboTrans 抵抗 (Ω)	C_O に必要な最小出力キャパシタンス (µF)	R_{TT} に必要な TurboTrans 抵抗 (Ω)
80	160	240	470	オープン	520	294k
70	140	210	560	158k	620	93.1k
60	120	180	680	63.4k	750	45.3k
50	100	150	850	31.6k	940	24.3k
40	80	120	1100	15.8k	1300	10.2k
35	70	105	1300	10.2k	1500	6.65k
30	60	90	1600	5.36k	1800	3.32k
25	50	75	2000	1.82k	2200	698
20	40	60	4000	0	5400	0

7.1.1.2.3 R_{TT} 抵抗の選択

TurboTrans の抵抗値 R_{TT} は、TurboTrans プログラミング式から決定できます。式 1 を参照してください。

C_O 値が 2350µF 以上の場合、R_{TT} は短絡 0Ω にする必要があります。(式 1 は、$C_O \geq 2350\mu F$ の場合、R_{TT} は負の値になります。)

7.1.1.3 出力電圧の調整

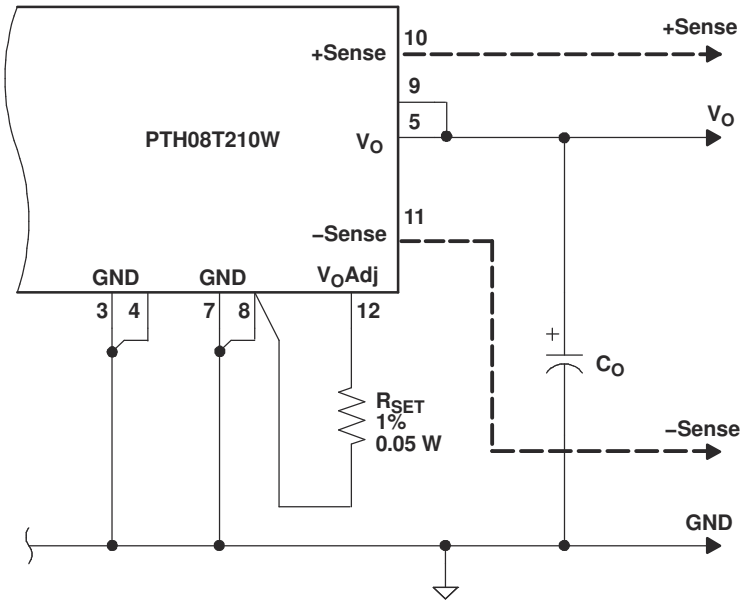
V_O 調整制御 (ピン 12) は PTH08T210W の出力電圧を設定します。PTH08T210W の調整範囲は 0.7V ～ 3.6V です。調整方法では、V_o 調整ピンと GND ピンの間に直接接続する必要のある 1 つの外付け抵抗 R_{SET} を追加する必要があります。表 7-5 は、いくつかの標準電圧に対する外部抵抗の推奨値と、この抵抗値によって得られる実際の出力電圧を示しています。

他の出力電圧の場合、必要な抵抗の値は次の式で計算するか、単純に 表 7-6 に示されている値の範囲から選択できます。図 7-8 に、必要な抵抗の配置を示します。

$$R_{SET} = 30.1\ k\Omega \times \frac{0.7}{V_O - 0.7} - 6.49\ k\Omega \quad (2)$$

表 7-5. 標準出力電圧における R_{SET} の優先値

V_O (標準) (V)	R_{SET} (優先値) (Ω)	V_O (実際) (V)
3.3	1.62k	3.298
2.5	5.23k	2.498
2	9.76k	1.997
1.8	12.7k	1.798
1.5	19.6k	1.508
1.2	35.7k	1.199
1	63.4k	1.001
0.7	オープン	0.700



A. 0.05W の抵抗を使用します。許容誤差は 1%、温度安定性は 100ppm/°C (またはそれ以上) です。抵抗は、レギュレータのできるだけ近くに配置します。専用の PCB トレースを使用して、ピン 12 とピン 8 の間に抵抗を直接接続します。

B. V_O 調整から GND または V_O にコンデンサを接続しないでください。V_O 調整ピンに追加される容量は、レギュレータの安定性に影響を及ぼします。

図 7-8. V_O 調整抵抗の配置

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 7-6. 出力電圧の設定点抵抗の値

必要な V_A (V)	R_{SET} (kΩ)	必要な V_A (V)	R_{SET} (kΩ)
0.70	オープン	2.10	8.66
0.75	412	2.20	7.50
0.80	205	2.30	6.65
0.85	133	2.40	5.90
0.90	97.6	2.50	5.23
0.95	78.7	2.60	4.64
1.00	63.4	2.70	4.02
1.10	46.4	2.80	3.57
1.20	35.7	2.90	3.09
1.30	28.7	3.00	2.67
1.40	23.7	3.10	2.26
1.50	19.6	3.20	1.96
1.60	16.9	3.30	1.62
1.70	14.7	3.40	1.30
1.80	12.7	3.50	1.02
1.90	11.0	3.60	0.768
2.00	9.76		

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.1.4 低電圧誤動作防止 (UVLO)

PTH08T210W パワー モジュールには、入力低電圧誤動作防止 (UVLO) が組み込まれています。UVLO 機能は、有効な出力電圧を生成するのに十分な入力電圧が得られるまで、モジュールが動作するのを防止します。これにより、モジュールは負荷回路に対してクリーンで単調なパワーアップを実行でき、パワーアップ シーケンス中にレギュレータの入力ソースから引き込まれる電流の大きさも制限できます。

UVLO の特性は、ON スレッショルド (V_{THD}) の電圧によって定義されます。ON スレッショルドを下回ると、モジュールは出力を生成しません。禁止制御は、入力電圧が 4.25V より高いときアクティブになります。ON スレッショルド電圧と OFF スレッショルド電圧の差であるヒステリシス電圧は、公称 900mV に設定されます。ヒステリシスは、起動時の発振を防止します。モジュールが入力ソースから電流の引き込みを開始したときに入力電圧がわずかに低下した場合に発生する可能性があります。

7.1.1.5 UVLO 調整

PTH08T210W モジュールの UVLO 機能を使用すると、ON スレッショルド電圧の制限的な調整が可能です。この調整は、禁止 / UVLO Prog コントロール ピン (ピン 1) を使用して行います。ピン 1 が開路のままになっている場合、ON スレッショルド電圧は内部的にそのデフォルト値に設定されます。ON スレッショルドの公称電圧は 5.0V、ヒステリシスは 900mV です。これにより、最小入力電圧が印加されたときに、モジュールが安定化された出力を生成できます。厳格にレギュレートされた 12-V バスからモジュールに電力を供給する場合、ON スレッショルドを増やす必要がある場合があります。これにより、指定された入力電圧に対して、ON スレッショルド電圧を設定できます。スレッショルド電圧を調整すると、入力バスが規定のレギュレーション電圧まで完全に上昇しなかった場合、モジュールは動作しなくなります。

式 3 は、V_{THD} を新しい値に調整するために必要な R_{THD} の値を決定します。デフォルト値は 5V で、これより高い値にしか調整できません。

$$R_{UVLO} = \frac{2590 - (24.9 \times (V_I - 1))}{24.9 \times (V_I - 1) - 100} \ k\Omega \quad (3)$$

表 7-7 に、ON スレッショルド (V_{THD}) 電圧の各種オプションに対する R_{UVLO} の標準抵抗値を示します。

表 7-7. V_{THD} のさまざまな値に対する R_{UVLO} の計算値

V_{THD}	6.5V	7.0V	7.5V	8.0V	8.5V	9.0V	9.5V	10.0V	10.5V
R_{UVLO}	66.5kΩ	49.9kΩ	39.2kΩ	32.4kΩ	27.4kΩ	24.3kΩ	21.5kΩ	19.1kΩ	17.4kΩ

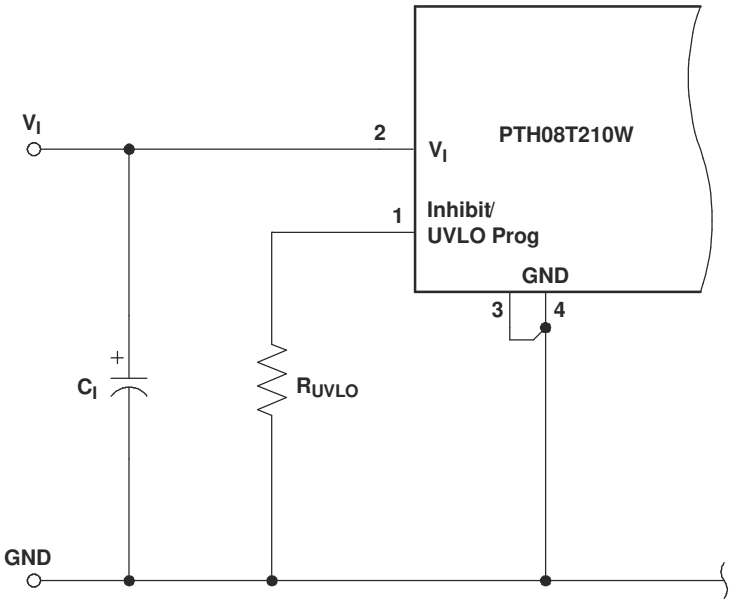


図 7-9. UVLO プログラム抵抗の配置

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.1.6 出力オン / オフ禁止

出力電圧のオン / オフ制御を必要とするアプリケーション向けに、PTH08T210W には出力禁止制御ピンが組み込まれています。禁止機能は、レギュレータからの出力電圧をオフにする要件がある場合に使用できます。

パワー モジュールは、禁止ピンがオープンのままになっている場合は通常機能し、GND を基準として有効なソース電圧が V_I に接続されると常にレギュレートされた出力を供給します。入力電圧が 4.25V を超えると、禁止機能が有効になります。

禁止機能の代表的なアプリケーションを、図 7-10 に示します。ディスクリート トランジスタ (Q1) に注意してください。禁止入力には、5V の電位への独自の内部プルアップがあります。入力は TTL ロジック デバイスと互換性がないため、V_I に接続することはできません。制御にはオープン コレクタ (またはオープン ドレイン) のディスクリート トランジスタを推奨します。

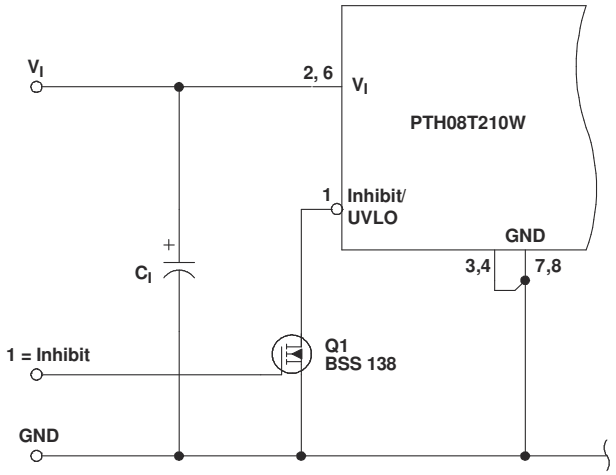


図 7-10. オン / オフ禁止制御回路

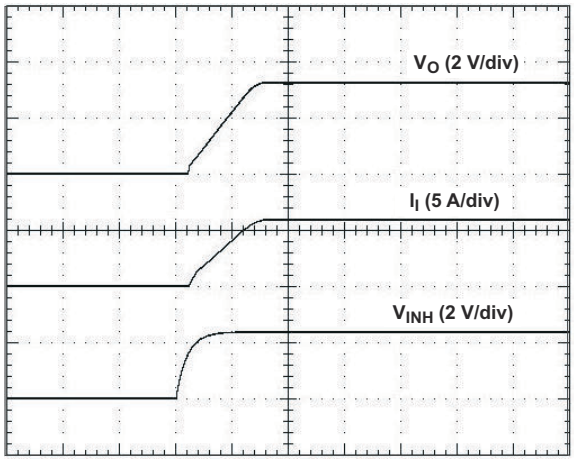


図 7-11. 禁止制御からのパワーアップ応答

Q1 をオンにすると、禁止制御ピンに低電圧が印加され、モジュールの出力がディセーブルになります。Q1 をオフにすると、電源はソフト スタート パワーアップ シーケンスを実行します。レギュレートされた出力電圧は 25ms 以内に生成されます。図 7-11 に、Q1 のターンオフ後の出力電圧と入力電流の両方の標準的な立ち上がりを示します。Q1 のターンオフは、波形の立ち上がり Q1 V_{DS} に対応します。これらの波形は、20-A 定電流負荷で測定しました。

注

禁止制御ピンに低電圧 (≤0.6V) を印加してモジュールをオフにすると、ローサイド FET は出力バスの容量を直ちに放電します。コンデンサの量や種類によっては、負の電圧過渡が発生し、瞬間的に GND 電位を下回る可能性があります。ターンオフ制御が必要な場合、Auto-Track ピンを使用して、出力電圧の制御の立ち上がりと立ち下がりを実行できます。

7.1.1.7 過電流保護

負荷障害に対する保護のために、すべてのモジュールには出力過電流保護機能が組み込まれています。ヒカップ モードでは、レギュレータの過電流スレッショルドを上回る負荷を接続した場合、レギュレータの出力はシャットダウンします。シャットダウン後、モジュールはソフト スタート パワーアップを開始することにより定期的に回復を試みます。これは、ヒカップ モードと呼ばれます。負荷の異常が解消されるまで、モジュールはシャットダウンとパワーアップのサイクルを繰り返し実行します。この期間中、障害に流れる平均電流は大幅に減少します。障害が解消されると、モジュールは自動的に回復し、通常動作に戻ります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.1.8 過熱保護 (OTP)

サーマル シャットダウン メカニズムは、過度の高温からモジュールの内部回路を保護します。内部温度の上昇は、エアフローの低下、または周囲温度の上昇によって発生する可能性があります。内部温度が OTP スレッショルドを上回ると、モジュールの禁止制御が内部で "Low" にプルされます。これにより、出力がオフになります。外部出力コンデンサが負荷回路によって放電されると、出力電圧が低下します。回復は自動であり、ソフト スタートのパワーアップから開始されます。これは、検出された温度がトリップ ポイントより約 10°C 低下すると発生します。

過熱保護は、レギュレータに対する熱ストレスを防止するための最終手段となるメカニズムです。サーマル シャットダウン温度付近での動作は推奨されません。また、モジュールの長期的な信頼性が低下します。周囲温度とエアフローのワーストケース条件で、レギュレータは必ず SOA (安全動作領域) の制限範囲内で動作させてください。

7.1.1.9 Auto-Track™ 機能

Auto-Track 機能は PTH/PTV ファミリに固有の機能で、すべての POLA 製品で利用できます。Auto-Track は、各モジュールからの出力電圧を順番にパワーアップ、パワーダウンするために必要な回路の量を簡素化できるように設計されています。電源投入時に 2 つ以上の電源電圧のシーケンスが、TMS320™ DSP ファミリ、マイクロプロセッサ、ASIC などのデュアル電圧 VLSI IC を使用する複雑なミックスド シグナル アプリケーションでは、一般的な要件です。

7.1.1.9.1 Auto-Track™ の仕組み

Auto-Track は、トラック制御ピン(1) に提示された電圧にモジュールの出力電圧を強制的に追従させることで機能します。この制御範囲は 0V とモジュール設定点電圧の間に制限されています。トラック ピンの電圧が設定点電圧より高くなると、モジュールの出力は設定点(2) に維持されます。たとえば、2.5-V レギュレータのトラック ピンが 1V の場合、制御された出力は 1V になります。トラック ピンの電圧が 3V まで上昇すると、制御された出力は 2.5V を超えません。

Auto-Track コントロールの場合、モジュールからの調整出力は、ボルト対ボルトベースでトラック ピンの電圧に追従します。これらのモジュールの多くのトラック ピンを互いに接続することで、出力電圧はパワーアップ時とパワーダウン時に共通の信号に追従します。制御信号には、外部で生成されるマスタ ランプ波形、または他の電源回路(3) からの出力電圧を使用できます。利便性を高めるため、トラック入力には内部 RC 充電回路が組み込まれています。これは、モジュールの入力電圧で動作し、パワーアップ時に適切な立ち上がり波形を生成します。

7.1.1.9.2 代表的なアプリケーション

Auto-Track の基本的な実装により、多数の Auto-Track 準拠モジュールの同時電圧シーケンシングが可能です。2 つ以上のモジュールのトラック入力を接続すると、トラック入力が同じ集合的な RC ランプ波形に従うように強制され、そのパワーアップ シーケンスを共通のトラック制御信号から調整できるようになります。これは、パワーアップ リセット電圧のスーパーバイザ IC などのオープン コレクタ (またはオープン ドレイン) デバイスである可能性があります。図 7-12 の U3 を参照してください。

パワーアップ シーケンスを調整するには、まずトラック制御をグラウンド電位にプルする必要があります。これは、モジュールに入力電力を印加するとき、またはその前に行う必要があります。入力電源が印加されてから、グランド信号は少なくとも 20ms 間維持する必要があります。この短い時間をモジュールが使用すると、内部ソフト スタートの初期化 (4) を完了し、出力電圧を生成できるようになります。時間遅延機能を内蔵した低コストの電源電圧スーパーバイザ IC は、電源投入時にトラック入力を自動的に制御するための理想的な部品です。

図 7-12 に、TL7712A 電源電圧スーパーバイザ IC (U3) を使用して PTH08T210W モジュールのシーケンス パワーアップを調整する方法を示します。TL7712A スーパーバイザの出力は、入力電圧 3.6V を上回るとアクティブになり、入力電圧がモジュールの低電圧誤動作防止スレッショルドに達するよりも十分に前に共通のトラック制御に対してグランド信号をアサートできます。グランド信号は、入力電圧が U3 の電圧スレッショルドである 10.95V を上回ってから約 28ms まで維持されます。28ms の時間は、コンデンサ C3 によって制御されます。2.2µF の値により、モジュールが内部ソフト スタートの初期化を完了するのに十分な時間遅延を確保できます。トラック制御電圧が上昇するまで、各モジュールの出力電圧はゼロのままです。U3 がグランド信号を除去すると、トラック制御電圧は自動的に上昇します。これにより、各モジュールの出力電圧は、それぞれの設定点電圧に達するまで、他のモジュールと同時に上昇します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

図 7-13 に、入力電圧が回路に印加された後の出力電圧波形を示します。これらの波形 V_O1 と V_O2 は、それぞれ U1 (3.3V) と U2 (1.8V) の 2 つのパワー モジュールの出力電圧を表しています。V_{TRK}、V_O1、V_O2 は共に立ち上がり、目的の同時パワーアップ特性を生み出しています。

同じ回路でもパワーダウン シーケンスがあります。入力電圧が U3 の電圧スレッショルドを下回ると、グランド信号が共通のトラック制御に再印加されます。これにより、図 7-14 に示すように、トラック入力が 0V にプルアップされ、各モジュールの出力が強制的に追従します。通常、パワーダウンは、入力電圧がモジュールの低電圧誤動作防止スレッショルドを下回る前に完了しています。これは重要な考慮事項です。入力電圧が存在しなくなったことをモジュールが認識すると、モジュールの出力はトラック入力に印加された電圧に追従できなくなります。パワーダウン シーケンス中、モジュールからの出力電圧の低下は Auto-Track スルーレート機能によって制限されます。

7.1.1.9.3 Auto-Track™ の使用に関する注意事項

1. トラック ピンの電圧は、モジュールが調整された設定点電圧にレギュレートする前に、モジュールの設定点電圧より高くなるようにしてください。
2. Auto-Track 機能は、電源投入時にほぼすべての電圧ランプを追跡し、最大 1V/ms のランプ速度と互換性があります。
3. トラック ピンに印加できる絶対最大電圧は、入力電圧 V_I です。
4. モジュールは、ソフト スタートの初期化が完了するまでトラック制御入力の電圧に追従できません。これには、入力に有効電圧が印加されてから約 20ms がかかります。この期間中は、トラック ピンをグランド電位に保持することをお勧めします。
5. トラック ピンを入力電圧 (V_I) に接続すると、Auto-Track 機能が無効になります。Auto-Track が無効の場合、入力電源が印加された後、出力電圧はより速く、より直線的な速度で上昇します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

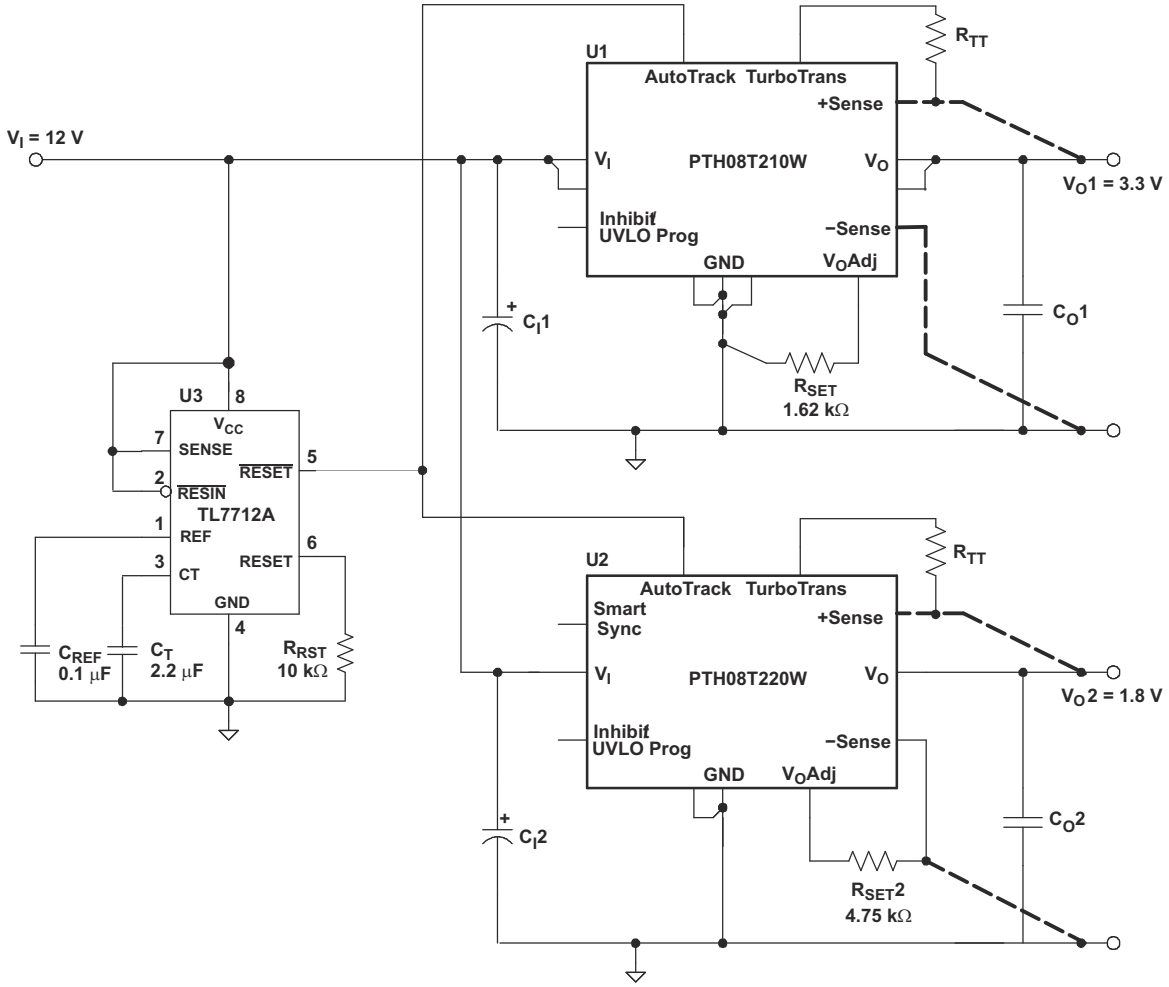


図 7-12. Auto-Track を使用したパワーアップとパワーダウンのシーケンス制御

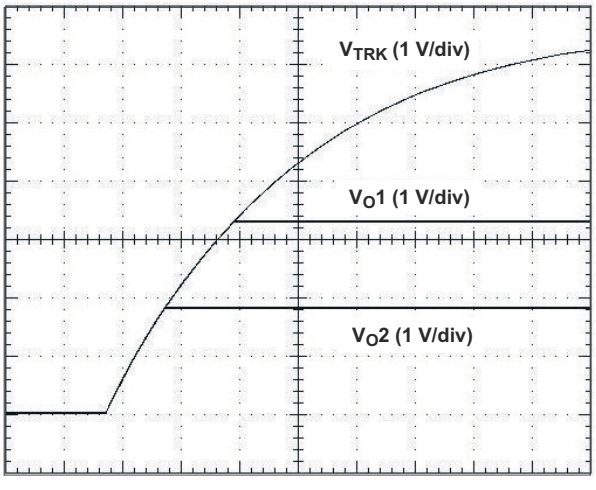


図 7-13. Auto-Track 制御による同時パワーアップ

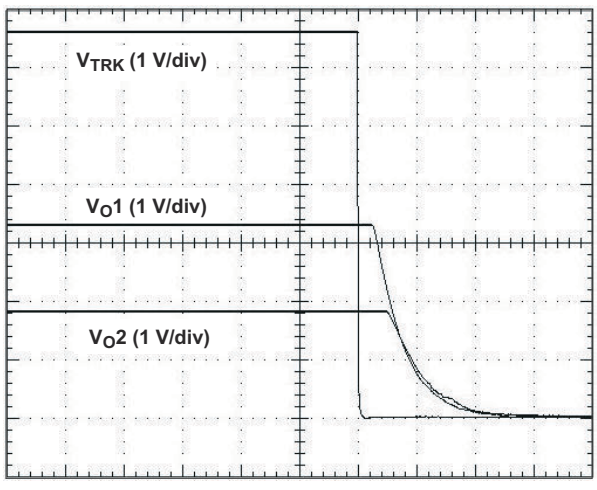


図 7-14. Auto-Track 制御による同時パワーダウン

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。 変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

8.2 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計で必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの使用条件を参照してください。

8.3 商標

POLA™, TurboTrans™, and Auto-Track™ are trademarks of Texas Instruments.
AutoTrack™, TMS320™, and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

8.4 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

8.5 用語集

テキサス・インスツルメンツ用語集　　この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 改訂履歴

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

Changes from Revision J (June 2017) to Revision K (May 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

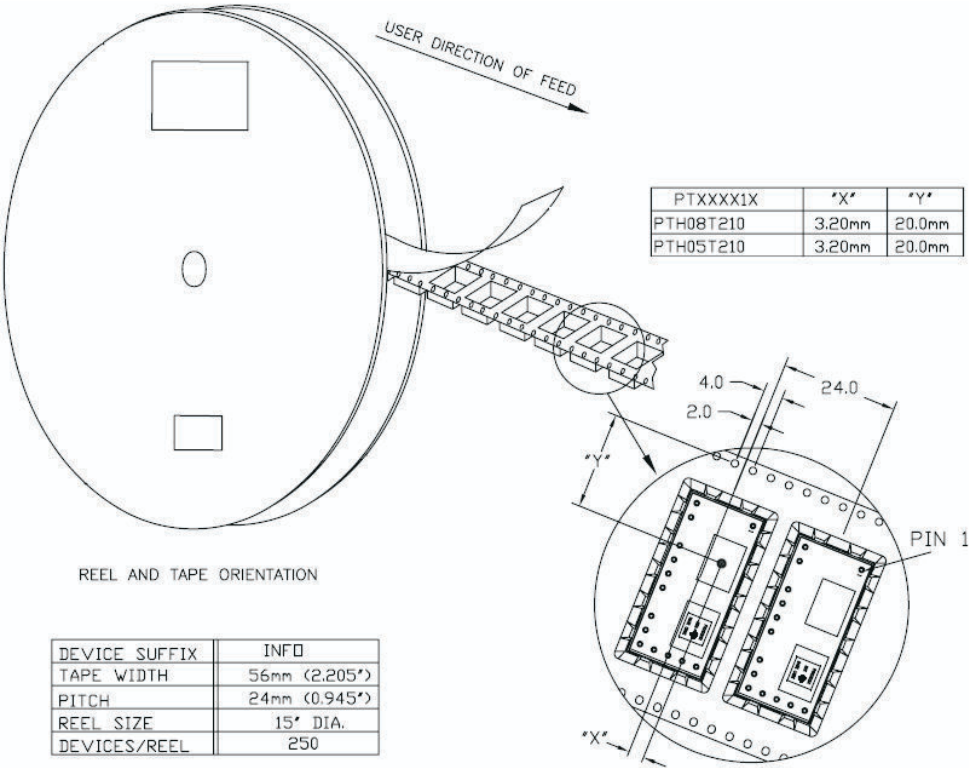
Changes from Revision I (March 2009) to Revision J (June 2017)	Page
• セクション 5.3 表の、標準過電流保護スレッショルド (I_{LIM}) を「55A」から「50A」に変更	6

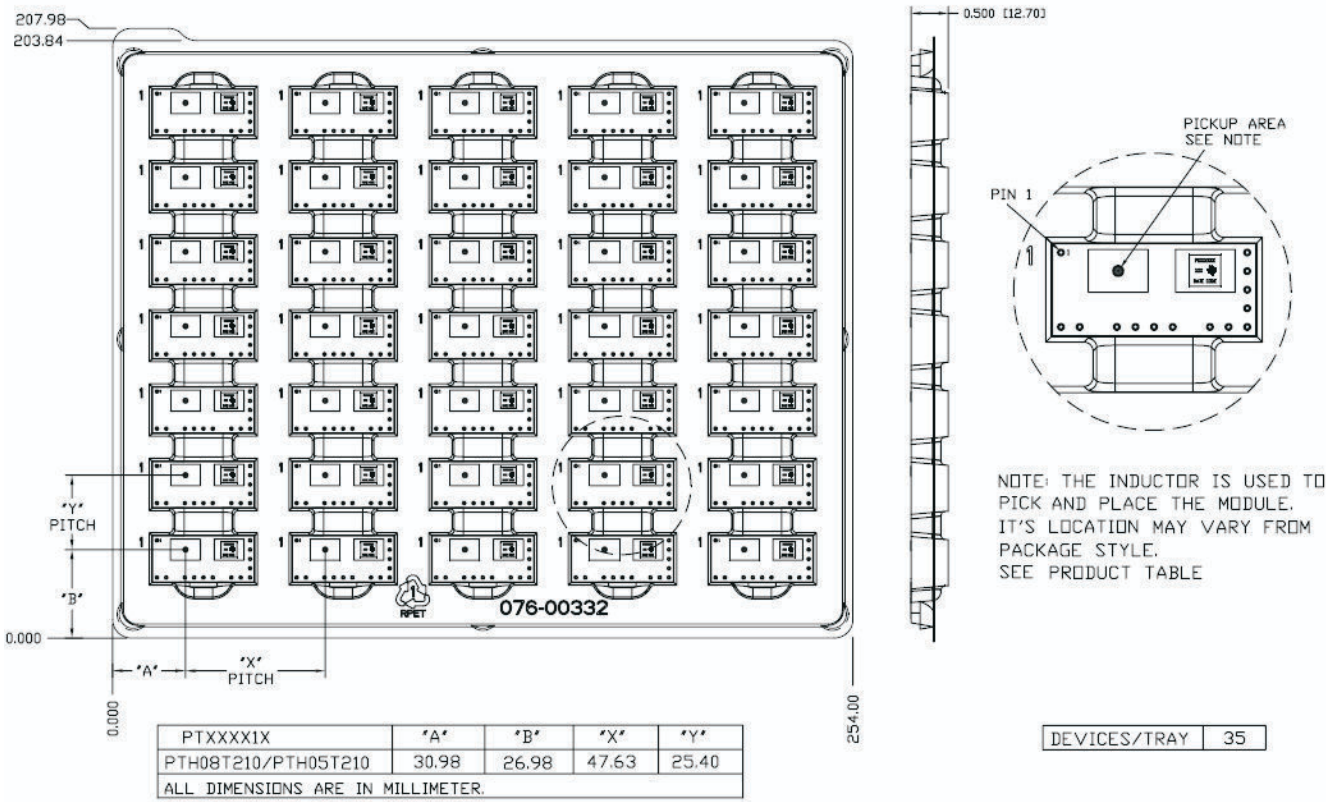
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

10 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

10.1 テープ アンド リールおよびトレイ図面





PTXXXX1X	"A"	"B"	"X"	"Y"
PTH08T210/PTH05T210	30.98	26.98	47.63	25.40
ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER.				

DEVICES/TRAY	35

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
PTH08T210WAD	Last Time Buy	Production	Through-Hole Module (ECP) | 14	35 | TIW TRAY	Exempt	SN	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAD.B	Last Time Buy	Production	Through-Hole Module (ECP) | 14	35 | TIW TRAY	Exempt	SN	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAH	Last Time Buy	Production	Through-Hole Module (ECP) | 14	35 | TIW TRAY	Exempt	SN	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAH.B	Last Time Buy	Production	Through-Hole Module (ECP) | 14	35 | TIW TRAY	Exempt	SN	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAS	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	35 | TIW TRAY	No	SNPB	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAS.B	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	35 | TIW TRAY	No	SNPB	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAST	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	250 | SMALL T&R	No	SNPB	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAST.B	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	250 | SMALL T&R	No	SNPB	Level-1-235C-UNLIM/ Level-3-260C-168HRS	-40 to 85	
PTH08T210WAZ	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	35 | TIW TRAY	In-Work	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	
PTH08T210WAZ.B	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	35 | TIW TRAY	In-Work	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	
PTH08T210WAZT	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	250 | SMALL T&R	In-Work	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	
PTH08T210WAZT.B	Last Time Buy	Production	Surface Mount Module (ECQ) | 14	250 | SMALL T&R	In-Work	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) Lead finish/Ball material: Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) MSL rating/Peak reflow: The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

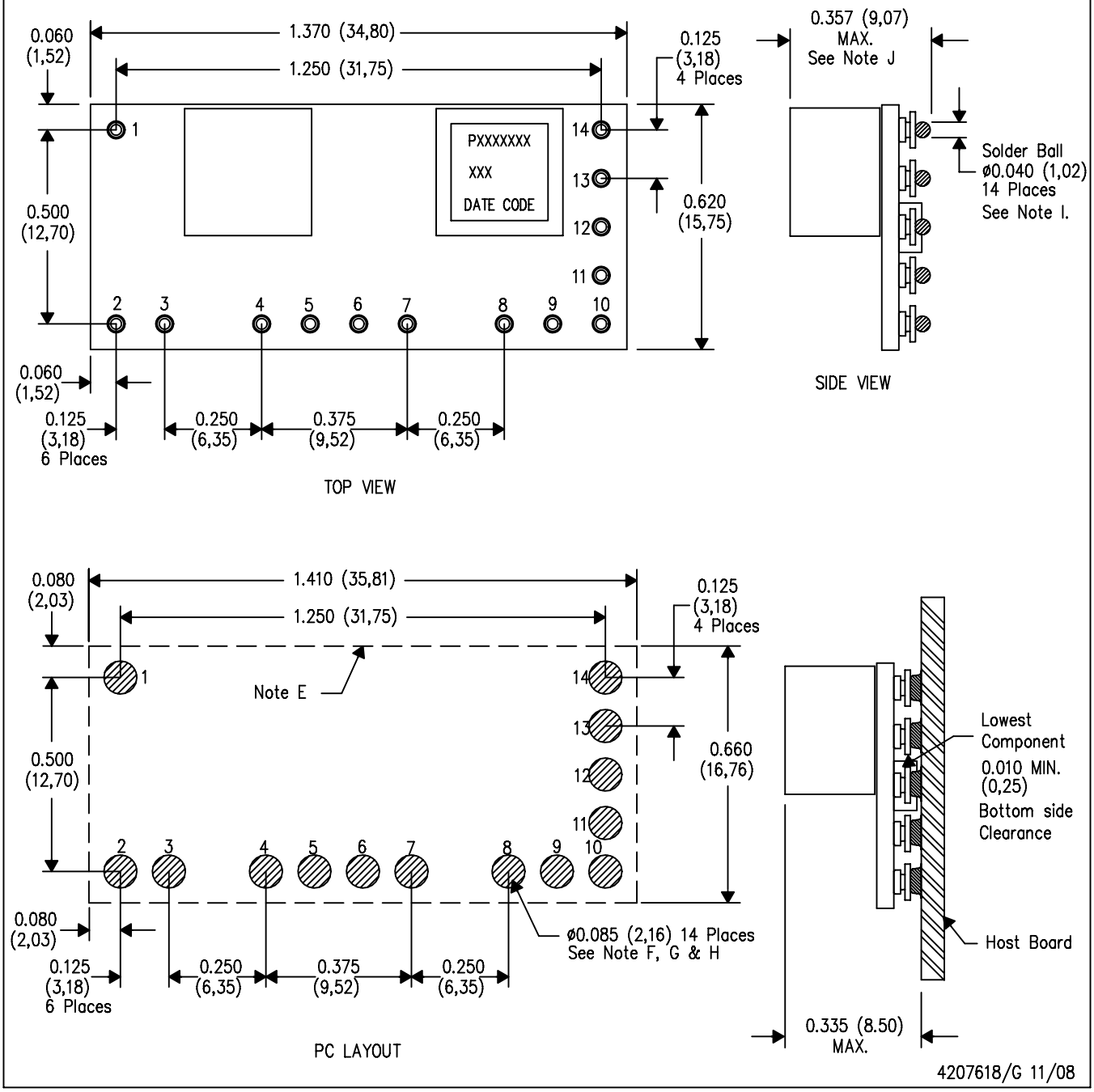
(6) Part marking: There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

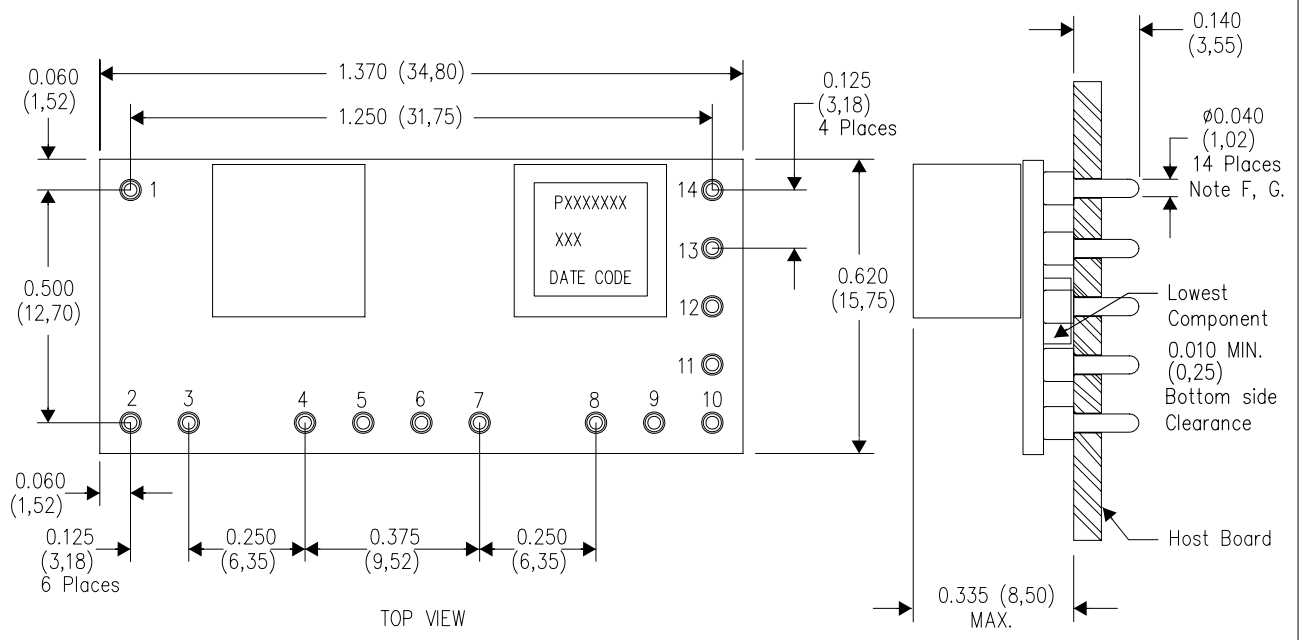
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

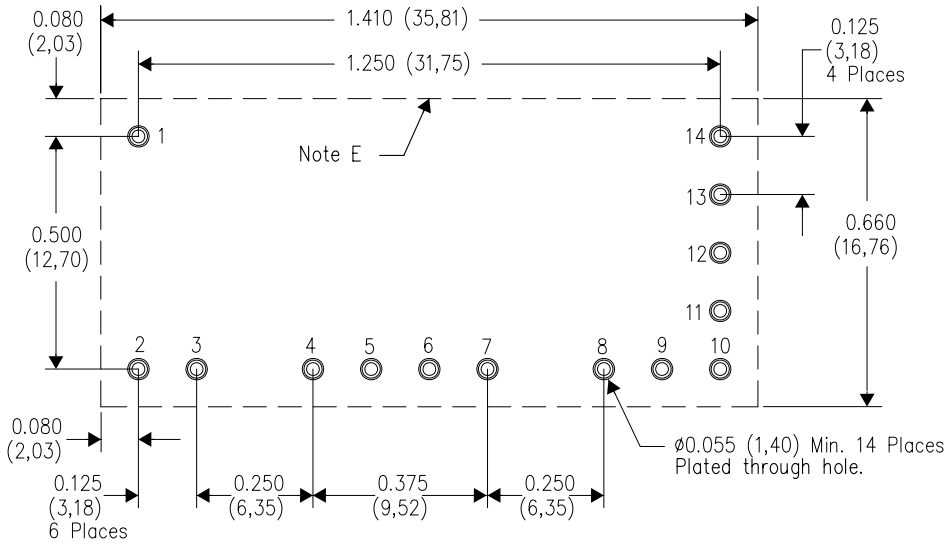
ECQ (R–PDSS–B14) DOUBLE SIDED MODULE



NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (mm).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. 2 place decimals are ±0.030 (±0,76mm).
D. 3 place decimals are ±0.010 (±0,25mm).
E. Recommended keep out area for user components.
F. Power pin connection should utilize two or more vias to the interior power plane of 0.025 (0,63) I.D. per input, ground and output pin (or the electrical equivalent).
G. Paste screen opening: 0.080 (2,03) to 0.085 (2,16). Paste screen thickness: 0.006 (0,15).
H. Pad type: Solder mask defined.
I. All pins: Material – Copper Alloy
Finish – Tin (100%) over Nickel plate
Solder Ball – See product data sheet.
J. Dimension prior to reflow solder.

ECP (R–PDSS–T14) DOUBLE SIDED MODULE





4207617/F 11/07

NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (mm).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. 2 place decimals are ±0.030 (±0,76mm).
D. 3 place decimals are ±0.010 (±0,25mm).
E. Recommended keep out area for user components.
F. Pins are 0.040" (1,02) diameter with 0.070" (1,78) diameter standoff shoulder.
G. All pins: Material – Copper Alloy
Finish – Tin (100%) over Nickel plate

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