参 考 資 料

PTH03050W

SLTS266



公称サイズ: 0.87 インチ× 0.5 インチ
(22.1 mm × 12.57 mm)

6 A、3.3 V 入力の非絶縁型 広範囲出力調整型パワー・モジュール

特徴

- 最大出力電流: 6 A
- 入力電圧: 3.3 V
- 広い出力電圧調整範囲: 0.8 V ～ 2.5 V
- 高い電力変換効率: 最大 94 %
- 電力密度: 103 W/in^3
- on/off 制御機能
- プリバイアス・スタートアップ
- 低電圧ロックアウト機能
- 動作温度範囲: –40 ～ +85 ℃
- Auto-Track™ シーケンス機能
- 出力過電流保護 (ラッチなし、自動復帰)
- IPC Lead Free 2 (IPC 鉛フリー 2) 対応
- 安全規格認定済み: UL 1950、CSA 22.2 950、EN60950 VDE (認定待ち)
- Point-of-Load Alliance 規格との互換性

概要

PTH03050 は、テキサス・インスツルメンツの最小サイズの非絶縁型パワー・モジュールの 1 つであり、Auto-Track™ を内蔵しています。Auto-Track は、電源投入時および切断時に、モジュールが互いの出力電圧または他の外部電圧をトラッキングすることにより、電源システムでの供給電圧シーケンス機能を簡素化します。

これらのモジュールは小型サイズ (0.87 インチ × 0.5 インチ) で、定格で最大 6 A の出力電流を供給し、スペース、パフォーマンス、および電源投入シーケンス機能が重視されるアプリケーションにとって理想的な選択肢になります。

この製品は、3.3 V の入力バス電圧から、ハイパフォーマンスのステップダウン変換を行います。PTH03050W の出力電圧は、1 個の抵抗を使用して、0.8 V ～ 2.5 V の範囲で任意の電圧に設定できます。

他の特徴として、on/off 制御機能 (インヒビット)、出力電圧調整 (トリム)、出力過電流保護が挙げられます。高い効率を実現するために、これらのパーツは同期整流型出力段を採用しています。一方、プリバイアス・ホールドオフ機能により、起動時に出力が電流をシンク (吸い込み) することはありません。

想定されているアプリケーションは、電気通信、工業用、および汎用の回路であり、DSP、マイクロ・プロセッサ、ASIC、または FPGA を使用する低電力の 2 電源電圧 (デュアル・ボルテージ) システムも該当します。

パッケージ・オプションには、スルーホール構成と表面実装構成の両方があります。

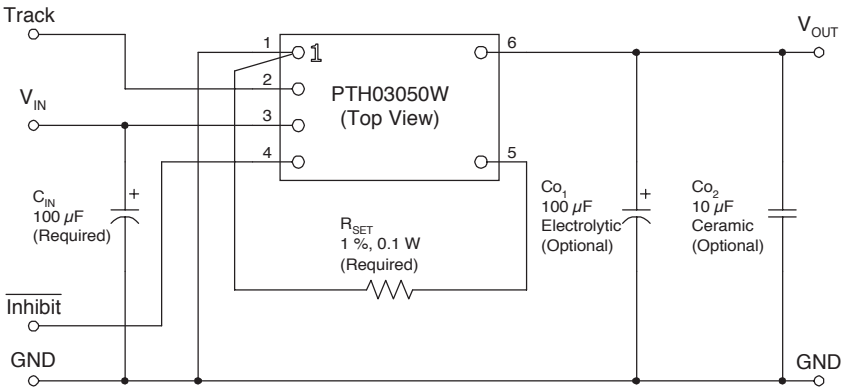
この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。
資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。
製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。
TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

ピン配置

ピン	機能
1	GND
2	Track
3	V_{in}
4	Inhibit *
5	V_o Adjust
6	V_{out}

* は、負論理を意味します。
Open = 通常動作
Ground = Inhibit動作がアクティブ (出力は停止)

標準的なアプリケーション



R_{set} = 出力電圧を 0.8 V より高い値に設定する場合に必要です (値については、仕様表を参照)。
C_{in} = 必須、100 µF コンデンサ。
Co_1 = オプション、100 µF コンデンサ。
Co_2 = オプション、10 µF セラミック・コンデンサ、出力リップル電圧の低減用。

静電気放電対策

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、 様々な損傷を与えます。 すべての集積回路は、 適切なESD 保護方法を用いて、 取扱いと保存を行うようにして下さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

オーダー情報

Output Voltage (PTH03050❒xx)		Package Options (PTH03050x❒❒)(1)		
Code	Voltage	Code	Description	Pkg Ref. (2)
W	0.8 V – 2.5 V (Adjust)	AH	Horiz. T/H	(EUU)
		AS	SMD, Standard (3)	(EUV)

注: (1) テープ・アンド・リール形態の SMD パッケージの場合のみ、製品名の最後に “T” を追加してください。
(2) サイズと PC 基板レイアウトは、該当のパッケージ参考図を参照してください。
(3) “標準” オプションでは、錫 / 鉛の比率が 63/37 というピンの半田仕上げを規定しています。

ピンの説明

Vin: コモン GND を基準とした正電圧入力による、モジュールへの電力供給ノード。

Vout: 上記の GND ノードを基準とした、 電圧調整後の正の電力出力。

GND: Vin および Vout の各電力接続に対するコモン・グラウンド接続です。また、制御入力に対する 0 VDC の基準でもあります。

Vo Adjust: 出力電圧を 0.8 V より高い値に設定するには、0.1 W、1 % 精度の抵抗を、このピンと GND の間に直接接続する必要があります。抵抗の温度安定性は、100 ppm/ ℃ 以上であることが必要です。出力電圧の設定ポイント範囲は、0.8 V ～ 2.5 V です。特定の出力電圧を得るために必要な抵抗の値は、次の式から計算できます。このピンをオープンのままにした場合、出力電圧は既定である最小値に等しくなります。出力電圧調整の詳細については、該当のアプリケーション・ノートを参照してください。

$$R_{set} = 10\ k\Omega \cdot \frac{0.8\ V}{V_{out} - 0.8\ V} - 2.49\ k\Omega$$

仕様表では、多くの標準的な出力電圧に対する推奨抵抗値を掲載しています。

Inhibit: Inhibit ピンは、GND を基準とした、オープン・コレクタ/ドレインの負論理入力です。この入力に対して “Low” レベルのグラウンド信号を印加した場合、モジュールの出力は停止し、出力電圧は無効になります。 この Inhibit による制御がアクティブになった場合、レギュレータによる入力電流の引き込みは大幅に減少します。この Inhibit ピンをオープンのままにした場合、有効な入力電力が印加されているときは必ず、モジュールは出力を生成します。

Track: これは、出力電圧を外部電圧に追従させるためのアナログの制御入力です。このピンは、入力電圧を印加してから標準で 20 ms (ミリ秒) 後にアクティブになります。また、出力電圧を 0 V から公称の設定ポイント電圧までの範囲で直接制御できるようにします。この範囲内で、出力は Track ピンの電圧に対し、電圧対電圧ベースで追従します。 制御電圧がこの範囲を上回った場合、モジュールにより設定電圧への調整が行われます。この機能により、同じ入力バスから電力供給されている他のモジュールと同時に、出力電圧を上げることができます。この入力を使用しない場合は、Vin に接続してください。**注:** 低電圧ロックアウト機能により、 このモジュールの出力は、 電源投入時は自らの入力電圧に追従できません。詳細については、該当のアプリケーション・ノートを参照してください。

環境定格と絶対最大定格（電圧は GND を基準とした表記）

Characteristics	Symbols	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Track Input Voltage	V_{track}		–0.3	—	V_{in} + 0.3	V
Operating Temperature Range	T_a	Over V_{in} Range	–40 (i)	—	85	°C
Solder Reflow Temperature	T_{reflow}	Surface temperature of module body or pins			235 (ii)	°C
Storage Temperature	T_s	—	–40	—	125	°C
Mechanical Shock		Per Mil-STD-883D, Method 2002.3 1 msec, ½ Sine, mounted	—	500	—	G's
Mechanical Vibration		Mil-STD-883D, Method 2007.2 20-2000 Hz	—	20	—	G's
Weight	—		—	2.9	—	grams
Flammability	—	Meets UL 94V-O				

注：（i）0 ℃ 以下で動作させる場合、外部コンデンサは安定した特性を示す必要があります。低 ESR（等価直列抵抗）のタンタル・コンデンサ、OS-Con、またはセラミック・コンデンサを使用してください。

（ii）SMD パッケージ・バージョンを半田リフローするときは、モジュール、ピン、または内部コンポーネントのピーク温度が、規定の最大値を上回らないようにしてください。

PTH03050W 3.3 V 入力

仕様（特に指定がない限り、T_a = 25 ℃、V_{in} = 3.3 V、V_o = 2.5 V、C_{in} = 100 µF、Co_1 = 0 µF、Co_{o2} = 0 µF、I_o = $I_o$max）

			PTH03050W			
Characteristics	Symbols	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Output Current	I_o	0.8 V ≤ V_o ≤ 2.5 V, 85 °C, natural convection	0	—	6 (1)	A
Input Voltage Range	V_{in}	Over I_o range	2.95	—	3.65	V
Set-Point Voltage Tolerance	V_o tol		—	—	±2 (2)	%V_o
Temperature Variation	ΔReg_{temp}	–40 °C < T_a < +85 °C	—	±0.5	—	%V_o
Line Regulation	ΔReg_{line}	Over V_{in} range	—	±10	—	mV
Load Regulation	ΔReg_{load}	Over I_o range	—	±12	—	mV
Total Output Variation	ΔReg_{tot}	Includes set-point, line, load, –40 °C ≤ T_a ≤ +85 °C	—	—	±3 (2)	%V_o
Efficiency	η	I_o =4 A R_{SET} = 2.21 kΩ V_o = 2.5 V	—	94	—	%
		R_{SET} = 4.12 kΩ V_o = 2.0 V	—	92	—	
		R_{SET} = 5.49 kΩ V_o = 1.8 V	—	91	—	
		R_{SET} = 8.87 kΩ V_o = 1.5 V	—	90	—	
		R_{SET} = 17.4 kΩ V_o = 1.2 V	—	88	—	
		R_{SET} = 36.5 kΩ V_o = 1.0 V	—	87	—	
V_o Ripple (pk-pk)	V_r	20 MHz bandwidth, Co_2 =10 µF ceramic	—	20 (3)	—	mVpp
Over-Current Threshold	I_o trip	Reset, followed by auto-recovery	—	12	—	A
Transient Response		1 A/µs load step, 50 to 100 % $I_o$max, Co_1 =100 µF				
	t_{tr}	Recovery Time	—	70	—	µSec
	ΔV_{tr}	V_o over/undershoot	—	100	—	mV
Track Input Current (pin 2)	I_{IL} track	Pin to GND	—	—	–130 (4)	µA
Track Slew Rate Capability	dV_{track}/dt	C_{out} ≤C_{out}(max)	—	—	1	V/ms
Under-Voltage Lockout	UVLO	V_{in} increasing	—	2.45	2.8	V
		V_{in} decreasing	2.2	2.40	—	
Inhibit Control (pin4)		Referenced to GND				
Input High Voltage	V_{IH}		V_{in} –0.5	—	Open (4)	V
Input Low Voltage	V_{IL}		–0.2	—	0.6	
Input Low Current	I_{IL} inhibit	Pin to GND	—	–130	—	µA
Input Standby Current	I_{in} inh	Inhibit (pin 4) to GND, Track (pin 2) open	—	10	—	mA
Switching Frequency	f_s	Over V_{in} and I_o ranges	550	600	650	kHz
External Input Capacitance	C_{in}		100 (5)	—	—	µF
External Output Capacitance	Co_1, Co_2	Capacitance value non-ceramic	0	100 (6)	3,300 (7)	µF
		ceramic	0	—	300	
		Equiv. series resistance (non-ceramic)	4 (8)	—	—	mΩ
Reliability	MTBF	Per Bellcore TR-332 50 % stress, T_a =40 °C, ground benign	6	—	—	10^6 Hrs

注：（1）1 oz（0.035 mm）の銅を使用した 4 層基板にモジュールを直付けする場合、ディレーティングは必要ありません。

（2）設定ポイント電圧の公差は、R_{SET} の公差と安定性によって影響を受けます。規定された上限は、R_{SET} の公差が 1 %、なおかつ温度安定性が 100 ppm/℃ 以上の場合、無条件で成立します。

（3）pk-pk（ピーク・ツー・ピーク）出力リップル電圧を測定するときは、10 µF の外部セラミック・コンデンサを使用します。標準アプリケーション回路図を参照してください。

（4）この制御ピンには、入力電圧 Vin に対して接続された内蔵プルアップ抵抗があります。このピンをオープンのままにした場合、このモジュールは入力電力が印加されているときに動作します。制御用に、漏れ電流の少ない（100 nA 未満）MOSFET をお勧めします。詳細については、該当のアプリケーション・ノートを参照してください。

（5）正常に動作させるには、100 µF の入力コンデンサが必要です。コンデンサは、リップル電流最小値 300 mA rms（実効値）という定格を満たす必要があります。

（6）基本動作の場合、外部出力コンデンサは必要ありません。負荷側に 100 µF の容量を追加すると、過渡応答が向上します。

（7）これは計算上の最大値です。ESR の下限では、通常、これより小さい値が得られます。詳細については、アプリケーション・ノートを参照してください。

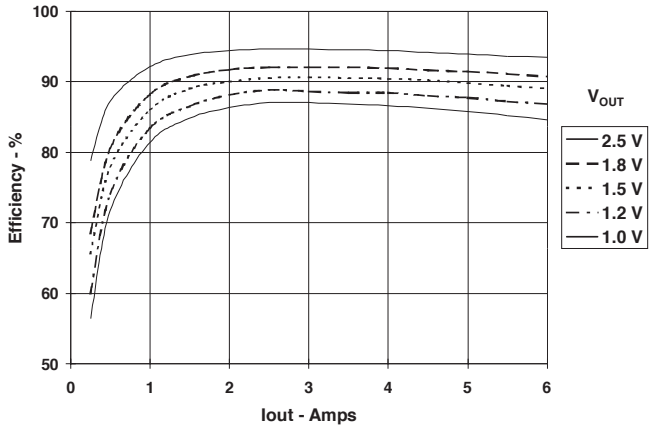
（8）これは、（セラミックではない）出力電解コンデンサ全般の標準的な ESR です。ESR の最大値を使用して計算する場合、最小値として 7 m を使用してください。

代表的特性

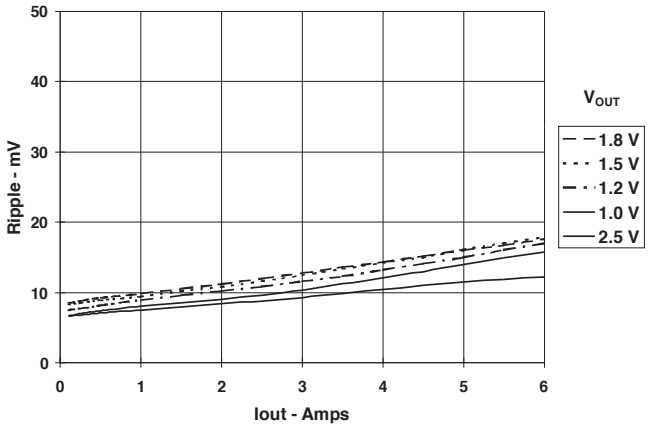
特性データ : Vin = 3.3 V

（注 A を参照）

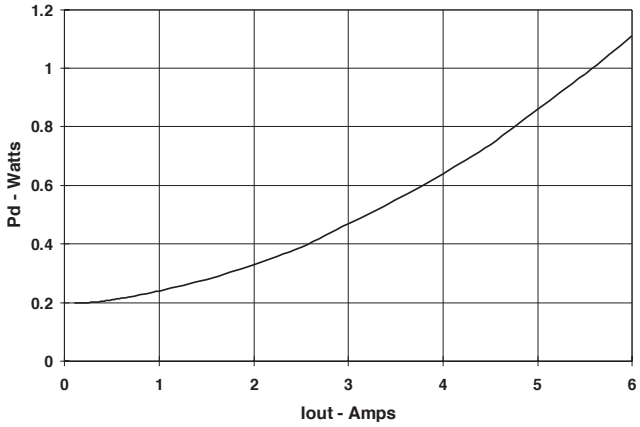
効率 － 負荷電流



出力リップル - 負荷電流（表の注 3 を参照）



電力損失 - 負荷電流



注 A: 特性データは 25℃で試験された実際の製品から得られたものです。

アプリケーション・ノート

PTH03050W および PTH05050W

PTH03050 および PTH05050 シリーズの パワー・モジュールに対するコンデンサの推奨

入力コンデンサ

推奨される入力コンデンサは、100 µF [1] の最小静電容量と、300 mA rms(実効値) の最小許容リップル電流という定格によって決まります。 入力コンデンサを選択する上で、 リップル電流、100 mΩ 未満の等価直列抵抗 (ESR)、 および温度は主要な考慮事項です。ポリマー・タンタル・コンデンサとは異なり、通常のタンタル・コンデンサには、次のように推奨される最小電圧定格があります。2 ×(最大 DC 電圧 + AC リップル)。これは、安定性を保証するための標準的な基準ですが、 入力バスでリップル低減を改善するために、セラミック・コンデンサを使用して電解コンデンサを補い、 必要な静電容量の最小値を達成することもできます。

入力コンデンサを選択する上で、リップル電流、100 mΩ 未満の等価直列抵抗 (ESR)、および温度は主要な考慮事項です。ポリマー・タンタル・コンデンサとは異なり、通常のタンタル・コンデンサには、次のように推奨される最小電圧定格があります。2 ×(最大 DC 電圧 + AC リップル)。これは、安定性を保証するための標準的な基準ですが、この要件を満たすのに十分な電圧定格に達しているのは、一部のタンタル・コンデンサのみです。温度が 0 ℃ 未満の場合、アルミニウム電解コンデンサの ESR は増加します。このようなアプリケーションでは、OS コンデンサ、ポリマー・タンタル、およびポリマー・アルミニウム・タイプを考慮する必要があります。

出力コンデンサ (オプション)

負荷が過渡的に変化する (負荷電流の急激な変化) アプリケーションでは、外部出力コンデンサを使用することにより、レギュレータの応答を改善できます。推奨される出力静電容量 100 µF により、 モジュールは自らの過渡応答特性を満たすことができます (製品データシートを参照)。ほとんどのアプリケーションでは、 高品質のコンピュータ用途アルミニウム電解コンデンサが適しています。これらのコンデンサは、2 kHz ～ 150 kHz の周波数範囲にわたってデカップリングを達成し、0 ℃ 以上の周囲温度に適しています。0 ℃未満の場合、タンタル、セラミック、または OS-CON タイプのコンデンサをお勧めします。セラミック以外のコンデンサを 1 つまたは複数使用する場合、 計算によって得られる等価 ESR は、4 mΩ (単一コンデンサを想定したメーカーの最大 ESR を使用する場合は 7 mΩ) を下回るべきではありません。推奨される低 ESR タイプのコンデンサからなるリストを、表 1-1 に示します。

セラミック・コンデンサ

150 kHz を上回る場合、アルミニウム電解コンデンサのパフォーマンスはあまり効率的ではありません。 反射される入力リップル電流、または出力過渡応答をさらに向上させるために、多層セラミック・コンデンサを追加することもできます。 多層セラミック・コンデンサは、ESR が非常に低く、共鳴周波数はレギュレータの帯域幅を上回っています。出力側で使用する場合、セラミック・コンデンサの合計静電容量が 300 µF を超えない限り、合成 ESR は重要ではありません。また、局部共振回路の構成を防止するために、10 µF 以上の同一のセラミック・コンデンサを 5 個以上並列に配置することを避けてください。

タンタル・コンデンサ

タンタル・タイプのコンデンサは、入力と出力の両方で使用でき、周囲温度が 0 ℃ を下回る可能性のあるアプリケーションで推奨されます。AVX TPS、Sprague 593D/594/595、および Kemet T495/T510 の各コンデンサ・シリーズは、より高い定格サージ、電力損失、および許容リップル電流特性を達成していることから、他のタンタル・ タイプよりも推奨されるものです。 念のために付け加えると、多くの汎用タンタル・コンデンサは、かなり高い ESR、低減された電力損失特性、 および低い許容リップル電流特性を持っています。これらのコンデンサは、電力損失特性とサージ電流の定格が低いので、信頼性が相対的に低くなっています。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。

出力側で OS-CON およびポリマー・タンタル・コンデンサを指定する場合、 最大の静電容量値に達する前に、ESR の下限に達することが想定されます。

コンデンサー覧

表 1-1 では、受け入れ可能な ESR とリップル電流(rms、実効値)の定格を規定している、さまざまなベンダのコンデンサに関する特性を示しています。入力バスと出力バスの両方で必要とされるコンデンサの推奨数は、コンデンサのタイプごとに指定されます。

これは、コンデンサの完全なリストではありません。他のベンダから供給されている、互換性のあるコンデンサも利用できます。これらの製品は、ガイドの目的で掲載されています。RMS リップル電流定格と ESR (100 kHz 時) は、レギュレータの最適パフォーマンスとコンデンサの長寿命の両方を保証する上で、必須のパラメータです。

超高速過渡負荷を想定した設計

DC/DC コンバータの過渡応答は、1 A/µs の di/dt による負荷トランジェントを使用して特性化されてきました。 この負荷トランジェントに対する代表的な電圧偏差は、出力コンデンサに対してオプションの値を使用し、データ・シートの仕様表に記載されています。トランジェントの di/dt が増加するにつれて、コンバータの整流回路の応答は、最終的には出力コンデンサのデカップリング・ネットワークに依存するようになります。これは、トランジェント速度がその帯域幅の範囲を上回ったときに発生する、 あらゆる DC/DC コンバータにとって固有の制約です。ターゲット・アプリケーションがより高い di/dt またはより低い電圧偏差を規定している場合、 追加の出力コンデンサによるデカップリングを通してのみ、その要求を達成できます。これらの状況では、選択するコンデンサのタイプ、容量値、および ESR に対して特別の注意を払う必要があります。

トランジェント・パフォーマンスの要求が、データ・シートで規定された特性を上回っている場合、または合計負荷容量が 3,000 µF を超える場合、 出力コンデンサの選択はさらに重要になります。詳細なガイドについては、個別のアプリケーション・ノートである “Selecting Output Capacitors for PTH Products in High-Performance Applications” (ハイパフォーマンス・アプリケーションでの PTH 製品で使用する出力コンデンサの選択) を参照してください。

表 1-1: 入出力コンデンサ

Capacitor Vendor, Type Series (Style)	Capacitor Characteristics					Quantity		
	Working Voltage	Value (µF)	Max. (ESR) at 100 kHz	Max. Ripple at 85 °C Current (Irms)	Physical Size (mm)	Input Bus	Output Bus	Vendor Number
Panasonic								
FC, Aluminum (SMD)	25 V	100 µF	0.300 Ω	450 mA	8×10	1	1	EEVFC1E101P
WA, Poly-Aluminum (SMD)	10 V	120 µF	0.035 Ω	2800 mA	8.3×6.9	1	≤5	EEFWA1A121P
Panasonic, Aluminum								
FC (Radial)	16 V	220 µF	0.150 Ω	555 mA	10×10.2	1	1	EEUFC1C221
FK (SMD)	16 V	330 µF	0.160 Ω	600 mA	8×10.2	1	1	EEVFK1C331P
United Chemi–Con								
FS, Os-con (Radial)	10 V	100 µF	0.040 Ω	2100 mA	6.3×9.8	1	≤5	10FS100M
PXA , Poly-Alum (SMD)	10 V	120 µF	0.027 Ω	2430 mA	8×6.7	1	≤4	PXA10VC121MH80TP
MVZ, Aluminum (SMD)	16 V	220 µF	0.170 Ω	450 mA	8×10	1	1	MVZ25VC221MH10TP
PS, Poly-Alum. (Radial)	10 V	100 µF	0.024 Ω	4420 mA	8×11.5	1	≤4	10PS270MH11
Nichicon, Aluminum								
WG, Aluminum (SMD)	35 V	100 µF	0.150 Ω	670 mA	10×10	1	1	UWG1V101MNR1GS
PM, (Radial)	25 V	150 µF	0.160 Ω	460 mA	10×11.5	1	1	UPM1E151MPH
F55, Tantalum (SMD)	10 V	100 µF	0.055 Ω	2000 mA	7.7×4.3	1	1	F551A107MN
Sanyo								
SVP, Os-con (SMD)	10 V	120 µF	0.040 Ω	>2500 mA	7×8	1	≤5	10SVP120M
SP, Os-con (Radial)	16 V	100 µF	0.025 Ω	>2800 mA	6.3×9.8	1	≤4	16SPS100M
TPE Poscap Polymer (SMD)	10 V	220 µF	0.025 Ω	>2400mA	7.3×5.7	1	≤4	10TPE220ML
AVX, Tantalum								
TPS (SMD)	10 V	100 µF	0.100 Ω	>1090 mA	7.3L	1	≤5	TPSD107M010R0100
	10 V	220 µF	0.100 Ω	>1414 mA	×4.3W ×4.1H	1	≤5	TPSV227M010R0100
Kemet								
T520, Poly-Alum (SMD)	10 V	100 µF	0.080 Ω	1200 mA	7.3L ×5.7W	1	1	T520D107M010AS
T495,Tantalum (SMD)	10 V	100 µF	0.100 Ω	>1100 mA	×4.0H	1	1	T495X107M010AS
A700-Poly-Alum. (SMD)	6.3 V	100 µF	0.018 Ω	2900 mA		1	≤3	A700D107M006AT
Vishay-Sprague								
594D, Tantalum (SMD)	10 V	150 µF	0.090 Ω	1100 mA	7.3L	1	1	594D157X0010C2T
595D, Tantalum (SMD)	10 V	120 µF	0.140 Ω	>1000 mA	×6.0W ×4.1H	1	1	595D127X0010D2T
94SA, Os-con (Radial)	10 V	100 µF	0.030 Ω	2670 mA	8×10.5	1	≤4	94SA107X0010EBP
Kemet, Ceramic X5R (SMD)	16 V	10	0.002 Ω	—	1210 case	1	≤5	C1210C106M4PAC
	6.3 V	47	0.002 Ω		3225 mm	2 [1]	≤5	C1210C476K9PAC
Murata, Ceramic X5R (SMD)	6.3 V	100	0.002 Ω	—	1210 case	1	≤3	GRM32ER60J107M
	6.3 V	47			3225 mm	2 [1]	≤5	GRM32ER60J476M
	16 V	22				5	≤5	GRM32ER61C226K
	16 V	10				1 [2]	≤5	GRM32DR61C106K
TDK, Ceramic X5R (SMD)	6.3 V	100	0.002 Ω	—	1210 case	1	≤3	C3225X5R0J107MT
	6.3 V	47			3225 mm	2 [1]	≤5	C3225X5R0J476MT
	16 V	22				5	≤5	C3225X5R1C226MT
	16 V	10				1 [2]	≤5	C3225X5R1C106MT

[1] 合成リップル電流定格に基づき、94 µF の合計静電容量が受け入れ可能です。
[2] 入力側で小容量のセラミック・コンデンサを使用して電解タイプを補い、高周波リップル電流を低減することもできます。

広範囲調整型パワー・モジュール PTH03050W および PTH05050W の出力電圧調整

V_o Adjust 制御（ピン 5）は、0.8 V 以上の出力電圧を設定します。PT03050W（3.3 V 入力）の調整範囲は、0.8 V ～ 2.5 V[1] であり、PTH05050W（5 V 入力）は 0.8 V ～ 3.6 V です。調整方法として、単一の外部抵抗 Rset を追加する必要があります。この抵抗は、V_o Adjust と GND ピン[2] の間に直接接続する必要があります。表 2-1 は、多くの標準的な電圧に対する外部抵抗の推奨値、および各抵抗値が達成する実際の出力電圧を示しています。

他の出力電圧に関しては、次の式を使用して必要な抵抗の値を計算するか、表 2-2 に掲載されている値の範囲から選択することができます。図 2-1 は、必要な抵抗の配置を示しています。

$$R_{set} = 10\,k\Omega \cdot \frac{0.8\ V}{V_{out} - 0.8\ V} - 2.49\,k\Omega$$

表 2-1: 標準的な出力電圧に対応する R_{set} の推奨値

V_{out} (Standard)	R_{set} (Pref'd Value)	V_{out} (Actual)
3.3 V[1]	698 Ω	3.309V
2.5 V	2.21 kΩ	2.502 V
2 V	4.12 kΩ	2.010 V
1.8 V	5.49 kΩ	1.803 V
1.5 V	8.87 kΩ	1.504 V
1.2 V	17.4 kΩ	1.202 V
1 V	36.5 kΩ	1.005 V
0.8 V	Open	0.8 V

図 2-1: Vo 調整用抵抗の配置

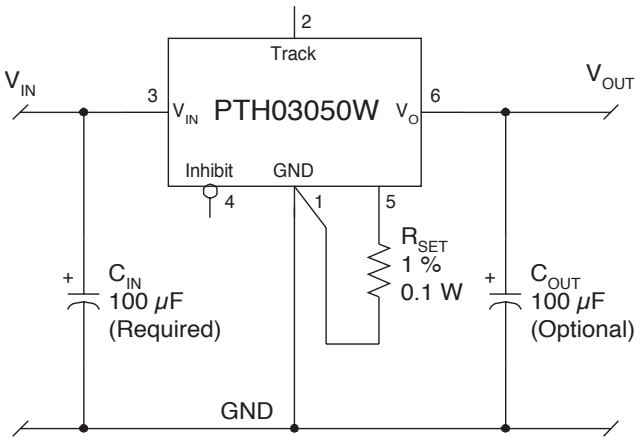


表 2-2: 出力電圧設定ポイントごとの抵抗値

V_o Req'd	R_{set}	V_o Req'd	R_{set}
0.800	Open	2.00	4.18 kΩ
0.825	318 kΩ	2.05	3.91 kΩ
0.850	158 kΩ	2.10	3.66 kΩ
0.875	104 kΩ	2.15	3.44 kΩ
0.900	77.5 kΩ	2.20	3.22 kΩ
0.925	61.5 kΩ	2.25	3.03 kΩ
0.950	50.8 kΩ	2.30	2.84 kΩ
0.975	43.2 kΩ	2.35	2.67 kΩ
1.000	37.5 kΩ	2.40	2.51 kΩ
1.025	33.1 kΩ	2.45	2.36 kΩ
1.050	29.5 kΩ	2.50	2.22 kΩ
1.075	26.6 kΩ	2.55	2.08 kΩ
1.100	24.2 kΩ	2.60	1.95 kΩ
1.125	22.1 kΩ	2.65	1.83 kΩ
1.150	20.4 kΩ	2.70	1.72 kΩ
1.175	18.8 kΩ	2.75	1.61 kΩ
1.200	17.5 kΩ	2.80	1.51 kΩ
1.225	16.3 kΩ	2.85	1.41 kΩ
1.250	15.3 kΩ	2.90	1.32 kΩ
1.275	14.4 kΩ	2.95	1.23 kΩ
1.300	13.5 kΩ	3.00	1.15 kΩ
1.325	12.7 kΩ	3.05	1.07 kΩ
1.350	12.1 kΩ	3.10	988 Ω
1.375	11.4 kΩ	3.15	914 Ω
1.400	10.8 kΩ	3.20	843 Ω
1.425	10.3 kΩ	3.25	775 Ω
1.450	9.82 kΩ	3.30	710 Ω
1.475	9.36 kΩ	3.35	647 Ω
1.50	8.94 kΩ	3.40	587 Ω
1.55	8.18 kΩ	3.45	529 Ω
1.60	7.51 kΩ	3.50	473 Ω
1.65	6.92 kΩ	3.55	419 Ω
1.70	6.4 kΩ	3.60	367 Ω
1.75	5.93 kΩ		
1.80	5.51 kΩ		
1.85	5.13 kΩ		
1.90	4.78 kΩ		
1.95	4.47 kΩ		

注：

1. 3.3 V 入力バスを使用して動作するモジュールは、2.5 V を超えないように調整してください。
2. 0.05 W の抵抗 1 個を使用できます。公差は 1 %、温度安定性は 100 ppm/ ℃ 以上であることが必要です。抵抗は、レギュレータのできるだけ近くに配置してください。 基板上で専用の配線を用意し、抵抗をピン 5 と 1 の間で直接接続してください。
3. コンデンサを V_o Adjust から GND または V_{out} に向かって接続しないでください。V_o Adjust ピンに追加したすべてのコンデンサは、レギュレータの安定性に影響を及ぼします。

アプリケーション・ノート

PTH/PTV シリーズ、広範囲調整型パワー・モジュール（3.3/5 V 入力）

非絶縁型、広範囲出力調整型パワー・モジュール PTH ファミリーの特徴

Point-of-Load Alliance™ との互換性

PTH/PTV ファミリーは、テキサス・インスツルメンツの非絶縁型、広範囲調整型パワー・モジュールであり、柔軟性とハイパフォーマンスを満たす小型サイズ・モジュールを必要とするアプリケーションに最適化されています。これらの各製品には、Point-of-Load Alliance™ との互換性があります。Point-of-Load Alliance 互換の製品は、多数のメーカーによって製造され、 互換性のあるフットプリントおよびフォーム・ファクタを持つ、 高度な非絶縁型モジュールを顧客に提供します。Point-of-Load Alliance のパーツは相互運用可能であることが保証されています。したがって、真のセカンドソースを顧客に提供します。

基本的な“Just Plug it In”（接続するだけ）機能を採用した 6 A モジュールから、30 A 定格で豊富な機能を提供する PTHxx030 まで、これらの製品は非常に柔軟性が高く、しかも簡単に使用できるように設計されたものです。これらの特徴は各製品によって異なります。表 3-1 では、製品シリーズごと、および入力バスの電圧ごとに、使用可能な機能が示されています。クイック・リファレンスとしてご利用ください。

表 3-1: シリーズごと、入力バスの電圧ごとの動作機能

Series	Input Bus	I_{OUT}	Adjust (Trim)	On/Off Inhibit	Over-Current	Pre-Bias Startup	Auto-Track™	Margin Up/Down	Output Sense	Thermal Shutdown
PTHxx050	3.3 V	6 A	•	•	•	•	•			
	5 V	6 A	•	•	•	•	•			
	12 V	6 A	•	•	•	•	•			
PTHxx060	3.3 V / 5 V	10 A	•	•	•	•	•	•	•	
	12 V	8 A	•	•	•	•	•	•	•	
PTHxx010	3.3 V / 5 V	15 A	•	•	•	•	•	•	•	
	12 V	12 A	•	•	•	•	•	•	•	
PTVxx010	5 V	8 A	•	•	•	•	•		•	
	12 V	8 A	•	•	•	•	•		•	
PTHxx020	3.3 V / 5 V	22 A	•	•	•	•	•	•	•	•
	12 V	18 A	•	•	•	•	•	•	•	•

簡潔なポイントオブユース・アプリケーションでは、PTHxx050 により on/off 制御機能（インヒビット）、出力電圧調整（トリム）、プリバイアス・スタートアップ機能、および過電流保護機能が提供されています。PTHxx060（10 A）および PTHxx010（15/12 A）には、出力電圧センス、マージン・アップ/ダウン・コントロール機能が搭載されており、大出力電流に対応する PTHxx020 および PTHxx030 製品は、過熱時のシャットダウン保護機能を備えています。

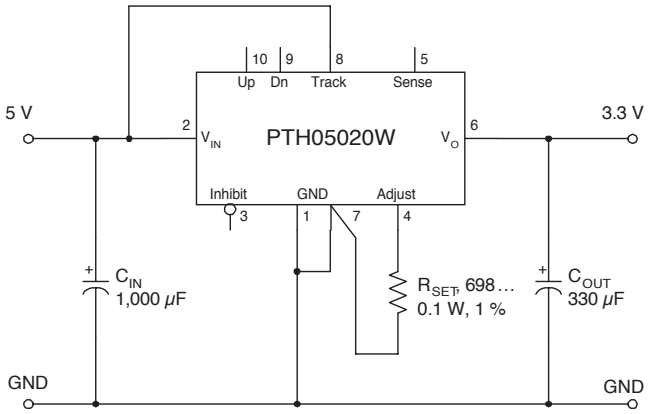
PTVxx010 と PTVxx020 は、垂直型のシングル・インライン・ピン（SIP） パッケージに封入された類似パーツであり、 電流定格がわずかに低くなっています。

また、表 3-1 に掲載されているすべての製品には、Auto-Track™ 機能があります。これは、電源システムでの供給電圧シーケンスを簡素化するために専用設計されたものです。この機能、およびその他の機能について、以下のセクションで説明します。

ソフトスタート電源投入

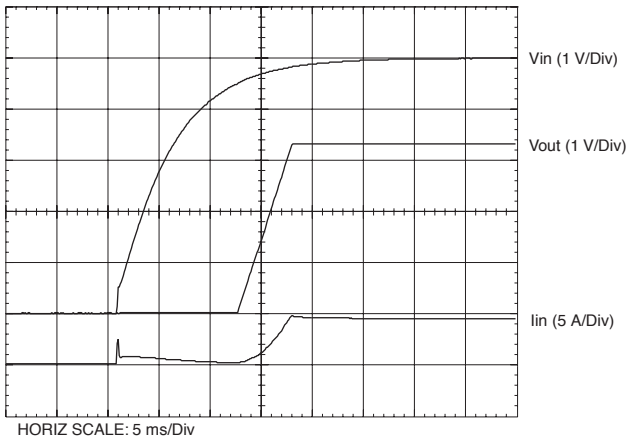
Auto-Track 機能により、Track ピンを用いて複数のモジュールの電源投入を直接制御できます。ただし、スタンドアロン構成の場合、または Auto-Track 機能を使用していない場合は、Track ピンを、入力電圧 Vin に直接接続する必要があります（図 3-1 を参照）。

図 3–1



Track ピンを入力電圧に接続した場合、Auto-Track 機能は永続的に無効になります。この結果、モジュールは完全に、内部のソフトスタート回路の制御下で電源投入することになります。 ソフトスタート制御下で電源投入する場合、 出力電圧は急速およびよりリニアなレートで、設定ポイントまで立ち上がります。

図 3–2



有効な入力電圧が印加された瞬間から、出力電圧を立ち上げるまでに、ソフトスタート制御により、短い遅延（通常は 5 ms ～ 10 ms）が生成されます。その後、出力は徐々に、モジュールの設定ポイント電圧まで立ち上がります。 図 3-2 は、22 A 出力製品（PTH05020W）のソフトスタート電源投入特性を示しています。これは、5 V 入力バスを、3.3 V 出力の構成で動作させた状態です。 波形は、5 A の抵抗性負荷を使用し、Auto-Track 機能を無効にして測定したものです。入力電圧が立ち上がりを開始した時点で、入力電流の初期の立ち上がりが発生しているのは、入力コンデンサに流れ込む充電電流を表しています。電源投入は、15 ms の間に完了しています。

過電流保護

負荷の異常に対する保護を提供するために、すべてのモジュールに出力過電流保護が内蔵されています。 レギュレータの過電流スレッシュホー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電源投入を開始することにより定期的に回復を試みます。これは、"hiccup”（一時中断）モードの動作と表現できます。負荷の異常が取り除かれるまで、モジュールはシャットダウンと電源投入のサイクルを繰り返し実行します。 この期間中、異常状態の負荷に対して流入する平均電流は大幅に低減されます。異常が取り除かれた後、モジュールは自動的に回復し、通常動作に戻ります。

過熱保護 (OTP)

PTHxx020 と PTHxx030 の各製品シリーズには、過熱保護機能があります。これらの製品は、オンボード温度センサを採用し、モジュールの回路を過度の高温から保護します。通気量の低下、または周囲温度の上昇が原因で、 内部温度が上昇することがあります。内部温度が OTP スレッシュホールドを上回った場合、モジュールの Inhibit 制御は、自動的に“low”になります。この結果、出力は無効になります。負荷回路によって、外部出力コンデンサが放電するにつれて、 出力電圧は低下します。 回復は自動的であり、ソフトスタート電源投入によって開始されます。検出される温度がトリップ・ポイントを約 10 ℃ 下回った時点で、この回復が発生します。

注：過熱保護は、 レギュレータに対する熱負荷を防止するための最終メカニズムです。 過熱シャットダウン温度ちょうどまたはその付近での動作は推奨されていません。 また、 モジュールの長期的な信頼性を低下させます。 周囲温度と通気のワーストケース条件を想定し、レギュレータを常に安全動作領域（SOA）の範囲内で動作させてください。

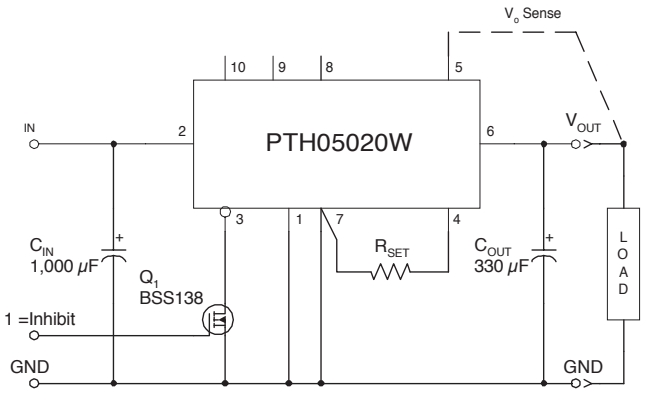
出力の on/off 制御機能

出力電圧の on/off 制御機能を必要とするアプリケーションに対応するために、PTH ファミリーの各シリーズでは、出力**インヒビット制御ピン**を用意しています。この制御（インヒビット） 機能は、レギュレータからの出力電圧を無効にする必要がある状況で使用できます。

Inhibit ピンをオープンのままにした場合、パワー・モジュールは正常動作します。有効な入力電圧が V_{in} に供給されている（GND を基準として）状況では、調整された出力を提供します。

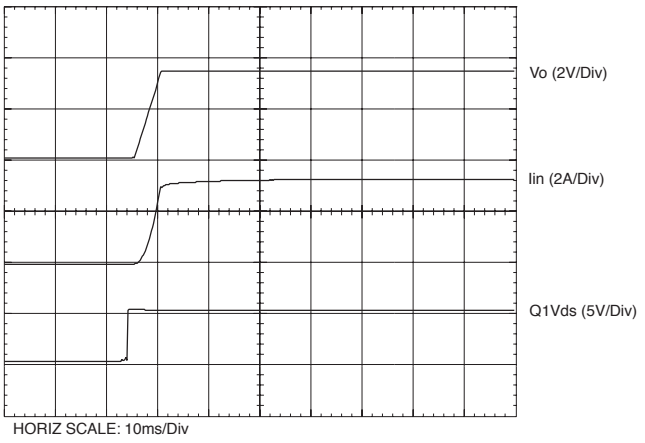
図 3-3 は、インヒビット機能の代表的アプリケーションを示しています。ディスクリート・トランジスタ（Q1）に注目してください。この Inhibit 制御は、V_{in} の電位に対する専用の内蔵プルアップ抵抗を用意しています。この入力は、TTL ロジック・デバイスとの互換性がありません。制御の目的で、オープン・コレクタ（またはオープン・ドレイン） のディスクリート・トランジスタを使用することをお勧めします。

図 3–3



Q_1 をオンにすると、Inhibit 制御に対して“low”の電圧が印加され、モジュールの出力は無効になります。その後、Q_1 をオフにすると、モジュールはソフトスタート電源投入を実行します。調整された出力電圧が、20 ms 以内に生成されます。図 3-4 は、Q_1 をオフにした後の、 出力電圧と入力電流の代表的な立ち上がりを示しています。Q_1 をオフにすることは、 波形 Q_1 V_{ds} の立ち上がりに対応しています。これらの波形は、5 A の負荷を使用して測定したものです。

図 3–4



Auto-Track™ 機能

Auto-Track 機能は、PTH/PTV ファミリー独自のものであり、すべての Point-of-Load Alliance 互換製品で利用できます。Auto-Track は、各モジュールでの電源投入および電源切断に合わせて出力電圧のシーケンス制御をするために必要とされる回路の規模を簡素化する目的で設計されました。電源投入時に複数の供給電圧をシーケンス制御する機能は、DSP、マイクロ・プロセッサ、ASIC のように複数の電源電圧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求です。

Auto-Track の動作方法

Auto-Track は、モジュールの出力電圧を、Track 制御ピンに供給される電圧に強制的に追従させることによって機能を果たします。この制御範囲は、0 V からモジュールの設定ポイント電圧の間に限定されています。Track ピンの電圧が設定ポイント電圧を上回った時点で、モジュールの出力は、自らの設定ポイントにとどまります。[1] 1 つの例として、2.5 V のレギュレータで Track ピンが 1 V だった場合、出力は 1 V になります。ただし、Track ピンの電圧が 3 V まで立ち上がった場合、調整された出力が 2.5 V を上回ることはありません。

Track の制御下にある場合、モジュールからの調整された出力は、Track ピンの電圧に対し、電圧対電圧ベースで追従します。これらのモジュールを多数用意し、それらの Track ピンを互いに接続した場合、電源投入と電源遮断の期間中、出力電圧は共通の信号に追従します。制御信号として、外部で生成されたマスター・ランプ波形、または他の電源回路からの出力電圧を使用できます。[3] 簡便のため、Track 制御ピンは内部 RC 充電回路を内蔵しています。これは、モジュールの入力電圧とは独立していて、適切な立ち上がりランプ波形を供給します。

代表的アプリケーション

Auto-Track の基本的な実行により、多数の Auto-Track 準拠モジュールを同時に電圧制御できます。複数のモジュールの Track 制御ピンを接続すると、それらすべてのモジュールの Track コントロールが、共通の合成 RC ランプ波形に強制的に追従し、図 3-5 に示す Q_1 のような単一のトランジスタまたはスイッチを通して制御できるようになります。

電源投入シーケンスを開始するには、Track 制御を最初はグラウンド電位まで引き下げることが必要です。入力電力をモジュールに印加するとき、またはそれより前にこの作業を実行する必要があります。また、開始後、少なくとも 10 ms にわたって維持してください。この短い期間により、モジュールは内部でソフトスタートの初期化を完了するための時間を確保でき、これにより出力電圧を生成することが可能になります。

論理レベルの“high”信号を回路の On/Off コントロールに印加すると、Q_1 はオンになり、Track 制御に対してグラウンド・レベルの信号が供給されます。これら内部のソフトスタート初期化が完了した後で、Q_1 がオンになっている間、すべてのモジュールの出力は 0 にとどまります。有効な入力電圧をすべてのモジュールに印加してから 10 ms 後に、Q_1 をオフにできます。 この結果、Track の制御電圧を、モジュールの入力電圧に向かって自動的に立ち上げることが可能になります。この期間中、各モジュールの出力電圧は他のモジュールと協調して立ち上がり、それぞれの設定ポイント電圧に向かいます。

図 3-6 は、on/off 制御を“high”から“low”レベルの電圧に設定した後、図 3-5 の回路から得られた出力電圧の波形を示しています。Vo1 と Vo2 の各波形は、2 個のパワー・モジュール U_1（3.3 V）と U_2（1.8 V）それぞれの出力電圧を表しています。Vo1 と Vo2 は立ち上がりを示し、希望の同時電源投入特性を達成しています。

同じ回路は、電源遮断シーケンスも実現します。電源遮断は電源投入とは逆で、Track 制御電圧を 0 V に向かって立ち下げることにより実現できます。重要な制約は、電源遮断が完了するまで有効な入力電圧を維持しておく必要があることです。また、Q_1 を比較的ゆっくりとオフにする必要もあります。 これは、Track 制御電圧が、Auto-Track のスルーレート、つまり 1 V/ms より早く立ち下がることを防止するためです。図 3-5 で示したコンポーネント R_1 と C_1 は、Q_1 が Track 制御電圧を引き下げるレートを制限します。100 kΩ および 0.1 µF という値は、約 0.17 V/ms という立ち下がりレートに関連付けられます。

電源遮断シーケンスを開始するには、回路への on/off 制御入力を“low”から“high”に変更します。図 3-7 は、電源遮断時の波形を示しています。Track 制御電圧が各パワー・モジュールの設定ポイント電圧を下回った時点で、その出力電圧は他のモジュールと同様に、Auto-Track の制御下で立ち下がります。

Auto-Track™ の使用に関する注意

1. 調整された設定ポイント電圧をモジュールがレギュレートする前に、Track ピンの電圧はモジュールの設定ポイント電圧より高い値まで立ち上がるように設定しておく必要があります。
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ます。また、最大 1 V/ms のランプ速度と互換性があります。
3. Track ピンに印加できる絶対最大電圧は、V_{in} と同じ値です。
4. モジュールは自らのソフトスタート初期化を完了するまでは、Track 制御入力の電圧に追従しません。モジュールが、自らの入力に対して有効な電圧が印加されていることを検出した時点から初期化が完了するまでに、約 10 ms を要します。この期間中、Track ピンをグラウンド電位に維持しておくことをお勧めします。
5. モジュールは、Track ピンの電圧に追従するときに、電流のシンクとソースの両方を実行できます。したがって、Auto-Track の制御下にあるとき、出力プリバイアス・スタートアップはサポートされていません。**注：Auto-Track の制御下ですべての供給電圧が同時に立ち上がる場合、プリバイアスのホールドオフは必要ありません。**
6. Auto-Track 機能を無効にするには、Track ピンを入力電圧（Vin）に接続します。Auto-Track が無効になっている場合、入力電力が印加された後、出力電圧はより急速およびよりリニアなレートで立ち上がります。

図 3–5: Auto-Track を使用してシーケンス制御する電源投入と電源遮断

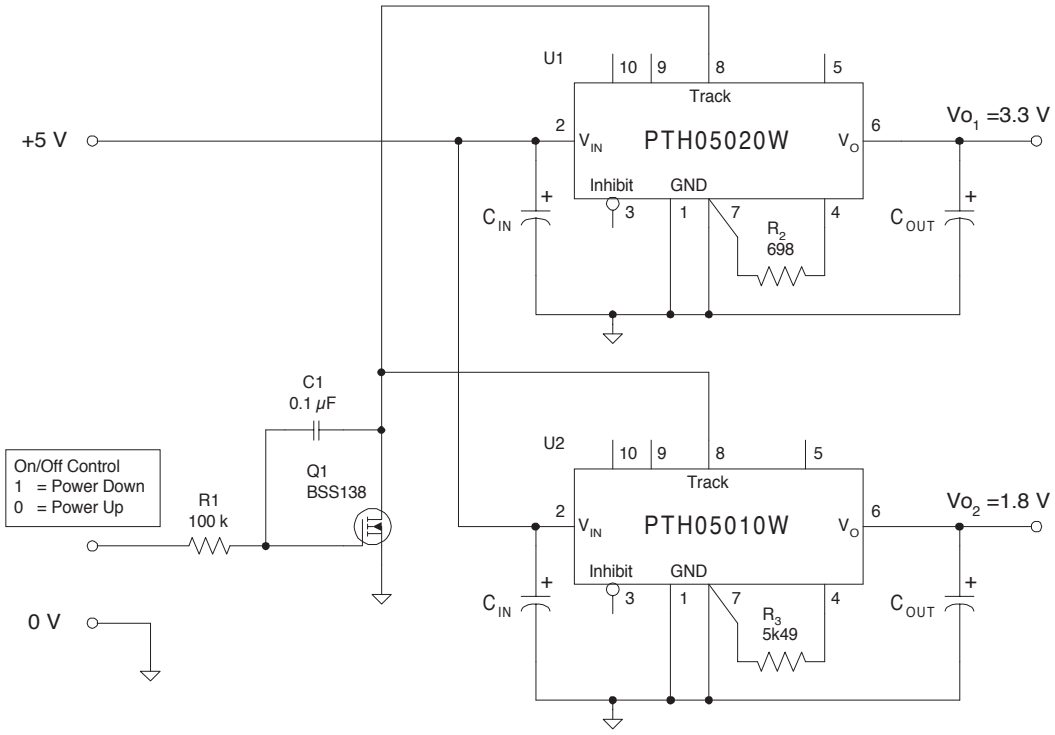


図 3–6: Auto-Track 制御を使用した同時電源投入

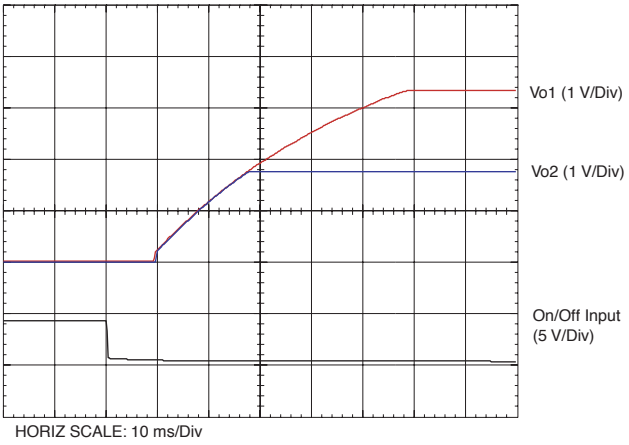
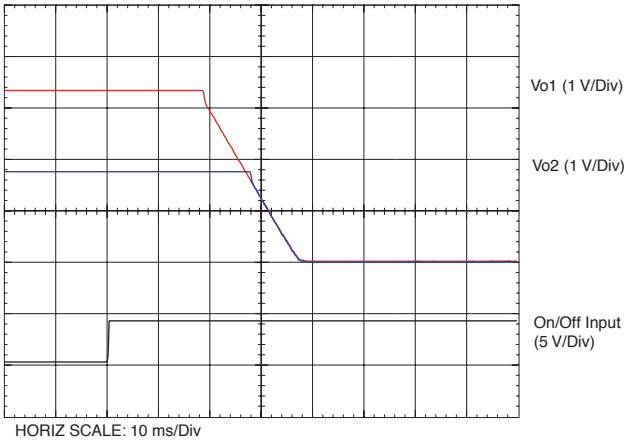


図 3–7: Auto-Track 制御を使用した同時電源遮断



マージン・アップ/ダウン・コントロール

PTHxx060、PTHxx010、PTHxx020、および PTHxx030 の各製品には、Margin Up および Margin Down という制御入力があります。これらの制御機能により、出力電圧を一時的に調整し[1]、公称の 5 % だけ上昇または低下させることができます。 この結果、 供給マージンまたは範囲にわたって、 負荷回路の動作を動的にテストする便利な手段が得られます。 電源電圧監視回路の機能を検証する手段として利用することもできます。± 5 % の変化は、調整された出力電圧に対して適用されます。この電圧は、R_{set} を V_o Adjust ピンに追加した結果、設定されたものです。

5 % 調整を有効にするには、 該当のマージン制御入力を GND 端子に直接接続します。[2] n チャネル MOSFET または p チャネル JFET のような、漏れ電流の少ないオープン・ドレイン・デバイスをこの目的で使用することをお勧めします。[3] 制御入力に対して直列抵抗を追加することにより、5 % 未満の調整を実現することもできます。抵抗値は表 3-2 から選択するか、次の式を使用して計算することができます。

上昇/低下用抵抗値の計算

マージン調整を 5 % 未満の値に減らすには、直列抵抗が必要です（図 3-8 の R_D と R_U を参照）。同じ量の調整を行うには、R_U と R_D のどちらでも抵抗値の計算方法は同じです。式は、次のとおりです。

$$R_U \text{ or } R_D = \frac{499}{\Delta\%} - 99.8 \quad \text{kΩ}$$

ここで、Δ% = マージン調整量をパーセント単位で表した値。

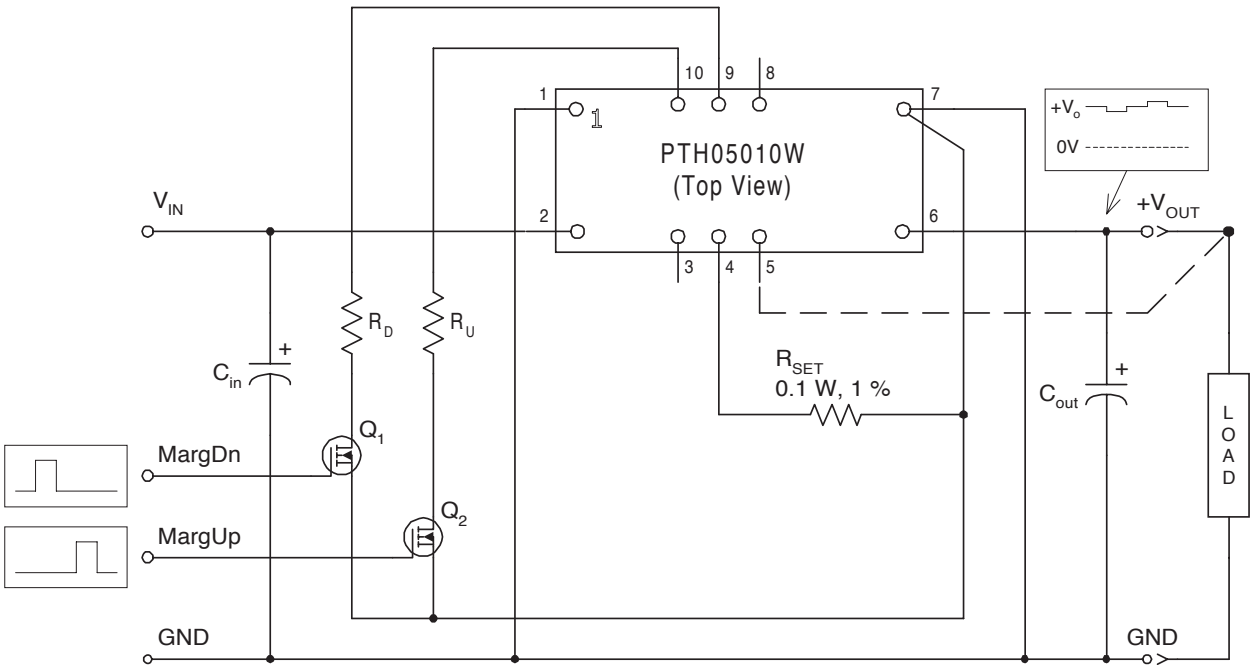
注：

1. Margin Up* および Margin Dn* というコントロールの両方を同時にアクティブにすることは想定されていません。 出力電圧に対するそれらの効果が完全に打ち消し合っていない場合、 出力電圧設定ポイントである程度大きいエラーが発生する可能性があります。
2. グラウンド基準は、ピン 7（PTHxx050 ではピン 1）にあるモジュールの GND に直接接続する必要があります。この結果、負荷回路の端子で、より精度の高い調整を達成できます。トランジスタ Q_1 と Q_2 は、レギュレータの近くに配置する必要があります。
3. Margin Up と Margin Dn の各制御入力は、電圧を供給するデバイスとは互換性がありません。 この入力は TTL で構成されています。これらはアナログ入力であり、オープン・ドレイン・デバイス（ディスクリート MOSFET トランジスタを推奨）を使用して制御する必要があります。 そのデバイスは、off 状態の漏れ電流が少ないものであることが必要です。各入力は、グラウンドに接続されているときは 8 µA の電流をソースし、0.8 V のオープン回路電圧を維持します。

表 3-2: マージン・アップ/ダウン用の抵抗値

% Adjust	R_U / R_D
5	0.0 kΩ
4	24.9 kΩ
3	66.5 kΩ
2	150.0 kΩ
1	397.0 kΩ

図 3–8: マージン・アップ/ダウン・アプリケーションの回路図



プリバイアス・スタートアップ機能

パワー・モジュールの出力がアクティブになる前に、パワー・モジュールの出力に対して外部電圧が存在した場合、プリバイアス・スタートアップ状態が発生します。複雑なデジタル・システムではFPGAやASICのような2電源ロジック・コンポーネントを通して他の電力ソースから電流が逆供給される時、この現象がよく発生します。もう1つの経路は、2電源による電源投入シーケンス構成の一部として使用されているクランプ・ダイオードです。同期整流器を内蔵しているパワー・モジュールでは、プリバイアスが問題を引き起こす可能性があります。ほとんどの動作状況では、このようなタイプのモジュールは出力電流のシンクとソースの両方を実行できるからです。

PTH/PTV ファミリーのパワー・モジュールは同期整流器を内蔵していますが、起動時[1]、または Inhibit ピンが“low”レベルに維持されている間は電流をシンクしません。ただし、この機能を確実に動作させるためには、 特定の条件を維持する必要があります。[2] 図 3-9 では、プリバイアス・スタートアップ機能を実証するアプリケーションを示しています。 図 3-10 に起動波形を示します。PTH03010W の出力電圧が、ダイオード D_1 および D_2 を通した逆供給電圧を上回るまでは、PTH03010W からの出力電流（I_o）はごくわずかな値にとどまっています。

注： プリバイアス・スタートアップ機能は、Auto-Track と互換性がありません。モジュールが Auto-Track の制御下にある場合、出力電圧が逆供給ソースを下回った場合に、 モジュールは電流をシンクするでしょう。プリバイアス・ホールドオフが機能することを保証するために、モジュールに対して入力電力を印加するときに、2つのアプローチのうちどちらかに従う必要があります。Auto-Track 機能を無効にする必要があります。[3] または Inhibit ピンを使用してモジュールの出力を（少なくとも 50 ms にわたって）オフする必要があります。どちらのアプローチでも、起動時に Track ピンの電圧が設定ポイント電圧を上回ります。

注：

1. 起動には、出力が立ち上がる前の短い遅延（約 10 ms）も含まれます。その後、モジュール内部のソフトスタート制御下で、出力電圧の立ち上がりが続きます。出力電圧が、設定ポイント電圧と Track ピン電圧のどちらか低い方まで立ち上がった段階で、起動は完了します。
2. 電力が最初にレギュレータに印加される段階でレギュレータが電流をシンクしないように（たとえ Inhibit 制御ピンにグラウンド信号が印加されているとしても）、電源投入シーケンスと電源遮断シーケンスの全体を通して、入力電圧は常に出力電圧を上回っている必要があります。
3. 電源投入直後にモジュールの Track ピンに対して自らの設定ポイント電圧を上回る電圧を印加することにより、Auto-Track 機能を無効にできます。このことは、Track ピンを Vin に接続する方法で、容易に実行できます。

図 3–10: プリバイアス・スタートアップ波形

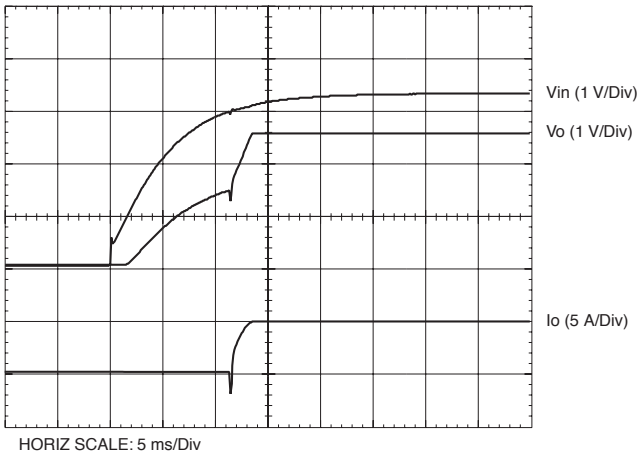
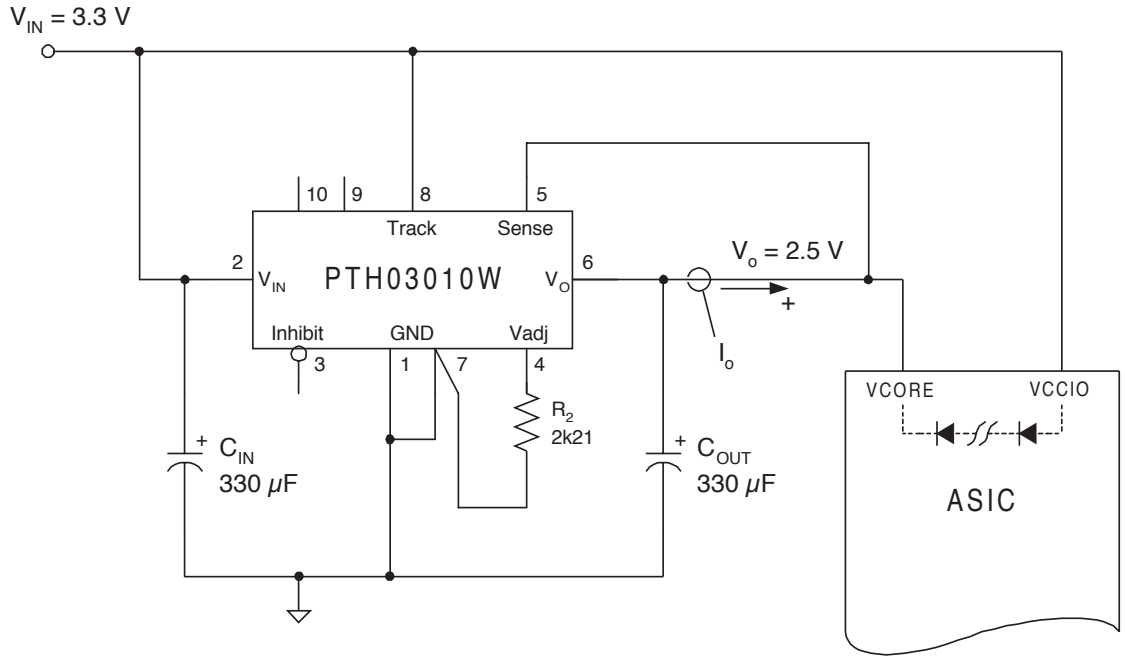


図 3–9: プリバイアス・スタートアップを実証するアプリケーション回路



リモート・センス

この機能を採用した製品は、出力電圧センス・ピン V_o Sense を内蔵しています。リモート・センス機能を使用すると、モジュール自体と負荷の間で発生したあらゆる 'IR' による電圧降下を補正できるので、モジュールのロード・レギュレーション・パフォーマンスが向上します。大出力電流が少数のピンとトレース抵抗を経由して流れる結果、IR による電圧降下が発生します。 この機能を使用するには、V_o Sense ピンを V_{out} ノードの負荷回路に近い側に接続するだけです（データシートの標準アプリケーションを参照）。この機能を使用しない場合、V_o Sense ピンをオープンのままにしておきます。　値の小さい（15 Ω 以下）　内部抵抗が、V_o Sense と V_{out} の間を接続しています。この結果、出力電圧が調整された状態を維持することができます。

Sense ピンが接続されている場合、V_{out} および GND ピンの間で直接測定された電圧と、V_o Sense および GND の間で測定された電圧の差が、レギュレータが補正しようとする IR 電圧降下の量であることがわかります。この値は、最大でも 0.3 V に制限されていることが必要です。

注： リモート・センス機能は、コンバータの出力と直列に配置されているリニア以外または周波数依存のコンポーネントに起因する順方向電圧降下を補正する目的で設計されたものではありません。OR 接続した複数のダイオード、フィルタ・コイル、フェライト・ビーズ、およびヒューズがこれに該当します。リモート・センス接続の中にこれらのコンポーネントを含めた場合、実質的にそれらを電圧調整の制御ループ内に配置したのと同じことを意味し、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。

付録 : パッケージ・オプション

2006 年 1 月 12 日

パッケージ情報

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp (3)
PTH03050WAD	ACTIVE	DIP MODULE	EUU	6	56	Pb-Free (RoHS)	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH03050WAH	ACTIVE	DIP MODULE	EUU	6	56	Pb-Free (RoHS)	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH03050WAS	ACTIVE	DIP MODULE	EUV	6	56	TBD	Call TI	Level-1-235C-UNLIM
PTH03050WAST	ACTIVE	DIP MODULE	EUV	6	250	TBD	Call TI	Level-1-235C-UNLIM
PTH03050WAZ	ACTIVE	DIP MODULE	EUV	6	56	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH03050WAZT	ACTIVE	DIP MODULE	EUV	6	250	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR

(1) マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

ACTIVE: 製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

LIFEBUY: TI によりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。

NRND: 新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TI では新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

PREVIEW: デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

OBSOLETE: TI によりデバイスの生産が中止されました。

(2) エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free (RoHS) および Green (RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、http://www.ti.com/productcontent でご確認ください。

TBD: Pb-Free/Green 変換プランが策定されていません。

Pb-Free (RoHS): TI における “Lead-Free” または “Pb-Free" (鉛フリー) は、6 つの物質すべてに対して現在の RoHS 要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が 0.1 % を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TI の鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

Green (RoHS & no Sb/Br): TI における “Green” は、"Pb-Free" (RoHS 互換) に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン (Sb) をベースとした難燃材を含まない (均質な材質中の Br または Sb 重量が 0.1 % を超えない) ことを意味しています。

(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC 業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

重要な情報および免責事項: このページに記載された情報は、記載された日付時点での TI の知識および見解を表しています。TI の知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TI では、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TI および TI 製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS 番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

いかなる場合においても、そのような情報から生じる TI の責任は、TI によって年次ベースで顧客に販売される、このドキュメント発行時点での TI 製品の合計購入価格を超えることはありません。

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)
PTH03050WAD	Obsolete	Production	Through-Hole Module (EUU) | 6	-	-			-40 to 85	
PTH03050WAH	Obsolete	Production	Through-Hole Module (EUU) | 6	-	Exempt	SN	N/A for Pkg Type	-40 to 85	
PTH03050WAS	Obsolete	Production	Surface Mount Module (EUV) | 6	-	-			-40 to 85	
PTH03050WAST	Obsolete	Production	Surface Mount Module (EUV) | 6	-	-			-40 to 85	
PTH03050WAZ	Obsolete	Production	Surface Mount Module (EUV) | 6	-	-			-40 to 85	
PTH03050WAZT	Obsolete	Production	Surface Mount Module (EUV) | 6	-	-			-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.

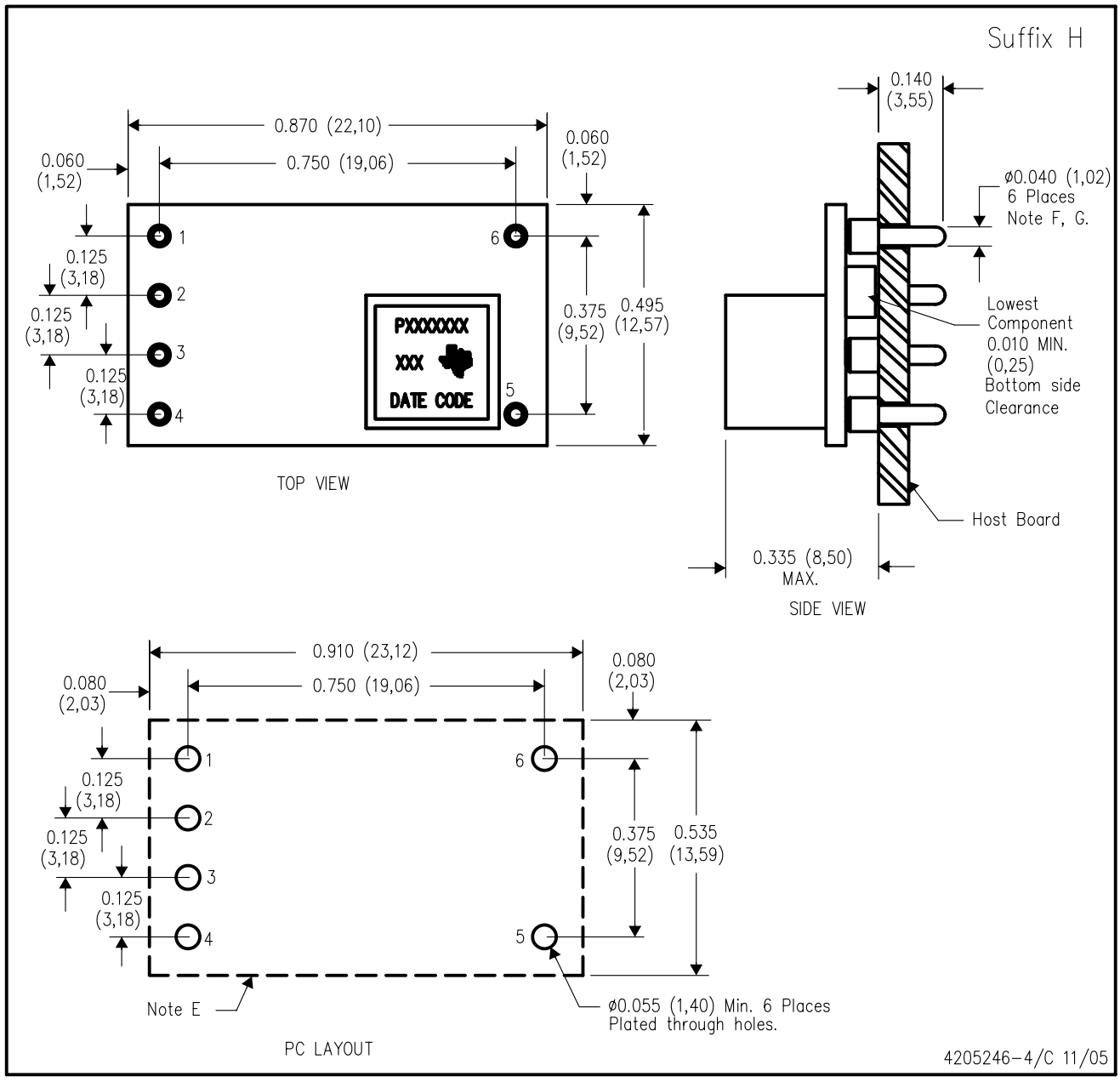
(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

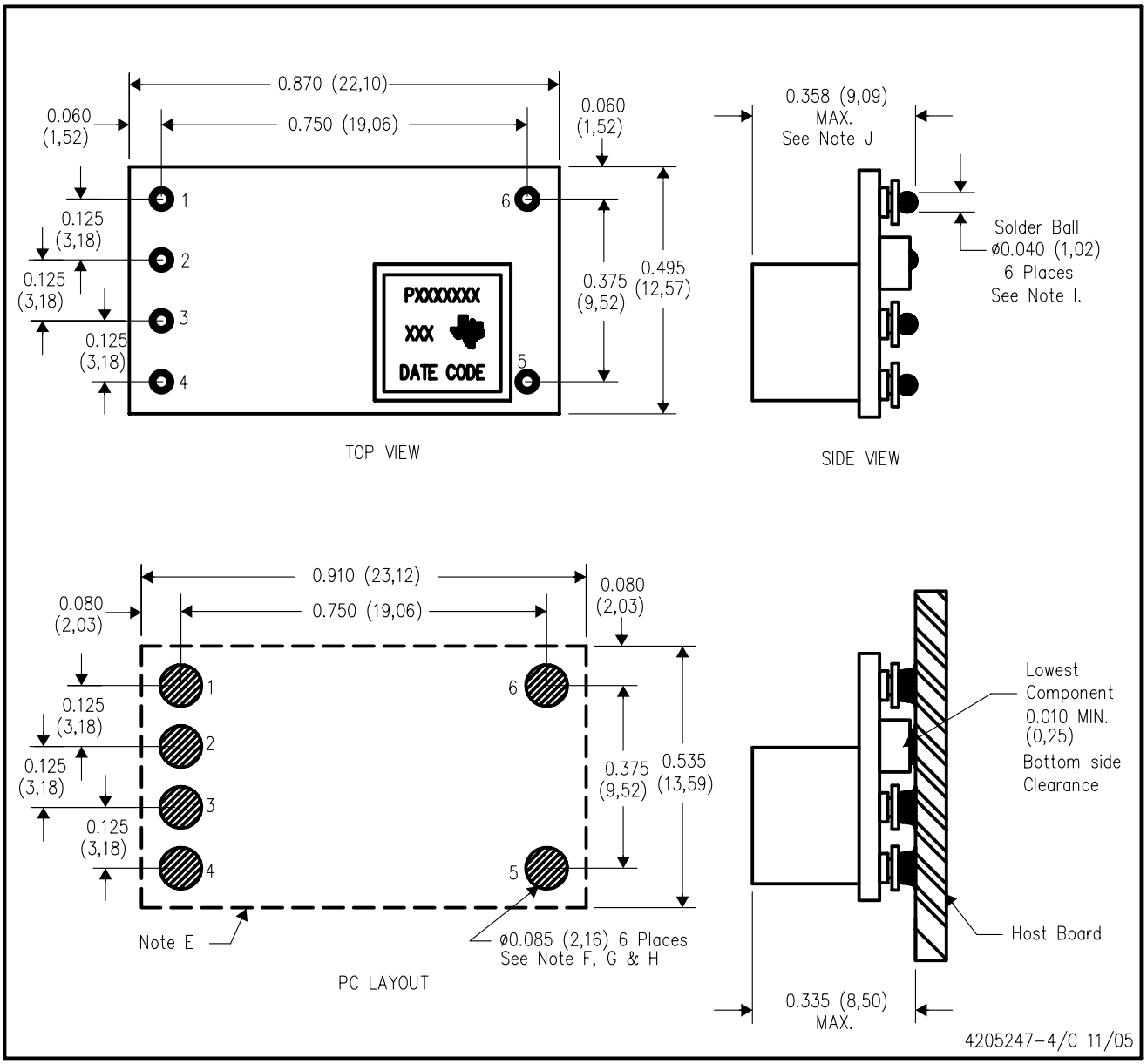
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

EUU (R–PDSS–T6) 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. 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

EUV (R–PDSS–B6) 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.

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