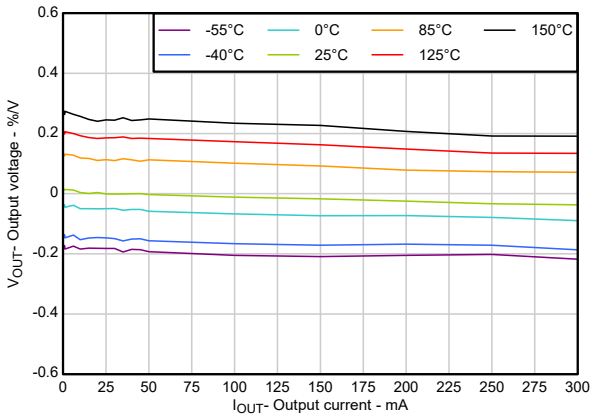
TPS7E72、300mA、30V、超低 I_Q 低ドロップアウト レギュレータ

1 特長

- 入力電圧範囲:3.0V ～ 30V (最大 32V)
- 選択可能な出力電圧:
  - 固定:1.8V ～ 12V
  - 可変:1.2V ～ 28V
- 出力電流:最大 300mA
- ライン、負荷、温度の全範囲にわたって 1.2% の精度
- 超低 I_Q:2.8µA (I_{OUT} = 0mA 時)
- 4.7µF 以上のセラミック コンデンサにより安定
  - ESR 範囲:0Ω ～ 1Ω
- ドロップアウト電圧:300mA で 900mV (標準値)
- 高 PSRR:
  - 1kHz 時に 70dB
  - 100kHz 時に 45dB
- 過電流、過電力、過熱の制限
- パッケージ:
  - 5 ピン SOT-23 (DBV) [$R_{\theta JA}$:190.9°C/W]
  - 6 ピン WSON (DRV) [$R_{\theta JA}$:90.2°C/W]
- 動作時の接合部温度:–40°C ～ +125°C
  - 拡張範囲、M バージョン:–40°C ～ +150°C

2 アプリケーション

- 電化製品
- ホーム / ビルディング オートメーション
- リテール オートメーションおよびペイメント
- グリッド インフラ
- 医療用アプリケーション
- 照明アプリケーション



V_{IN} = 5.3 V、V_{OUT} = 3.3 V

V_{OUT} の精度と I_{OUT} との関係

3 説明

TPS7E72 低ドロップアウト (LDO) リニア電圧レギュレータは、低静止電流のデバイスであり、3V ～ 30V の広い入力電圧範囲に対応しています。広い出力範囲は、可変構成で 1.2V ～ 28V、固定構成で 1.8V ～ 12V であり、最大 300mA の負荷電流に対応しています。無負荷時の 2.8µA 静止電流がわずかであることから、バッテリ駆動アプリケーション向けにマイコンや他の低消費電力負荷に電力を供給するように設計されています。

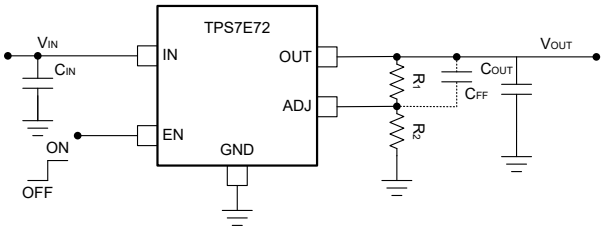
TPS7E72 は、ライン、負荷、温度範囲にわたって ±1.2% という非常に厳格な DC 精度をサポートしています。このデバイスは、ラインおよび負荷過渡に迅速に応答します。このデバイスは、レギュレーション時の静止電流が低く (標準 2.8µA)、ドロップアウト動作時も I_Q が制御されている (無負荷ドロップアウト時は標準 12µA) ため、アイドル状態の電力損失を最小限に抑える必要があるバッテリ駆動または常時オンのシステムに適しています。

TPS7E72 は、300mA の負荷電流で標準 900mV の低ドロップアウトをサポートしています。このデバイスは、過電流、過熱、過電力供給に対する保護メカニズムを内蔵して、LDO の信頼性の高い動作を実現しています。TPS7E72 は、出力コンデンサ容量が ～ 4.7µF から 100µF の範囲で安定動作します。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ(2)
TPS7E72	DBV (SOT-23、5)	2.9mm × 2.8mm
	DRV (WSON、6)	2.0mm × 2.0mm

(1) 詳細については、末定、「メカニカル、パッケージ、および注文情報」を参照してください。
(2) パッケージ サイズ (長さ×幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



代表的なアプリケーション

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。

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.....3
5 仕様.....4
5.1 絶対最大定格.....4
5.2 ESD 定格.....4
5.3 推奨動作条件.....4
5.4 熱に関する情報.....5
5.5 電気的特性.....5
5.6 代表的特性.....7
6 詳細説明.....16
6.1 概要.....16
6.2 機能ブロック図.....16
6.3 機能説明.....18
6.4 デバイスの機能モード.....21
7 アプリケーションと実装.....22
7.1 アプリケーション情報.....22
7.2 代表的なアプリケーション.....26
8 デバイスおよびドキュメントのサポート.....31
8.1 デバイス サポート.....31
8.2 ドキュメントのサポート.....31
8.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....31
8.4 サポート・リソース.....31
8.5 商標.....31
8.6 静電気放電に関する注意事項.....32
8.7 用語集.....32
9 改訂履歴.....32
10 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....32

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 ピン構成および機能

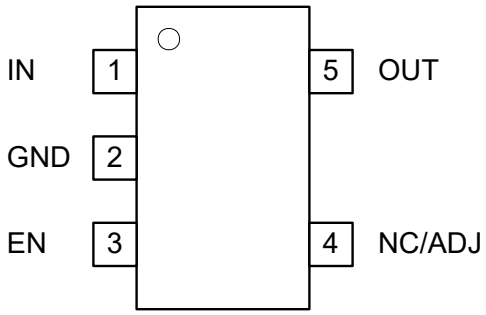


図 4-1. DBV パッケージ (固定/可変)、5 ピン SOT-23 (上面図)

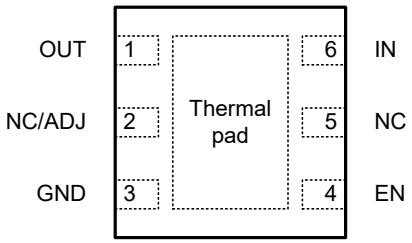


図 4-2. DRV パッケージ (固定/可変)、6 ピン WSON(上面図)

表 4-1. ピンの機能

ピン			タイプ	説明
名称	番号			
	DBV	DRV		
GND	2	3	—	グランド ピン。
IN	1	6	入力	入力電源ピン。推奨動作条件表と入力および出力コンデンサの選択セクションを参照してください。
OUT	5	1	出力	レギュレータの出力。安定性のために、OUT とグランドの間にコンデンサが必要です。最適な過渡応答を得るために、「推奨動作条件」表および入力および出力コンデンサの選択セクションに記載された、公称の推奨値以上の容量を持つセラミック コンデンサを OUT とグランドの間に接続します。この出力コンデンサは、デバイスのできるだけ近くに配置します。
EN	3	4	入力	イネーブル ピン。このイネーブル ピンを high に駆動すると、デバイスが有効になります。このピンを Low に駆動すると、デバイスはディスエーブルになります。高スレッショルドと低スレッショルドを電気的特性表に示します。このピンは弱い内部プルアップを備えていますが浮いた状態のままにしてデバイスをイネーブルするか、ピンを入力ピンに接続することができます。詳細については、*イネーブル (EN)* を参照してください。
NC/ADJ	4	2	入力	可変出力デバイスを使用する場合、このピンはフィードバック分圧回路によって出力電圧を設定します。可変構成では、デバイスが動作するために、このピンを抵抗分圧回路を介して出力に接続する必要があります。固定出力デバイスを使用する場合、このピンは内部で接続されておらず、フローティングのままにするか、GND に接続できます。
NC	—	5	—	内部接続なし。このピンをオープンにするか、任意の電位に接続します。熱性能を向上させるため、このピンをグランドに接続してください。
サーマル パッド				サーマル パッド。最良の熱性能を得るために、パッドを GND に接続します。詳細については、「*レイアウト*」セクションを参照してください。

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
電圧	V_{IN}	-0.3	32.0	V
	V_{OUT} (固定デバイスのみ)	-0.3	2 × $V_{OUT(nom)}$ または V_{IN} + 0.3 または 15.0 (どちらか小さい方)	
	V_{OUT} (可変デバイスのみ)	-0.3	V_{IN} + 0.3 (2)	
	V_{ADJ} (帰還電圧)	-0.3	3.6	
	V_{EN} (イネーブル電圧)	-0.3	32.0	
電流	I_{OUT} (出力電流)	内部的に制限		mA
温度	T_J、動作接合部	-55	150	°C
	T_{stg}、保管	-65	150	°C

(1) 「絶対最大定格」外での操作は、デバイスに恒久的な損傷を引き起こす可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「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、本製品が正しく動作することを暗に示すものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用した場合、デバイスは完全に機能するとは限らず、このことがデバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
(2) 絶対最大定格は V_{IN} + 0.3V または 32.0V のどちらか小さい方です。

5.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 に準拠、すべてのピン (1)	±2000	V
		デバイス帯電モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JESD22-C101 に準拠、すべてのピン (2)	±750	

(1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。
(2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

5.3 推奨動作条件

接合部動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	公称値	最大値	単位
V_{IN}	入力電源電圧範囲	3.0		30	V
V_{OUT}	出力電圧範囲 (固定のみ)(1)	1.8		12	V
V_{OUT}	出力電圧範囲 (調整可能のみ)(1)	1.2		28	V
V_{EN}	イネーブル電圧範囲	0		30	V
I_{OUT}	出力電流	0		300	mA
C_{IN}	入力コンデンサ(2)		0.47		µF
C_{OUT}	出力コンデンサ(3)	4.7		100	µF
ESR	出力コンデンサの ESR 要件	0		1	Ω
C_{ADJ}	ADJ から GND (フィードバック) へのコンデンサ(4)			15	pF
C_{FF}	フィードフォワード コンデンサ(5)		10		nF
T_J	動作時接合部温度	-40		125	°C
	動作時接合部温度 (M バージョンのみ)	-40		150	°C

(1) この出力電圧範囲には、帰還抵抗の精度または精度は含まれていません。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

(2) LDO の安定性のために、入力コンデンサは必要ありません。しかし、ソース抵抗とインダクタンスの影響を打ち消すために、最小実効値が 0.1µF の入力コンデンサを推奨します。ソース抵抗とインダクタンスは、場合によって、特に負荷過渡現象がある場合には、リンギングや発振などシステム レベルの不安定性の症状を引き起こす可能性があります。
(3) 記載されているすべてのコンデンサ値は公称値であり、実効容量は公称コンデンサ値の 50% まで低下すると想定されています。
(4) GND を基準として ADJ ピンのコンデンサの上限は、可変構成での電圧レギュレータの安定動作に影響を及ぼします。「推奨動作条件」表に記載されている制限よりも C_{ADJ} コンデンサが高い場合は、C_{FF} コンデンサを使用します。
(5) C_{FF} コンデンサは過渡現象、ノイズ、PSRR の性能を向上させますが、レギュレータの安定性には必要ありません。より高い容量の C_{FF} を使用することは可能ですが、起動時間が長くなります。

5.4 熱に関する情報

熱評価基準(1)		TPS7E72		単位
		DRV (WSON) (2)	DBV (SOT-23) (2)	
		6 ピン	5 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	90.2	190.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	113.5	89.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	55.7	60.0	°C/W
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	13.0	28.3	°C/W
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	55.3	59.7	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	30.6	該当なし	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション ノートを参照してください。
(2) 熱性能の結果は、JEDEC 規格の 2s2p PCB 構成に基づいています。これらの熱評価基準パラメータは、熱的に最適化された PCB レイアウト設計に基づいて、さらに 35～55% 改善されます。『基板レイアウトが LDO の熱性能に及ぼす影響』アプリケーション ノートの分析を参照してください。

5.5 電気的特性

動作接合部温度範囲 (T_J = –40°C ～ +125°C、M バージョンの拡張範囲：T_J = –40°C ～ +150°C)、V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = $V_{OUT(nom)}$ + 0.5V (いずれか大きい方)、I_{OUT} = 1mA、V_{EN} = 2.0V、C_{IN} = 1.0µF、C_{OUT} = 4.7µF、特に記述のない限り。標準値は T_J = 25°C時に測定。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{ADJ}	帰還電圧			1.2		V
V_{UVLO+}	立ち上がり入力電源 UVLO	V_{IN} 立ち上がり		2.8	2.91	V
V_{UVLO-}	立ち下がり入力電源 UVLO	V_{IN} 立ち下がり	2.6	2.7		V
$V_{UVLO(HYST)}$	V_{UVLO} ヒステリシス			100		mV
V_{OUT}	出力電圧	V_{IN} = V_{OUT} + 0.5V、I_{OUT} = 1mA、T_J = 25°C	-0.3		0.3	%
V_{OUT}	出力電圧	V_{OUT} + 2.0V ≤ V_{IN} ≤ 30V、I_{OUT} = 35mA、T_J = 25°C	-0.7		0.7	%
		V_{OUT} = 2.0V ≤ V_{IN} ≤ 30V、I_{OUT} = 35mA	-1.2		1.2	
		1mA ≤ I_{OUT} ≤ 300mA、2.0V ≤ V_{IN} – V_{OUT} ≤ 15V	-1.2		1.2	
$\Delta V_{OUT(\Delta VIN)}$	ライン レギュレーション	I_{OUT} = 1mA、V_{OUT} + 0.5V ≤ V_{IN} ≤ 30V			10	mV
$\Delta V_{OUT(\Delta IOUT)}$	ロード レギュレーション	1mA ≤ I_{OUT} ≤ 300mA、V_{IN} = V_{OUT} + 2.0V、1.2V ≤ V_{OUT} < 5.0V			11	mV
		1mA ≤ I_{OUT} ≤ 300mA、V_{IN} = V_{OUT} + 2.0V、5.0V ≤ V_{OUT} < 12.0V			22	mV
$\Delta\%V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	ロード レギュレーション	1mA ≤ I_{OUT} ≤ 300mA、V_{IN} = V_{OUT} + 2.0V、12.0V ≤ V_{OUT}			0.65	%/A
V_{DO}	ドロップアウト電圧	I_{OUT} = 300mA		0.95	1.8	V
		I_{OUT} = 300mA、可変用		0.96	1.8	
V_{DO}	ドロップアウト電圧	I_{OUT} = 100mA		0.3	0.55	V
		I_{OUT} = 100mA、可変用		0.32	0.56	
I_{LIM}	出力電流制限	V_{OUT} は 0.9 × $V_{OUT(nom)}$ で強制され、V_{IN} = $V_{OUT(nom)}$ + 2.0V	350	500	625	mA

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性 (続き)

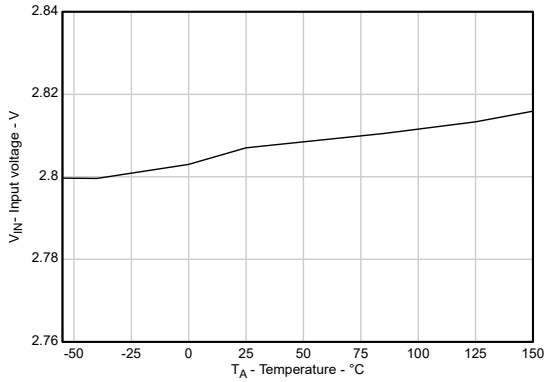
動作接合部温度範囲 (T_J = –40℃ ～ +125℃、M バージョンの拡張範囲:T_J = –40℃ ～ +150℃)、V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = $V_{OUT(nom)}$ + 0.5V (いずれか大きい方)、I_{OUT} = 1mA、V_{EN} = 2.0V、C_{IN} = 1.0µF、C_{OUT} = 4.7µF、特に記述のない限り。標準値は T_J = 25℃時に測定。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{SC}	回路短絡時の電流制限	R_{LOAD} = 20 mΩ	30	55	80	mA
I_{PLIMIT}	最大ヘッド ルームでの電流制限	V_{IN} = 30V、V_{OUT} = 1.2V			35	mA
$V_{HEADROOM}$	全負荷時の最大ヘッド ルーム	V_{OUT} = 1.2V			15	V
I_{ADJ}	フィードバック電流	V_{IN} = 30V			25	nA
I_Q	静止時電流	3.0V ≤ V_{IN} ≤ V_{OUT} – 0.2V、I_{OUT} = 0mA		12.5	25	µA
		I_{OUT} = 0mA		2.8	6.0	
		V_{OUT} + 0.5V ≤ V_{IN} ≤ 30V、I_{OUT} = 0mA			7.6	
I_{GND}	グランド電流	I_{OUT} = 1mA		16.5	25	µA
I_{GND}	グランド電流	V_{IN} = V_{OUT} + 2.0V、I_{OUT} = 300mA			600	µA
$I_{SHUTDOWN}$	シャットダウン電流	V_{EN} = 0V、T_J = 25°C		0.45		µA
		V_{OUT} + 0.5V ≤ V_{IN} ≤ 30V、V_{EN} = 0V			1.5	
$T_{start-up}$	起動時間	V_{IN}、V_{EN} を互いに接続、V_{IN} を $V_{OUT\ (nom)}$ + 0.5V に上昇、I_{OUT} = 0mA		500		µs
I_{EN}	EN ピン電流	0V ≤ V_{EN} ≤30V、V_{IN} と V_{EN} を互いに接続しています			0.3	µA
		0V ≤ V_{IN} ≤ 30V、V_{EN} = 0V	-0.5			
$V_{IL(EN)}$	EN ピンの Low レベル入力電圧 (ディセーブル デバイス)				0.46	V
$V_{IH(EN)}$	EN ピンの High レベル入力電圧 (イネーブル デバイス)		1.1			
$V_{HYST(EN)}$	EN ピンのヒステリシス (イネーブルデバイス)			0.13		V
PSRR	電源リップル除去	V_{IN} – V_{OUT} = 3.0 V、I_{OUT} = 300mA、f = 100kHz		45		dB
V_n	出力ノイズ電圧	Bandwidth = 10Hz to 100kHz、V_{IN} – V_{OUT} = 3.0 V、I_{OUT} = 300mA		650		μV_{RMS}
T_{sd+}	サーマルシャットダウン温度上昇	シャットダウン、温度上昇	163			°C
T_{sd-}	サーマルシャットダウン温度下降	リセット、温度低下	150			°C
$R_{Discharge}$	出力放電抵抗	V_{IN} = 3.0V、V_{EN} = 0V、T_J = 25℃、I_{OUT} = 1mA		780		Ω
I_{SINK}	出力のシンク電流	V_{OUT} = V_{OUT} × 1.05、T_J = 25℃		3.3		mA

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

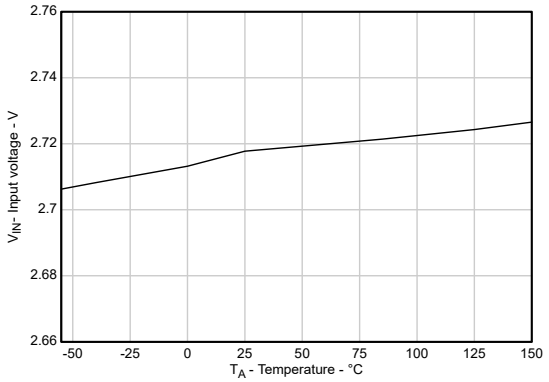
5.6 代表的特性

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



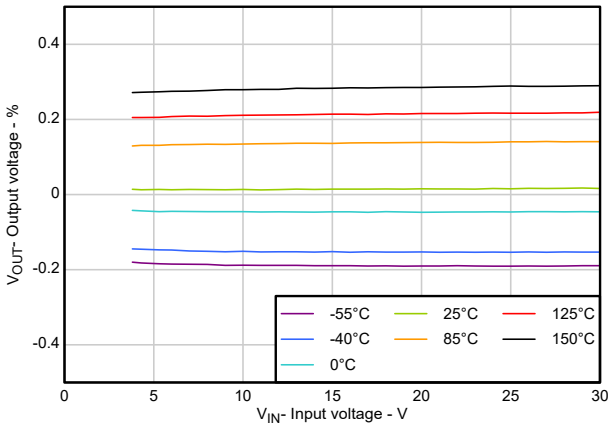
V_{OUT} = 3.3V

図 5-1. 立ち上がり入力電源 UVLO と温度との関係



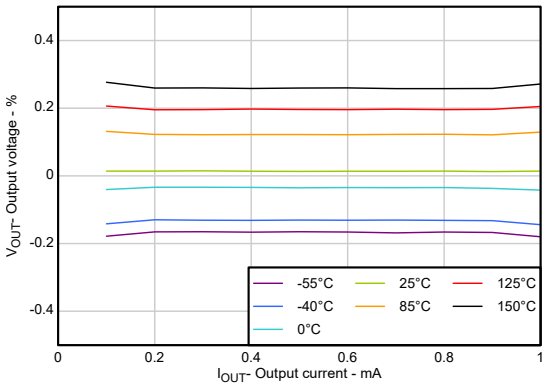
V_{OUT} = 3.3V

図 5-2. 立ち下がり入力電源 UVLO と温度との関係



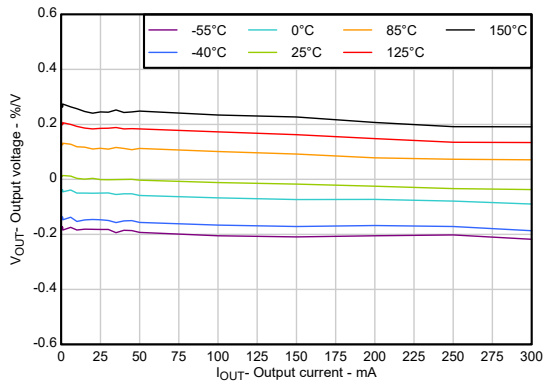
V_{OUT} = 3.3V

図 5-3. 精度と入力電圧との関係



V_{IN} = 3.8V

図 5-4. 精度と出力電流との関係



V_{IN} = 5.3V

図 5-5. 精度と出力電流との関係

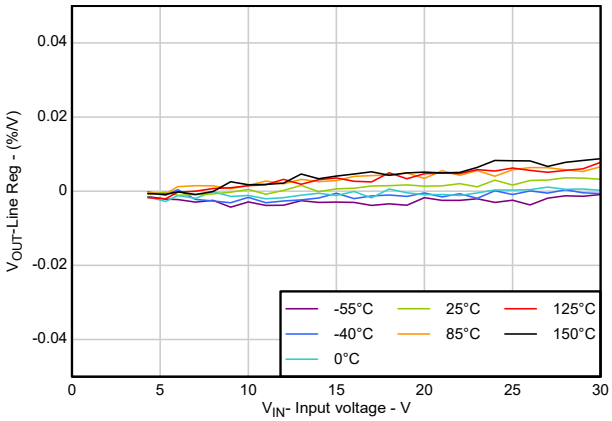


図 5-6. ライン レギュレーションと入力電圧との関係

5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)

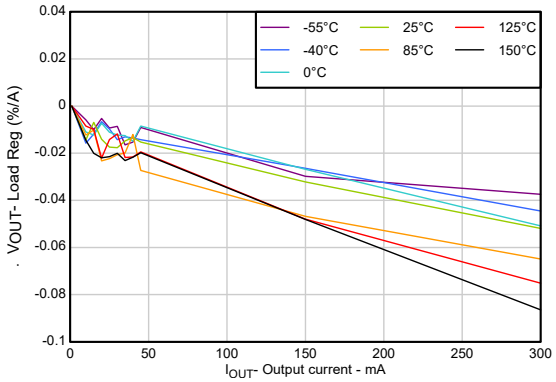


図 5-7. 出力レギュレーションと出力電流との関係

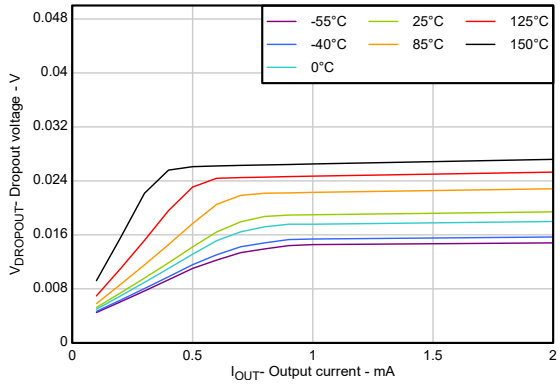


図 5-8. ドロップアウト電圧と出力電流との関係、軽負荷時

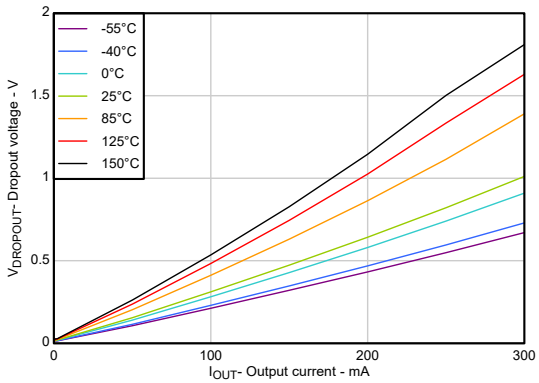
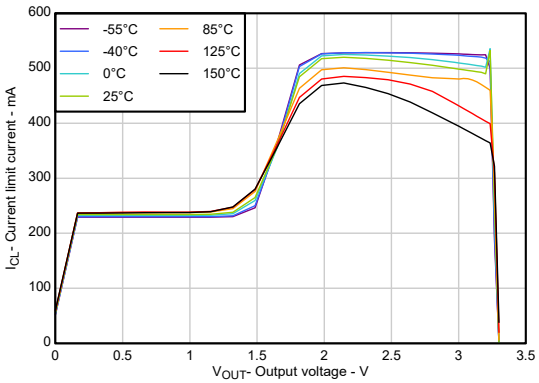
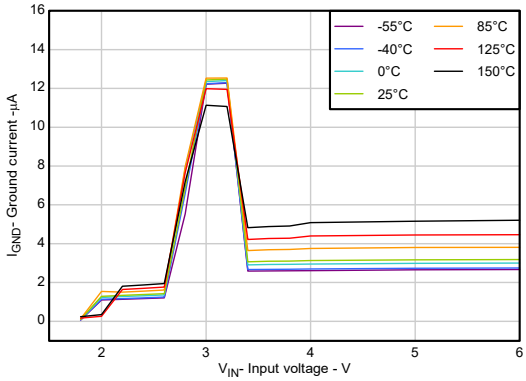


図 5-9. ドロップアウトと出力電流との関係



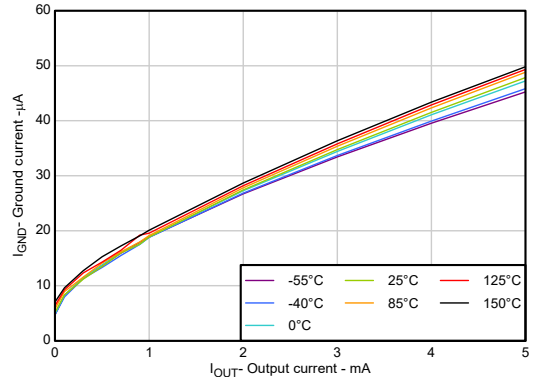
V_{IN} = 5.3V

図 5-10. 電流制限と出力電圧との関係



I_{OUT} = 0mA、V_{OUT} = 3.3V

図 5-11. ドロップアウト時の静止電流制御



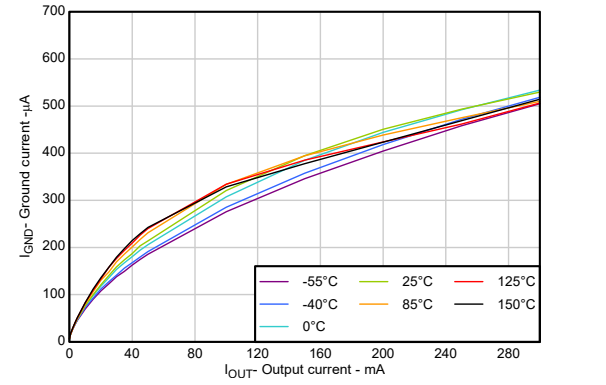
V_{IN} = 3.8V、V_{OUT} = 3.3V

図 5-12. グランド電流と出力電流との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

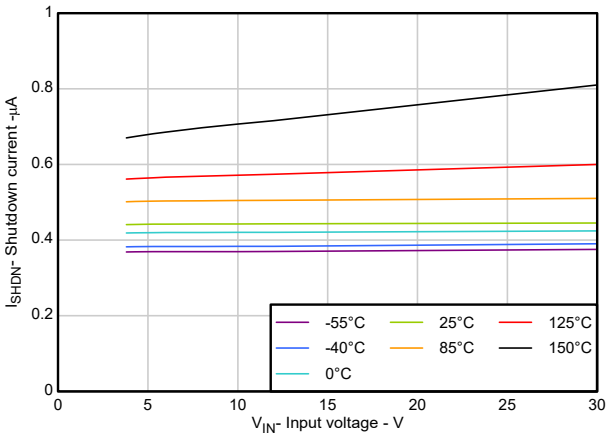
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



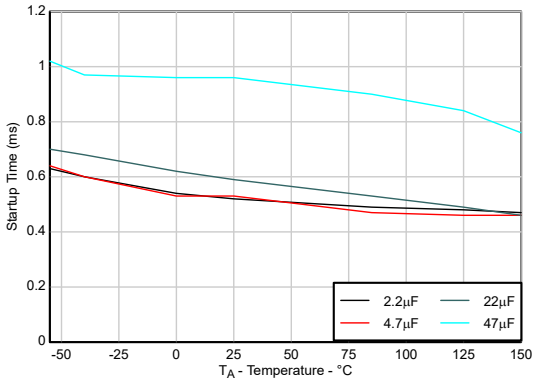
V_{IN} = 5.3V、V_{OUT} = 3.3V

図 5-13. グランド電流と出力電流との関係



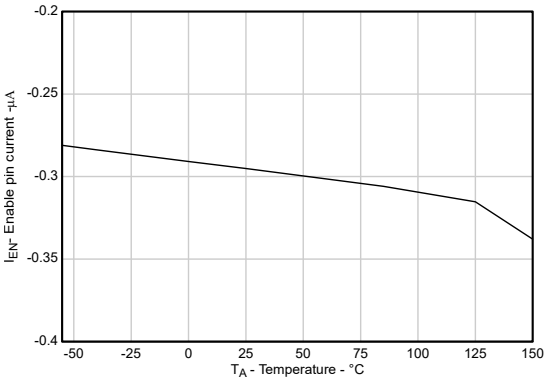
V_{EN} = 0V、I_{OUT} = 0mA

図 5-14. シャットダウン電流と入力電圧との関係



V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 0mA

図 5-15. スタートアップ時間と温度との関係、C_{OUT}



I_{OUT} = 0mA

図 5-16. イネーブル ピンのリーク電流と温度との関係

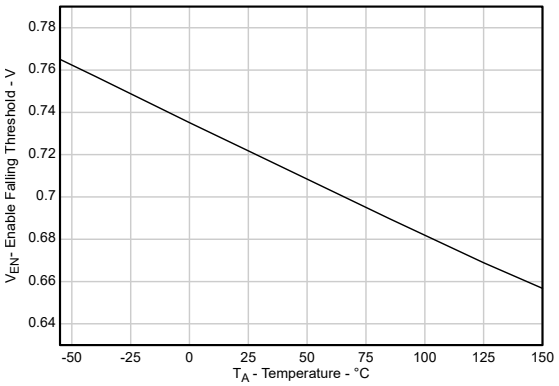


図 5-17. イネーブル ピン Low レベル入力電圧と温度との関係

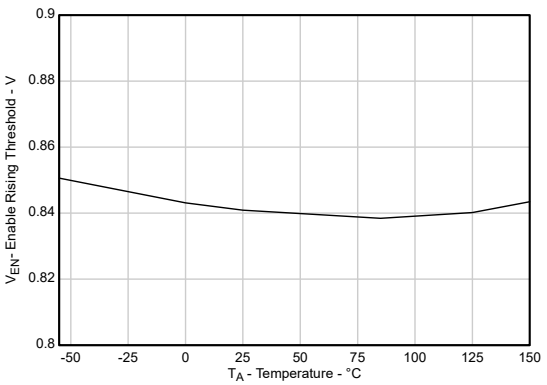
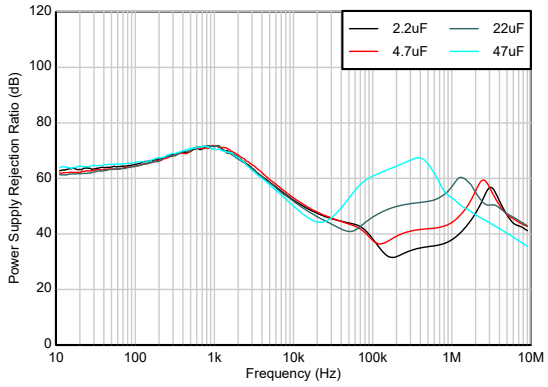


図 5-18. イネーブル ピン High レベル入力電圧と温度との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

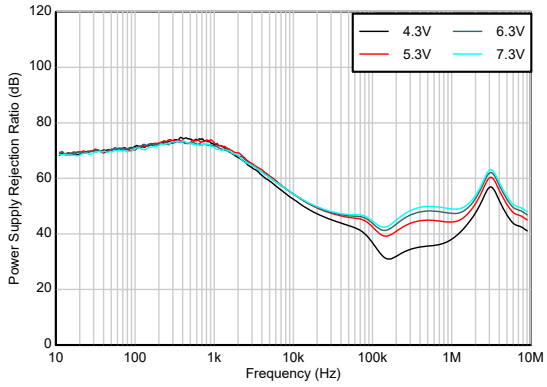
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



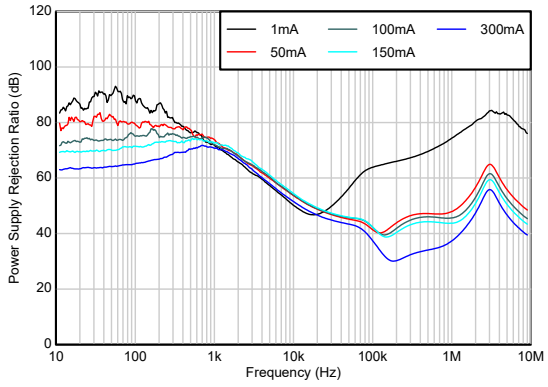
V_{IN} = 5.3 V、V_{OUT} = 3.3 V、I_{OUT} = 300 mA

図 5-19. リップル除去と周波数、C_{OUT} との関係



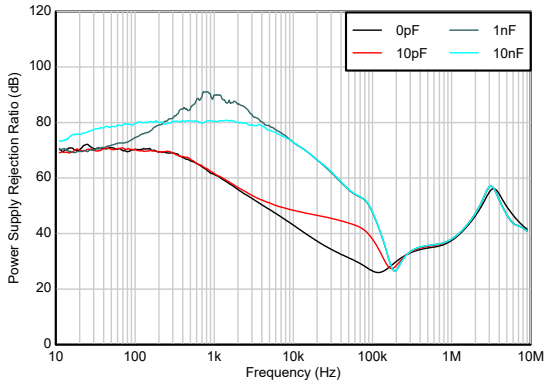
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA

図 5-20. リップル除去と周波数、入力電圧との関係



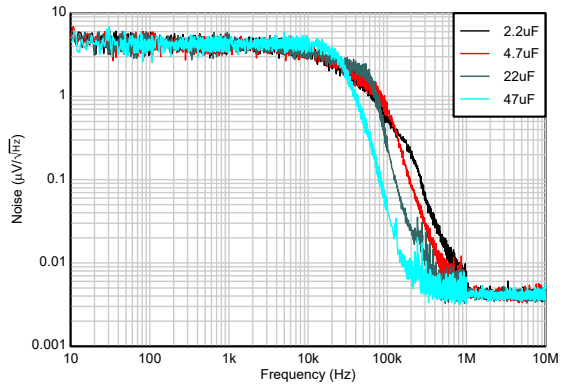
V_{IN} = 5.3V、V_{OUT} = 3.3V

図 5-21. リップル除去と周波数、出力電流との関係



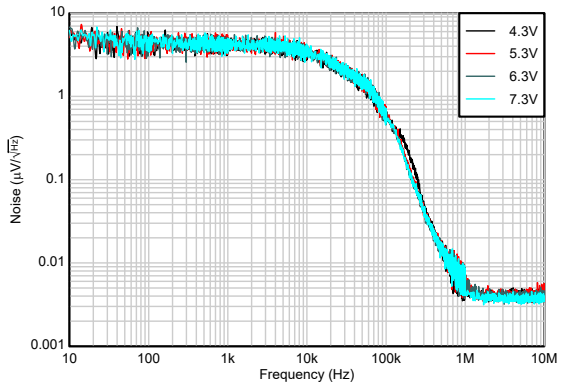
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA

図 5-22. リップル除去と周波数、C_{FF} との関係



V_{IN} = 5.3 V、V_{OUT} = 3.3 V、I_{OUT} = 300 mA

図 5-23. 出力ノイズ密度と周波数および C_{OUT} との関係



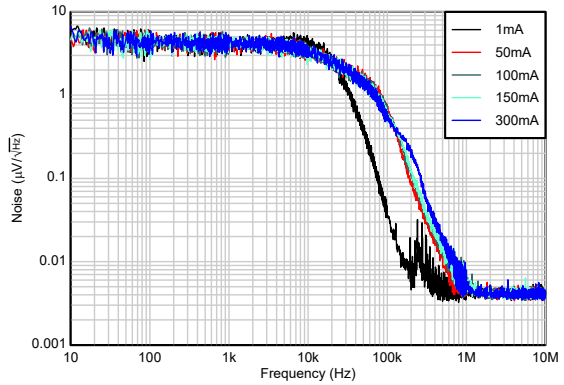
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA

図 5-24. 出力ノイズと周波数、入力電圧との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

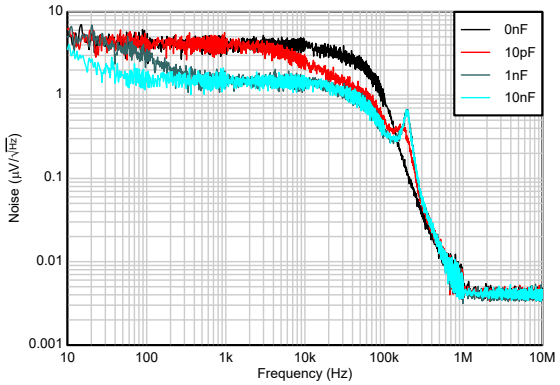
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



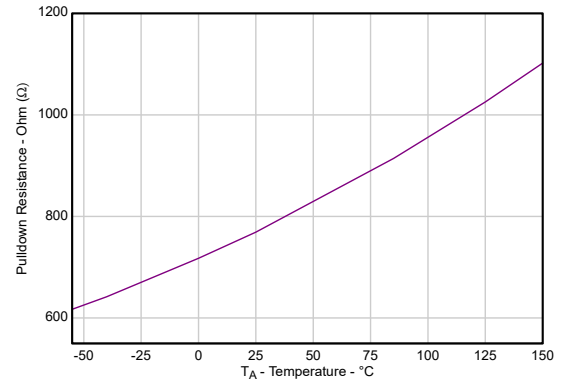
V_{IN} = 5.3V、V_{OUT} = 3.3V

図 5-25. ノイズ電圧と周波数、出力電流との関係



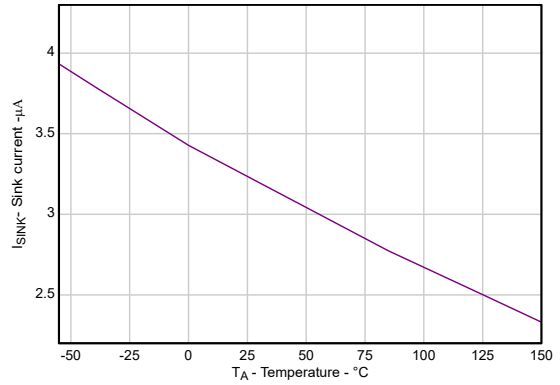
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA

図 5-26. 出力ノイズ密度と周波数および C_{FF} との関係



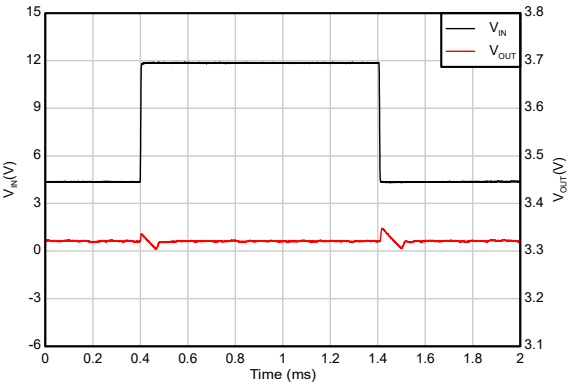
V_{EN} = 0V

図 5-27. 出力放電抵抗と温度との関係



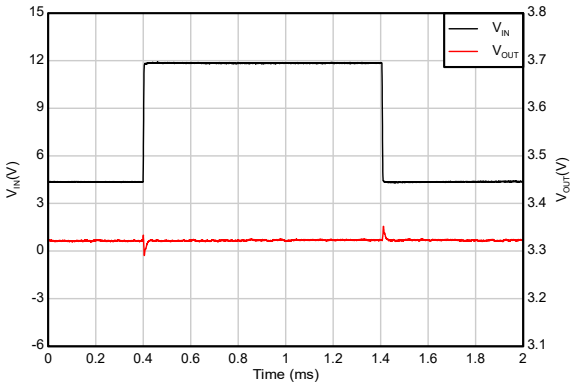
V_{EN} = V_{IN}、V_{OUT} = 1.05 × $V_{OUT(nom)}$

図 5-28. 出力シンク電流と温度との関係



V_{IN} = 4.3V～12V、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2V/µs

図 5-29. ライン トランジェント



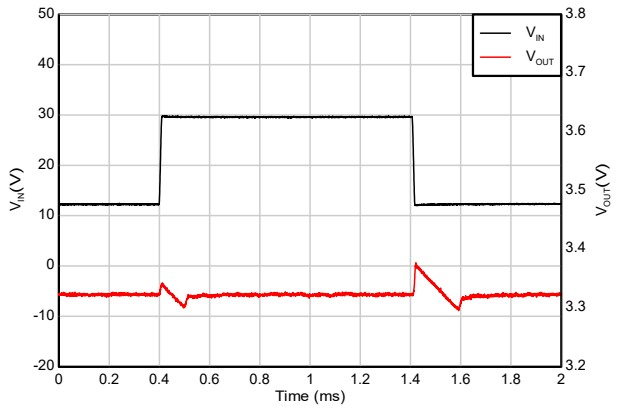
V_{IN} = 4.3V～12V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA、スルーレート = 2V/µs

図 5-30. ライン トランジェント

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

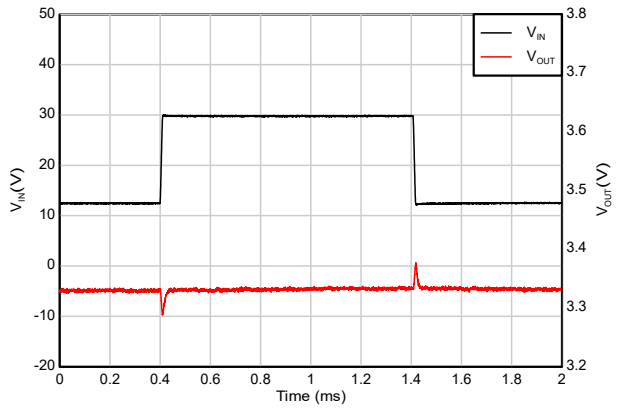
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



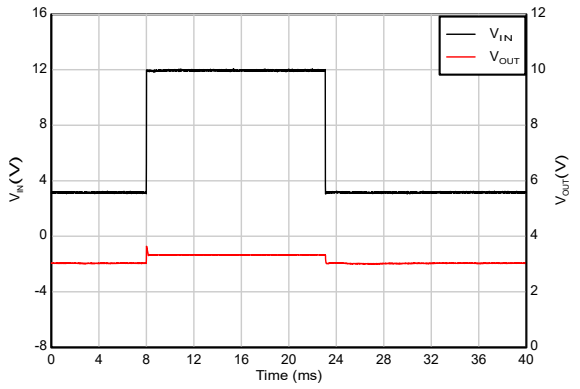
V_{IN} = 12V～30V、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2V/µs

図 5-31. ライン トランジェント



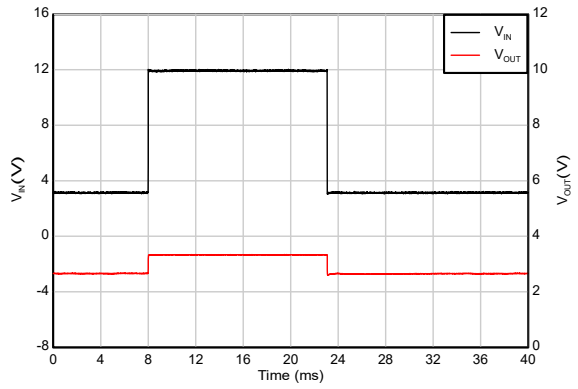
V_{IN} = 12V～30V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA、スルーレート = 2V/µs

図 5-32. ライン トランジェント



V_{IN} = 3V～12V、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2V/µs

図 5-33. ライン トランジェント



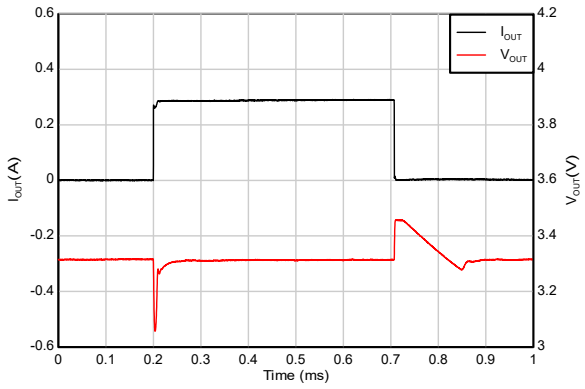
V_{IN} = 3V～12V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA、スルーレート = 2V/µs

図 5-34. ライン トランジェント

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

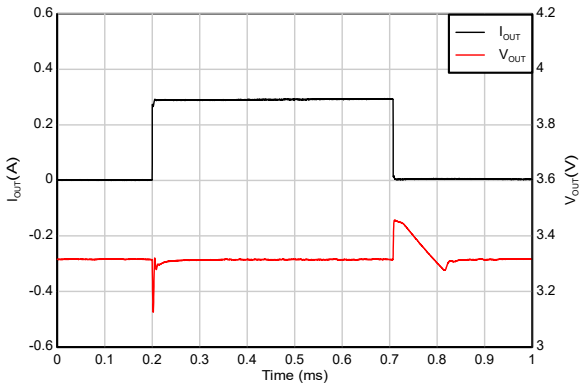
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



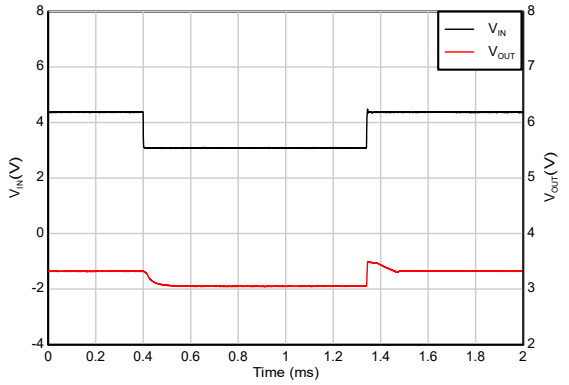
I_{OUT} = 0mA ～ 300mA、V_{IN} = 5.3V、V_{OUT} = 3.3V、スルー レート = 2A/µs

図 5-35. 負荷過渡



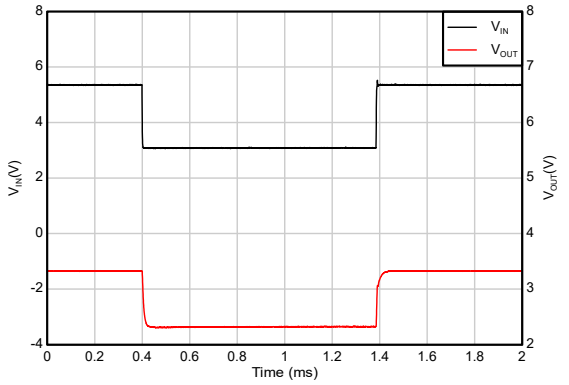
I_{OUT} = 1mA ～ 300mA、V_{IN} = 5.3V、V_{OUT} = 3.3V、スルー レート = 2A/µs

図 5-36. 負荷過渡



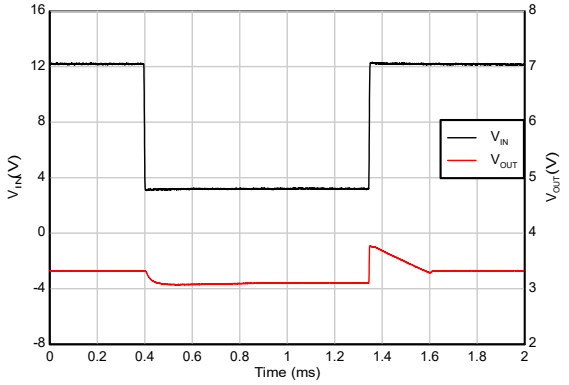
V_{IN} = 4.3V～3V、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2V/µs

図 5-37. ドロップアウトからの回復



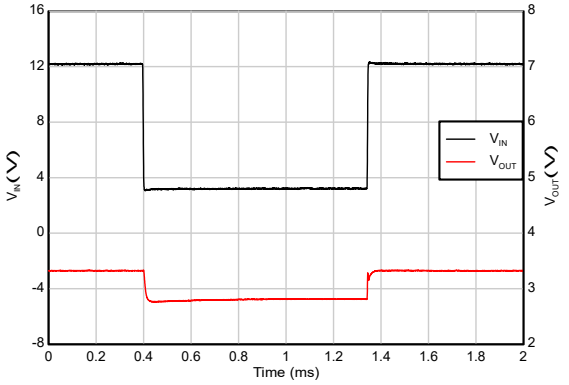
V_{IN} = 5.3V ～ 3V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT}= 300mA、スルーレート = 2V/µs

図 5-38. ドロップアウトからの回復



V_{IN} = 12V～3V、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2V/µs

図 5-39. ドロップアウトからの回復



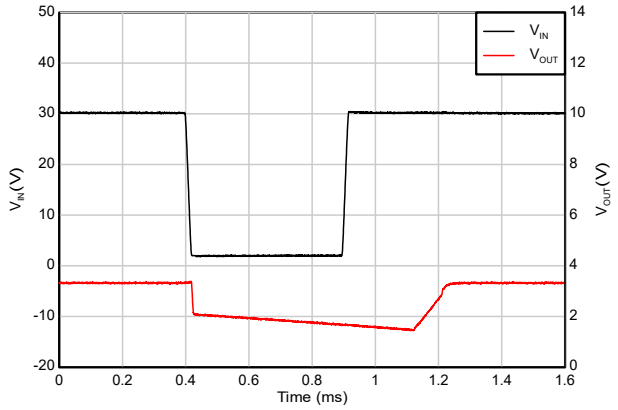
V_{IN} = 12V ～ 3V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT}= 100mA、スルーレート = 2V/µs

図 5-40. ドロップアウトからの回復

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

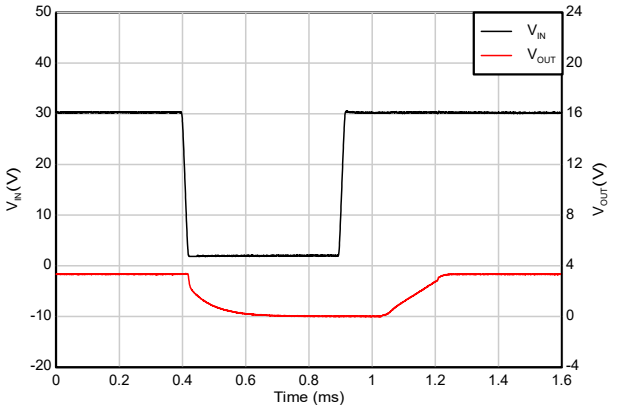
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



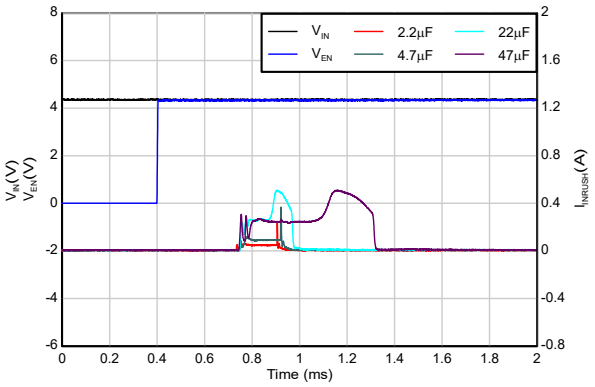
V_{IN} = 30V～2V、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2V/µs

図 5-41. ブラウンアウトからの復帰



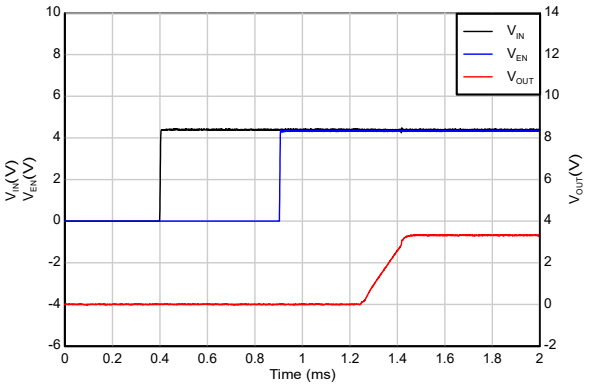
V_{IN} = 30V ～ 2V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT}= 50mA、スルーレート = 2V/µs

図 5-42. ブラウンアウトからの復帰



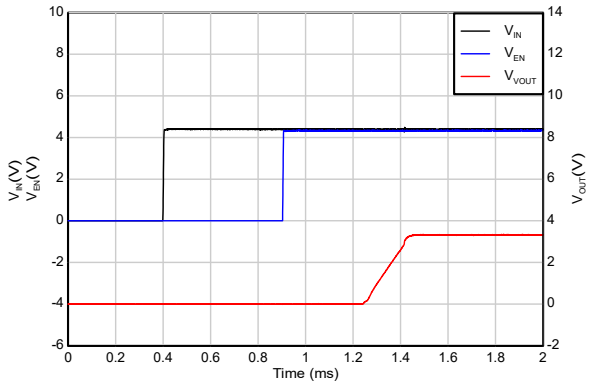
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 0mA、スルーレート = 1V/µs

図 5-43. 起動時の突入電流プロファイルと C_{OUT} との関係



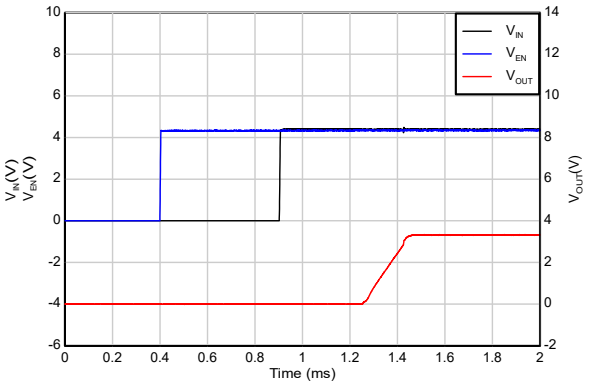
V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 1V/µs

図 5-44. シーケンシングありの起動 (IN の 後に EN)



V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 50mA、スルーレート = 1V/µs

図 5-45. シーケンシングありの起動 (IN の 後に EN)



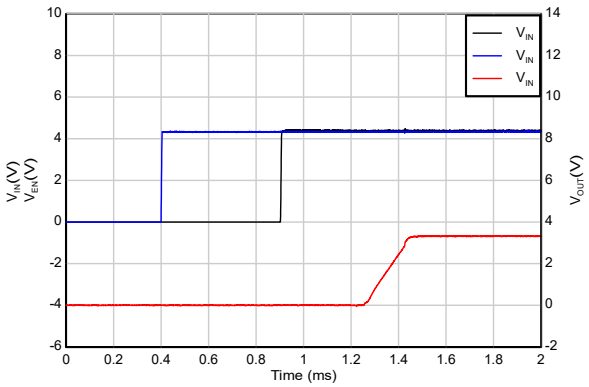
V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 1V/µs

図 5-46. シーケンシングありの起動 (EN の 後に IN)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

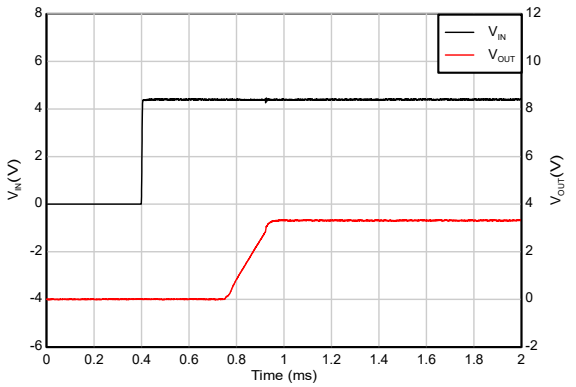
5.6 代表的特性 (続き)

動作時接合部温度 (T_J = 25℃) で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V、I_{OUT} = 1mA、T_J に関して規定された温度 (特に記載がない限り)



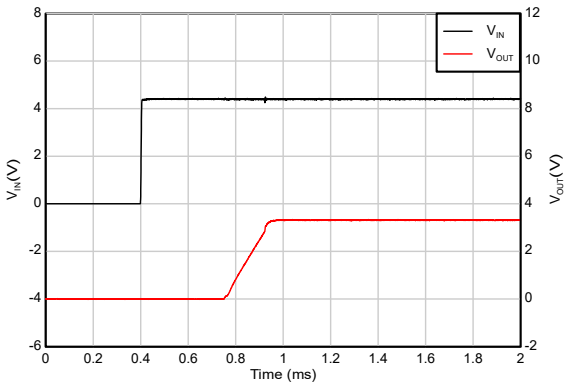
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 50mA、スルーレート = 1V/µs

図 5-47. シーケンシングありの起動 (EN の 後に IN)



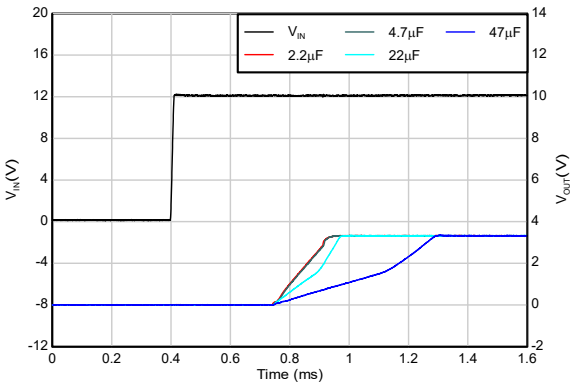
V_{EN} = V_{IN}、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 1V/µs

図 5-48. IN と EN を 接続した場合の起動



V_{EN} = V_{IN}、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 50mA、スルーレート = 1V/µs

図 5-49. IN と EN を 接続した場合の起動



V_{EN} = V_{IN}、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 1V/µs

図 5-50. IN と EN 接続した状態での起動、C_{OUT}

6 詳細説明

6.1 概要

TPS7E72 低ドロップアウト レギュレータ (LDO) は、無負荷電流時に超低静止電流 (2.8µA 標準値) を消費します。デバイスは広い入力電圧範囲 (3.0V ～ 30V) と広い出力範囲 (可変構成で 1.2V ～ 28V) を提供し、最大 300mA の負荷電流を提供します。デバイスは、4.7µF～100µF の出力コンデンサ範囲で安定です。

全負荷電流範囲にわたって静止電流が小さく、無負荷ドロップアウト状況で I_Q が制御されているため、TPS7E72 はバッテリ駆動のアプリケーションに電力を供給するように設計されています。TPS7E72 には内部ソフトスタート機構が搭載されており、突入電流の制御によって一様なスタートアップを行えます。また、この LDO は、出力側での負荷短絡やフォルト状態時に、過電流保護 (フォールドバック方式)、過電圧保護および熱保護機能も備えており、信頼性が向上しています。

6.2 機能ブロック図

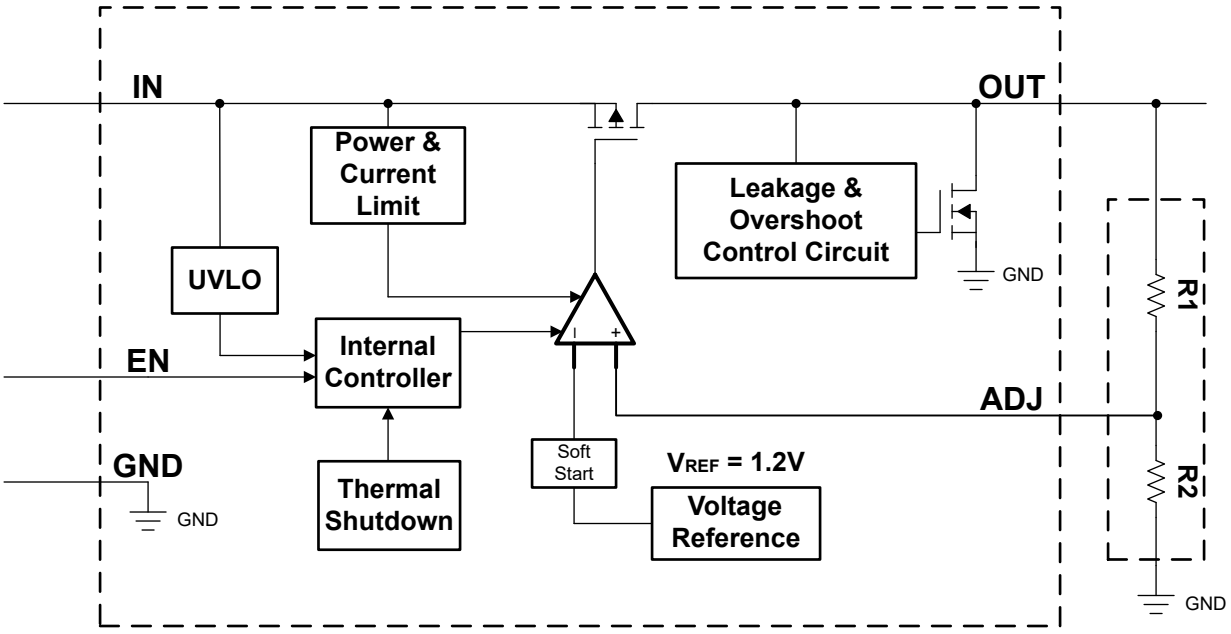


図 6-1. 機能ブロック図：可変バージョン

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

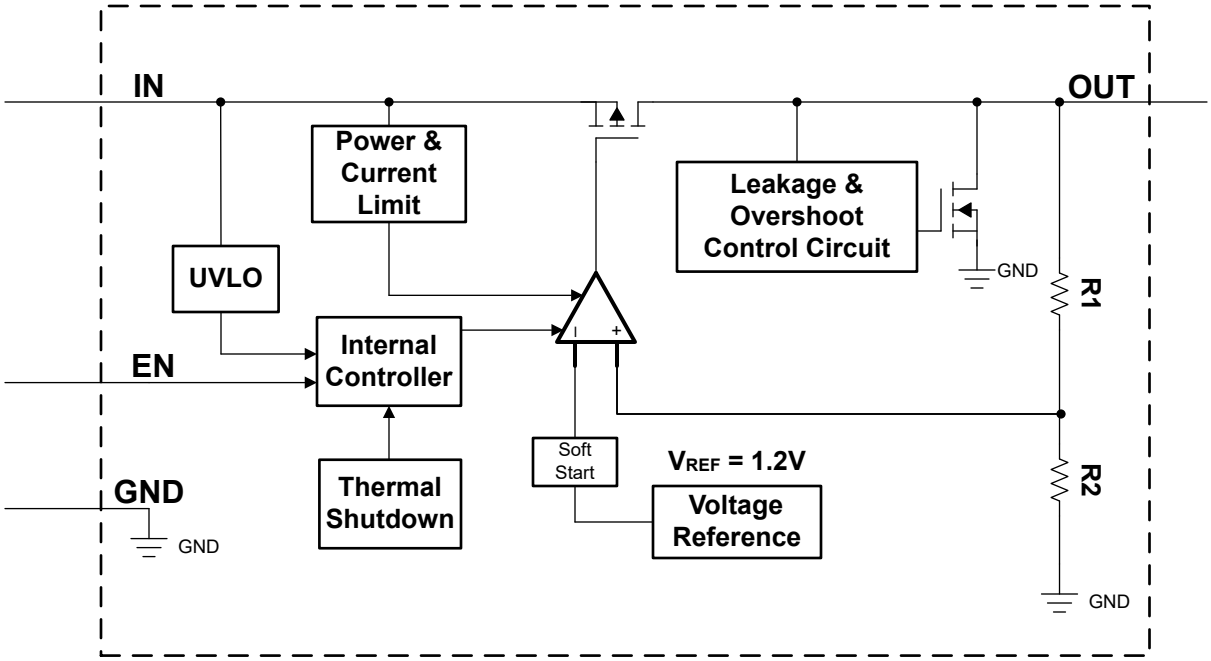


図 6-2. 機能ブロック図：固定バージョン

6.3 機能説明

6.3.1 イネーブル (EN)

デバイスのイネーブル ピンはアクティブ High ピンです。イネーブル ピンの電圧が EN ピンの High レベル入力電圧 (V_{IH}) より高いと、出力電圧がイネーブルされ、イネーブル ピンの電圧が EN ピンの Low レベル入力電圧 (V_{IL}) より低いと、ディスエーブルされます。高スレッショルドと低スレッショルドを セクション 5.5 に示します。出力電圧を独立して制御する必要がない場合は、イネーブル ピンをデバイスの入力に接続します。

EN ピンには弱い内部プルアップもあり、EN ピンをフローティングのままにすることでデバイスをイネーブルできます。EN ピンの内部プルアップ電流は、イネーブル プルアップ電流として セクション 5.5 の表に記載されています。ただし、ピンのリーク電流 (基板の汚染またはその他の原因による) がこのピンを誤って Low にプルしないように注意する必要があります。デバイスを意図せず無効にしないように、リーク電流を 25nA 以下に制限する必要があります。

6.3.2 ドロップアウト電圧

ドロップアウト電圧 (V_{DO}) は、パス トランジスタが完全にオンとなる定格出力電流 (I_{RATED}) において、入力電圧から出力電圧を引いた値 (V_{IN} - V_{OUT}) として定義されます。I_{RATED} は、「推奨動作条件」表に記載されている最大 I_{OUT} です。パス トランジスタは、抵抗領域すなわち動作の三極管領域で動作し、スイッチとして機能します。ドロップアウト電圧は、出力電圧がレギュレーションのままとどまると予想される、プログラムされた公称出力電圧よりも大きな最小入力電圧を間接的に指定します。入力電圧がこの電圧よりも低下すると、出力電圧も同様に低下します。

CMOS レギュレータの場合、ドロップアウト電圧はパス トランジスタのドレイン ソース間オン抵抗 ($R_{DS(ON)}$) によって決まります。したがって、リニア レギュレータが定格電流よりも低い値で動作する場合、その電流に対するドロップアウト電圧はそれに応じてスケーリングされます。以下の式を使用して、デバイスの $R_{DS(ON)}$ を計算します。

$$R_{DS(ON)} = \frac{V_{DO}}{I_{RATED}} \quad (1)$$

6.3.3 低電圧誤動作防止

このデバイスは、入力電圧を監視する独立した低電圧ロックアウト (UVLO) 回路を備えており、出力電圧のオンおよびオフを制御された一定の動作で行えるようにします。起動時に入力電圧が低下してデバイスがオフになるのを防ぐため、UVLO にはヒステリシス機能が内蔵されています。UVLO の制限値は、「電気的特性」表に記載されています。

6.3.4 サーマル シャットダウン

デバイスには、パス トランジスタの接合部温度
(T_J) が T_{SD+} (標準値) まで上昇したときにデバイスを無効化するサーマル シャットダウン保護回路が内蔵されています。温度が T_{SD-} (標準値) まで低下した際にデバイスがリセット (起動) されます。

半導体ダイの熱時定数はかなり短いため、消費電力が減少するまでの間、サーマル シャットダウンに達したときに、本デバイスはサイクルのオンとオフを行います。起動時の消費電力は、デバイス両端での大きな V_{IN} と V_{OUT} 間の電圧降下が発生するか、大きな突入電流で大容量の出力コンデンサを充電することにより高くなります。条件によっては、サーマル シャットダウン保護機能により、起動が完了する前にデバイスが無効化されることがあります。

信頼性の高い動作を実現するには、接合部温度を「推奨動作条件」の表に記載された最大値に制限します。この最大温度を超えて動作すると、デバイスは動作仕様を超えます。本デバイスの内蔵保護回路は全体的な熱条件から保護するように設計されていますが、この回路は適切なヒート シンクの代わりとなるものではありません。デバイスをサーマル シャットダウン状態、または推奨される最大接合部温度を上回る状態で使用し続けると、長期的な信頼性が低下します。

6.3.5 フォールドバック電流制限

このデバイスには、内部に電流制限回路があり、過渡的な高負荷電流障害または短絡イベントの時にレギュレータを保護します。電流制限は、ハイブリッド ブリックウォール フォールドバック方式です。フォールドバック電圧 ($V_{FOLDBACK}$) では、電流制限はブリック ウォール方式からフォールドバック方式に遷移します。出力電圧が $V_{FOLDBACK}$ を上回った際の高負荷電流障害では、ブリックウォール方式により、出力電流が電流制限 (I_{CL}) に制限されます。電圧が $V_{FOLDBACK}$ を下回ると、フォールドバック電流制限が有効になり、出力電圧が GND に近付くと電流を小さくします。出力が短絡したとき、デバ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

イスは短絡電流制限 (I_{SC}) と呼ばれる標準的な電流を供給します。I_{CL} と I_{SC} は、「セクション 5.5」表に記載されています。

デバイスが電流制限されている場合、出力電圧はレギュレートされません。電流制限イベントが発生すると、消費電力の増加によりデバイスが発熱し始めます。デバイスがブリックウォール電流制限にある場合、パス トランジスタは電力 [(V_{IN} - V_{OUT}) × I_{CL}] を消費します。デバイスの出力が短絡され、出力が $V_{FOLDBACK}$ を下回ると、パス トランジスタは電力 [(V_{IN} - V_{OUT}) × I_{SC}] を消費します。サーマル シャットダウンがトリガされると、デバイスはオフになります。デバイスの温度が下がると、内蔵のサーマル シャットダウン回路によってデバイスがオンに戻ります。出力電流フォルト状態が継続すると、デバイスは電流制限とサーマル シャットダウンを繰り返します。電流制限の詳細については、「制限の把握」アプリケーション ノートを参照してください。

図 6-3 は、フォールドバック電流制限の図を示しています。

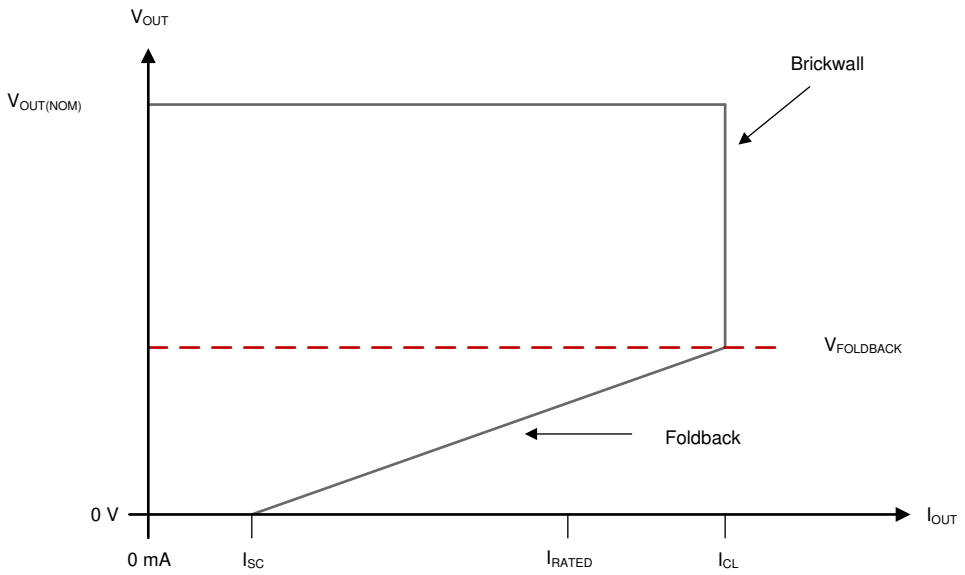


図 6-3. フォールドバック電流制限

6.3.6 電力制限

このデバイスには、内部 SOA (安全動作領域) 制限内で LDO 全体の電力損失を制限する内部過電力制限回路があります。LDO の SOA 制限は、パッケージで使用されるシリコン部品とボンド ワイヤの両方の安全動作を考慮しています。これらの制限値により、デバイスが信頼性の高い動作を維持し、過熱、ブレークダウン、その他の損傷の影響によるデバイスの故障を防止します。

LDO における消費電力 (P_{Dissip}) は、LDO 間の電圧降下 ($V_{IN} – V_{OUT}$) と、その間を流れる負荷電流 (I_{OUT}) によって定義されます。

$$P_{Dissip} = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (2)$$

電力制限回路は、LDO 全体の電圧降下 (ヘッド ルーム、V_{IN} - V_{OUT}) と、それを流れる出力負荷電流 (I_{OUT}) の両方を監視します。P_{Dissip} が定義された SOA の制限値を超えると、電力制限回路に LDO を通じて流れる負荷電流 (I_{OUT}) が制限されます。デバイスが電力制限されている場合、出力電圧はレギュレートされません。完全なヘッド ルーム ($V_{IN} – V_{OUT}$ = 30V) 時にサポートされる最大電流 (I_{PLIMIT}) と、全負荷電流時にサポートされる最大ヘッド ルーム ($V_{HEADROOM}$) をセクション 5.5 に示します。

図 6-4 は、電力制限の図を示しています。

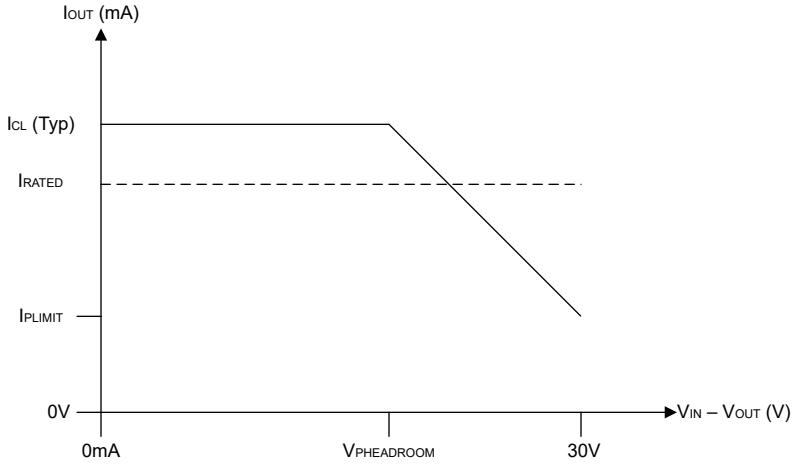


図 6-4. 電力制限

6.3.7 出力プルダウン

このデバイスには、出力プルダウン回路が搭載されています。グランドへの V_{OUT} プルダウン シンク能力を、セクション 5.5 の表に示します。この出力プルダウンは次の条件で有効になります。

- $V_{EN} < V_{IL(EN)}$
- $1.0V < V_{IN} < V_{UVLO}$

このデバイスの出力プルダウン抵抗は標準値 780Ω で、セクション 5.5 表に $R_{Discharge}$ と記載されています。

入力電源が失われた後、大きな出力容量を放電するために出力プルダウン回路に依存しないでください。出力から入力へ逆電流が流れる可能性があるためです。この逆電流の流れは、デバイスに損傷を与える可能性があります。詳細については、「逆電流」セクションを参照してください。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.4 デバイスの機能モード

6.4.1 デバイスの機能モードの比較

表 6-1 に、各種の動作モードにつながる条件を示します。パラメータ値については、セクション 5.5 表を参照してください。

表 6-1. デバイスの機能モードの比較

動作モード	パラメータ			
	V_{IN}	V_{EN}	I_{OUT}	T_J
通常動作	$V_{IN} > V_{OUT(nom)} + V_{DO}$ および $V_{IN} > V_{IN(min)}$	$V_{EN} > V_{EN(HI)}$	$I_{OUT} < I_{OUT(max)}$	$T_J < T_{SD(shutdown)}$
ドロップアウト動作	$V_{IN(min)} < V_{IN} < V_{OUT(nom)} + V_{DO}$	$V_{EN} > V_{EN(HI)}$	$I_{OUT} < I_{OUT(max)}$	$T_J < T_{SD(shutdown)}$
ディスエーブル (条件が真の場合、デバイスはディスエーブル)	$V_{IN} < V_{UVLO}$	$V_{EN} < V_{EN(LOW)}$	該当なし	$T_J > T_{SD(shutdown)}$

6.4.2 通常動作

デバイスは、以下の条件下で公称出力電圧へのレギュレートを行います。

- 入力電圧が、公称出力電圧とドロップアウト電圧の和 ($V_{OUT(nom)} + V_{DO}$) よりも大きい
- 本 LDO におけるヘッドルーム ($V_{IN} - V_{OUT}$) が、要求される I_{OUT} に対して $V_{HEADROOM}$ 未満である場合、電力制限は動作しません
- 出力電流が、電流制限より小さい ($I_{OUT} < I_{LIM}$)
- デバイスの接合部温度が、*推奨動作条件表で規定されている範囲内にある*
- デバイスの接合部温度がサーマル シャットダウンの温度を下回っている ($T_J < T_{SD}$)
- イネーブル電圧が以前にイネーブル立ち上がりスレッショルド電圧を超えていて、まだイネーブル立ち下がりスレッショルドよりも低くなっていない

6.4.3 ドロップアウト動作

入力電圧が、公称出力電圧と規定ドロップアウト電圧の和よりも小さいが、通常動作の他の条件がすべて満たされているとき、デバイスはドロップアウト モードで動作します。このモードでは、出力電圧は入力電圧に追従します。このモードでは、パス トランジスタがオーム領域または三極管領域にあり、スイッチとして機能するため、デバイスの過渡性能が大幅に低下します。ドロップアウト中にライン過渡または負荷過渡が生じると、大きな出力電圧の偏差が発生することがあります。

デバイスが定常的なドロップアウト状態にあるとき (起動中ではないが、通常のレギュレーション状態になった直後に、デバイスがドロップアウト状態 ($V_{IN} < V_{OUT(NOM)} + V_{DO}$) になったときとして定義される)、パス トランジスタはオーム領域または三極管領域に駆動されます。 入力電圧が公称出力電圧にドロップアウト電圧 ($V_{OUT(NOM)} + V_{DO}$) を加えた値以上に戻ると、デバイスがパス トランジスタをリニア領域にプルバックする間に、出力電圧が短時間オーバーシュートする可能性があります。

TPS7E72 は、従来のリニア電圧レギュレータに比べて、ドロップアウト動作時の I_Q、はるかに低い値 (無負荷ドロップアウト時の 12µA (標準値)) に維持します。これにより、TPS7E72 のレギュレーションに必要な入力電圧レベルをバッテリ レベルが下回った場合にバッテリの消耗を防止できます。

6.4.4 無効

イネーブル ピンの電圧を EN ピンの最大 Low レベル入力電圧、$V_{IL(EN)}$ 未満にすることで、このデバイスの出力をシャット ダウンできます (セクション 5.5 を参照)。無効化されると、パス トランジスタがオフになり、内部回路がシャットダウンされ、出力電圧は内部放電回路によって出力からグランドへアクティブに放電されます。

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 セクションにある情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI はその正確性も完全性も保証いたしません。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。また、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 アプリケーション情報

7.1.1 可変デバイス フィードバック抵抗の選定

可変出力バージョンのデバイスでは、出力電圧を設定するために外付けの帰還分圧抵抗が必要です。V_{OUT} は、次の式に示すように、フィードバック分圧抵抗 R_1 および R_2 によって設定されます。

$$V_{OUT} = V_{ADJ} \times (1 + R_1 / R_2) \quad (3)$$

V_{ADJ} (または V_{FB}) はフィードバック電圧であり、ADJ ピン上の電圧を指します。可変デバイスの通常動作中、デバイスは V_{ADJ} が内部基準電圧と等しくなるように制御されます。

V_{OUT} の式におけるフィードバック ピン電流誤差項を無視するためには、フィードバック分圧電流をセクション 5.5 表内に示されているフィードバック ピン電流 (I_{ADJ}) の 100 倍に設定してください。この設定により、次の式に示すように、最大の帰還分圧器の直列抵抗が得られます:

$$R_1 + R_2 \leq V_{OUT} / (I_{ADJ} \times 100) \quad (4)$$

7.1.2 推奨されるコンデンサの種類

このデバイスは、入出力に低等価直列抵抗 (ESR) のセラミック コンデンサを使用することで安定するように設計されています。マルチレイヤ セラミック コンデンサは、この種のアプリケーションの業界標準になっており、推奨されますが、適切な判断のもとに使用する必要があります。X7R、X5R、C0G 定格の誘電体材料を使用したセラミック コンデンサは、温度範囲全体にわたって比較的良好な容量の安定性を実現しますが、Y5V 定格のコンデンサの使用は、静電容量の変動が大きいため推奨されません。

選択したセラミック コンデンサの種類にかかわらず、実効静電容量は動作電圧と温度によって変化します。一般的に、実効静電容量は 50% 程度減少すると予想されます。「推奨動作条件」表に推奨される入力および出力コンデンサは、公称値の約 50% の実効容量を表しています。

7.1.3 入力および出力コンデンサの選択

TPS7E72 は、安定性のために 4.7µF 以上の出力コンデンサ (2.2µF 以上の静電容量) と、0.0Ω ～ 1.0Ω の等価直列抵抗 (ESR) を必要とします。最高の過渡性能を得るには、X5R および X7R タイプのセラミック コンデンサを使用します。これらのコンデンサは、温度による値と ESR の変動が最小限に抑えられているからです。特定のアプリケーション用にコンデンサを選択するときは、コンデンサの DC バイアス特性に注意します。出力電圧が高くなると、コンデンサの定格が大きく低下します。最高の性能を得るために、推奨される最大出力コンデンサは 100µF です。

安定性のために入力コンデンサは必要ではありませんが、アナログ設計では IN と GND の間にコンデンサを接続するのが適切です。一部の入力電源は高インピーダンスなので、入力電源に入力コンデンサを配置することで、入力インピーダンスを低減できます。このコンデンサは、リアクティブな入力ソースに対抗し、過渡応答、入力リップル、PSRR を改善します。入力電源が広い周波数範囲で高いインピーダンスを持つ場合、複数の入力コンデンサを並列に接続することで、周波数全体にわたるインピーダンスを低減できます。立ち上がり時間の短い大きな負荷過渡事象が予想される場合、またはデバイスが入力電源から数インチの場所に配置される場合は、より大きな値のコンデンサを使用してください。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.4 逆電流

過度な逆電流がある場合、デバイスが損傷する可能性があります。逆電流は、通常の導通チャネルではなく、パス トランジスタの固有ボディ ダイオードを通って流れます。この電流が大きくなると、デバイスの長期的な信頼性が低下します。

このセクションでは、逆電流が発生する可能性のある条件について概説します。これらの条件はすべて、$V_{OUT} \le V_{IN}$ + 0.3V の絶対最大定格を超える可能性があります。

- デバイスが大きな C_{OUT} を持ち、負荷電流がほとんどまたはまったくない状態で入力電源が破損した場合
- 入力電源が確立されていない場合、出力はバイアスされる
- 出力は入力電源よりも高くバイアスされる

アプリケーションで逆電流が予期される場合は、デバイスを保護するために外部保護を推奨します。逆電流はデバイス内で制限されないため、拡張された逆電圧動作が予期される場合は、外部制限が必要です。

図 7-1 に、デバイスを保護するための 1 つのアプローチを示します。

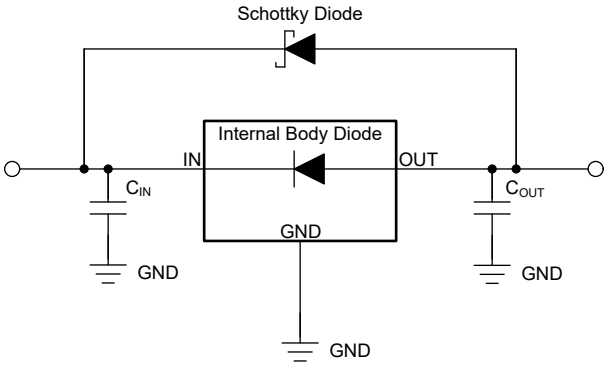


図 7-1. ショットキー ダイオードを使用した逆電流保護の回路例

7.1.5 フィードフォワード コンデンサ

可変電圧バージョンのデバイスでは、フィードフォワード コンデンサ (C_{FF}) を OUT ピンから ADJ ピンへ接続できます。C_{FF} は過渡現象、ノイズ、PSRR の性能を向上させますが、レギュレータの安定性には必要ありません。推奨される C_{FF} 値は「推奨動作条件」表に記載しています。より高い容量の C_{FF} を使用することもできますが、起動時間が長くなります。C_{FF} のトレードオフの詳細な説明については、『低ドロップアウト レギュレータでフィードフォワード コンデンサを使用する場合の長所と短所』アプリケーション ノートを参照してください。

C_{FF} と R_1 は周波数 f_Z でループ ゲインのゼロを形成し、C_{FF}、R_1、R_2 は周波数 f_P でループ ゲインの極を形成します。C_{FF} のゼロ周波数と極周波数は、次の式から計算できます。

$$f_Z = 1 / (2 \times \pi \times C_{FF} \times R_1) \quad (5)$$

$$f_P = 1 / (2 \times \pi \times C_{FF} \times (R_1 \parallel R_2)) \quad (6)$$

7.1.6 ドロップアウト電圧

ドロップアウト電圧 (V_{DO}) は、パス トランジスタが完全にオンとなる定格出力電流 (I_{RATED}) において、入力電圧から出力電圧を引いた値 (V_{IN} - V_{OUT}) として定義されます。I_{RATED} は、「推奨動作条件」表に記載されている最大 I_{OUT} です。パス トランジスタは、抵抗領域すなわち動作の三極管領域で動作し、スイッチとして機能します。ドロップアウト電圧は、出力電圧がレギュレーションのままとどまると予想される、プログラムされた公称出力電圧よりも大きな最小入力電圧を間接的に指定します。入力電圧が公称出力レギュレーションよりも低下すると、出力電圧も同様に低下します。

CMOS レギュレータの場合、ドロップアウト電圧はパス トランジスタのドレイン ソース間オン抵抗 ($R_{DS(ON)}$) によって決まります。したがって、リニア レギュレータが定格電流よりも低い値で動作する場合、その電流に対するドロップアウト電圧はそれに応じてスケーリングされます。以下の式を使用して、デバイスの $R_{DS(ON)}$ を計算します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

$$R_{DS(ON)} = \frac{V_{DO}}{I_{RATED}} \quad (7)$$

7.1.7 推定接合部温度

現在、JEDEC 規格では、典型的な PCB 基板アプリケーションで回路内にあるリニア レギュレータの接合部温度を推定するために、psi (Ψ) の熱指標を使用することを推奨しています。これらの指標は熱抵抗パラメータではなく、接合部温度を推定するための実用的かつ相対的な方法を提供します。これらの psi 指標は、熱拡散に利用できる銅箔面積に大きく依存しないことが判明しています。「*セクション 5.4*」表には、主要な熱指標である、接合部から上面への特性パラメータ (ψ_{JT}) と接合部から基板への特性パラメータ (ψ_{JB}) がリストされています。これらのパラメータは、以下の式で説明するように、接合部温度 (T_J) を計算するための 2 つの方法を提供します。接合部から上面への特性パラメータ (ψ_{JT}) とデバイス パッケージの中央上部の温度 (T_T) を使用して、接合部温度を計算します。接合部から基板への特性パラメータ (ψ_{JB}) とデバイス パッケージから 1mm のプリント基板 (PCB) 表面温度 (T_B) を使用して、接合部温度を計算します。

$$T_J = T_T + \psi_{JT} \times P_D \quad (8)$$

ここで

- P_D は、消費電力
- T_T は、デバイス パッケージの中央上部の温度

$$T_J = T_B + \psi_{JB} \times P_D \quad (9)$$

ここで

- T_B は、デバイス パッケージから 1mm の位置で、パッケージのエッジの中心で測定された PCB 表面温度

熱指標とその使用方法の詳細については、『半導体および IC パッケージの熱指標』アプリケーション ノートを参照してください。

7.1.8 消費電力 (P_D)

回路の信頼性を確保するには、デバイスの消費電力、プリント基板 (PCB) 上の回路の位置、およびサーマル プレーンの適切なサイズを適切に考慮する必要があります。レギュレータ周辺の PCB 領域には、追加的な熱ストレスを生じる発熱デバイスを極力配置しないよう確認してください。

1 次近似では、レギュレータの消費電力は、入力と出力の電圧差と負荷条件に依存します。消費電力 (P_D) は、次の式で計算されます。

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (10)$$

注

システム電圧レールを適切に選択することで、消費電力を最小限に抑えることができるため、より高い効率を実現できます。適切に選択することで、入出力電圧差の最小値が得られます。デバイスのドロップアウトが小さいため、広い範囲の出力電圧にわたって最大の効率を実現します。

サーマル パッドを備えたデバイスの場合、デバイス パッケージの主な熱伝導経路は、サーマル パッドを通って PCB へと接続されます。サーマル パッドをデバイスの下の銅パッド領域に半田付けします。このパッド領域には、放熱性を高めるために、追加の銅プレーンに熱を伝導するメッキされたビアのアレイが含まれています。

最大消費電力により、デバイスの最大許容周囲温度 (T_A) が決まります。消費電力と接合部温度は、ほとんどの場合、PCB とデバイスの組み合わせパッケージの $R_{\theta JA}$ と T_A に関連します。$R_{\theta JA}$ は接合部から周囲への熱抵抗、T_A は 周囲気温です。この関係を次の式に示します。

$$T_J = T_A + (R_{\theta JA} \times P_D) \quad (11)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

次の式は、出力電流のこの関係を並べ替えたものです。

$$I_{OUT} = (T_J - T_A) / [R_{\theta JA} \times (V_{IN} - V_{OUT})] \quad (12)$$

熱抵抗 ($R_{\theta JA}$) は、特定の PCB 設計に作り込まれている熱拡散能力に大きく依存します。したがって、この抵抗は、銅箔の総面積、銅の重量、プレーンの位置に応じて変化します。セクション 5.4 表に記載されている接合部から周囲への熱抵抗は、JEDEC 標準の PCB および銅箔面積によって決まります。$R_{\theta JA}$ は、パッケージの熱性能の相対的な測定値として使用されます。サーマル パッド付きパッケージおよび適切に設計されたサーマル レイアウトを採用している場合、$R_{\theta JA}$ はパッケージの $R_{\theta JCbot}$ に PCB 銅箔による熱抵抗成分を加えた値となります。$R_{\theta JCbot}$ は、セクション 5.4 の表に記載されている接合部からケース (底面) までの熱抵抗です。

7.1.9 消費電力と周囲温度との関係

図 7-2 および 図 7-3 は、JESD51-7 4 層、high-K 基板をベースとしています。許容消費電力は、次の式を使用して推定できます。「基板レイアウトが LDO の熱性能に及ぼす影響に関する実証的分析」アプリケーション ノートで説明したように、JEDEC High-K レイアウトの放熱は、上層の銅箔を追加し、サーマル ビアの数を増やすことにより改善できます。適切な熱レイアウトを使用すると、許容される熱放散は最大 50% 改善されます。デバイスの寿命と信頼性を最大化するため、デバイスの接合部温度を推奨動作温度範囲内に維持します。「推奨動作条件」を参照してください。

$$T_A + R_{\theta JA} \times P_D \leq T_J(max) \quad (13)$$

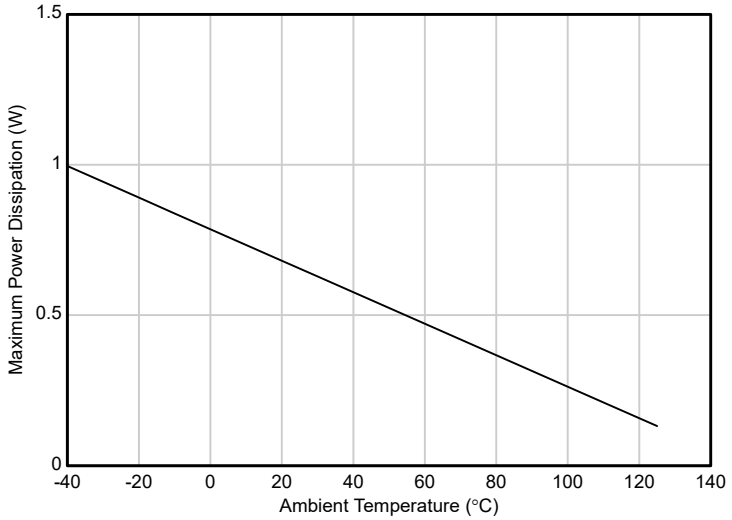


図 7-2. TPS7E72 (DBV) 許容消費電力

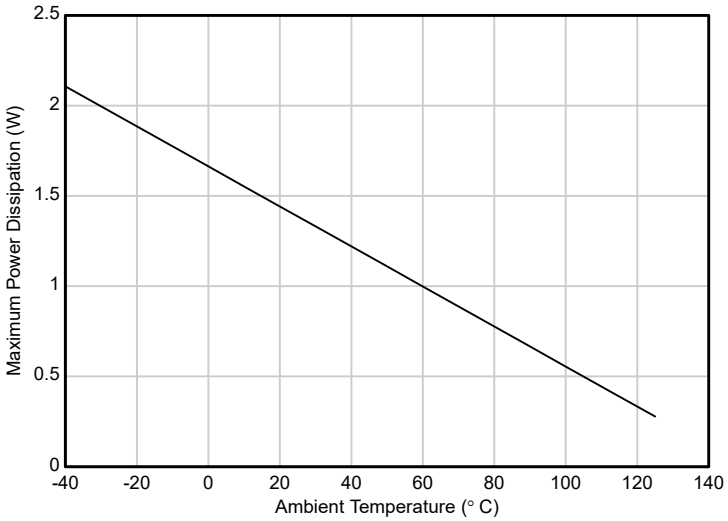


図 7-3. TPS7E72 (DRV) 許容消費電力

7.2 代表的なアプリケーション

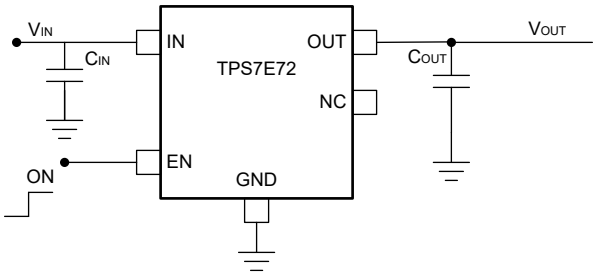


図 7-4. TPS7E72 の代表的なアプリケーションの回路 (固定電圧バージョン)

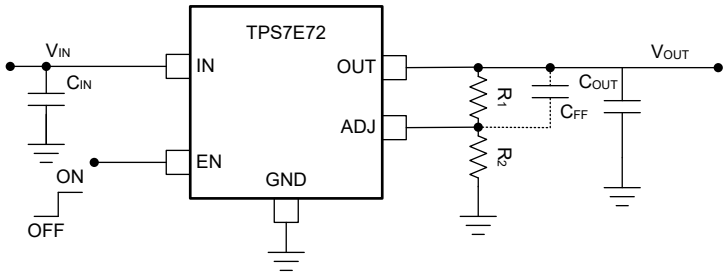


図 7-5. TPS7E72 の可変 LDO レギュレータのプログラミング

注：点線は、オプションの入力コンデンサとフィードフォワード コンデンサを示します。「入力および出力コンデンサの選択」と「フィードフォワード コンデンサ」セクションおよび「推奨動作条件」表を参照してください。

表 7-1. 抵抗 R_1 および R_2 の出力電圧を調整可能

出力電圧 (V)	R_1 (MΩ)	R_2 (MΩ)
1.8	0.499	1
2.8	1.33	1
3.3	1.75	1
5.0	3.16	1

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2.1 設計要件

この設計例では、表 7-2 に記載されているパラメータを入力パラメータとして使用します。

表 7-2. 設計パラメータ

設計パラメータ	数値の例
入力電圧範囲	6V～30V
出力電圧	3.3V
出力電流	150mA
出力コンデンサ	4.7µF

7.2.2 詳細な設計手順

この設計例では、公称 6.0V の入力電源を想定しており、最大 30V のライン過渡電圧が想定されます。30V6.0V 電源と LDO 入力間の抵抗およびインダクタンスの影響を最小化するために、公称 0.47µF の入力コンデンサを使用してください。安定性および良好な負荷過渡応答のために、公称 ～ 4.7µF の出力コンデンサ(最小出力容量 ～ 2.2µF) を使用してください。

デバイスの可変バージョンを使用する場合、出力電圧のガイダンス設定については、設計パラメータセクションと帰還抵抗を選択を参照してください。

3.3V の出力電圧、150mA 出力電流で動作する場合、デバイスのドロップアウト電圧 (V_{DO}) は最大 900mV です。このドロップアウト電圧でヘッドルームを維持するには、V_{IN} を 4.2V より高くする必要があります。V_{IN} が 6V なので、十分なヘッドルームが確保されます。

最大 30V の予測されるライン過渡電圧は、デバイスの定格入力電圧の範囲内です。

7.2.2.1 帰還抵抗を選択

この設計例では、f_{OUT} を 3.3kHz に設定しています。次の式では、目的の出力電圧に対して帰還分圧抵抗を設定します。

$$V_{OUT} = V_{ADJ} \times (1 + R_1 / R_2) \quad (14)$$

$$R_1 + R_2 \leq V_{OUT} / (I_{ADJ} \times 100) \quad (15)$$

出力精度を向上させるために、式 15 と I_{ADJ} = 10nA をセクション 5.5 表に記載されているように使用し、直列帰還抵抗 ($R_1 + R_2 \leq 3.3M\Omega$) の上限を計算します。

制御ループのエラー アンプは、ADJ ピンの電圧を内部リファレンスと同じ電圧 (セクション 5.5 表に示す V_{ADJ} = 1.2V) に保ちます。式 14 を用いて R_1 / R_2 = 1.75 の比を算出します。この比率を基に、式 式 15 に代入して R_1 の値を求めてください。ここで、$R_1 \leq 2.1M\Omega$ の上限を計算します。R_1 = 1.75MΩ に対して、標準値の抵抗を選びます。

式 16 を基準にして、R_2 を求めます。

$$R_2 = R_1 / [(V_{OUT} / V_{ADJ}) - 1] \quad (16)$$

式 16 から、R_2 = 1MΩ が決定されます。R_2 = 1MΩ に対して、標準値の抵抗を選びます。帰還分圧器の電流が、推奨動作条件表の最小値よりも大きいことを確認します。

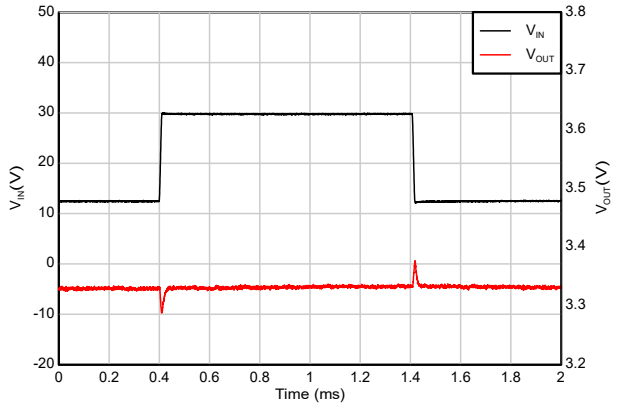
次の式を使用して、帰還分圧回路の電流を計算します。

$$I_{FB_Divider} = V_{OUT} / (R_1 + R_2) \quad (17)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

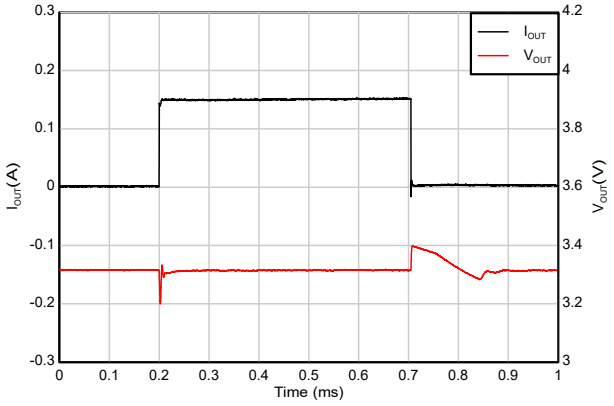
7.2.2.2 アプリケーション曲線

動作時接合部温度 T_J = 25°C で V_{IN} = 3.0V または V_{IN} = V_{OUT}(nom) + 1.0V (いずれか大きい方い)、C_{IN} = 1µF、C_{OUT} = 4.7µF、V_{EN} = 2V および I_{OUT} = 1mA (特に記載がない限り)



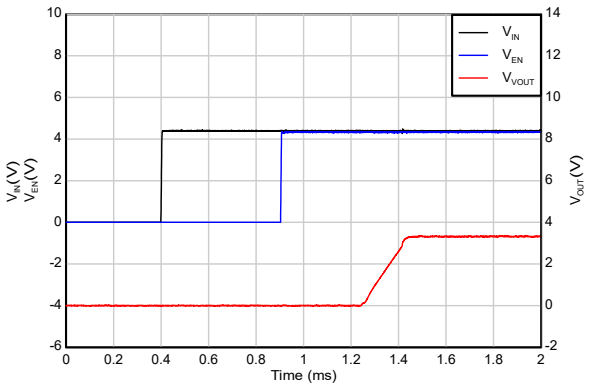
V_{IN} = 12V～30V、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 150mA、スルーレート = 2V/µs

図 7-6. ライン トランジェント



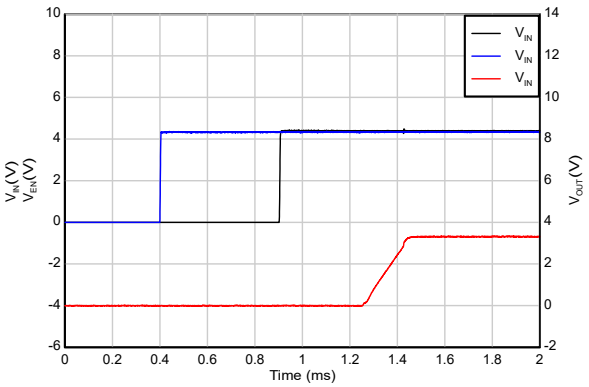
I_{OUT} = 1mA～150mA、V_{OUT} = 3.3V、スルーレート = 2A/µs

図 7-7. 負荷過渡



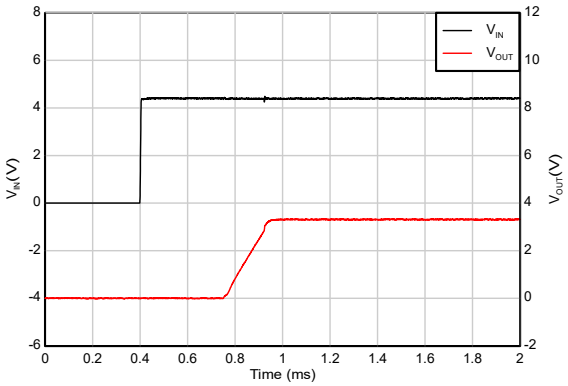
V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 50mA、スルーレート = 1V/µs

図 7-8. シーケンシングありの起動 (IN の 後に EN)



V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 50mA、スルーレート = 1V/µs

図 7-9. シーケンシングありの起動 (EN の 後に IN)



V_{EN} = V_{IN}、V_{OUT} = 3.3V、I_{OUT} = 50mA、スルーレート = 1V/µs

図 7-10. IN と EN を 接続した場合の起動

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2.3 電源に関する推奨事項

TPS7E72 は、3.0V ～ 30V の入力電源電圧範囲で動作するように設計されています。この入力電圧範囲により、デバイスがレギュレートされた出力を供給するための十分なヘッドルームが得られます。入力電源にノイズがある場合、ESR の低い入力コンデンサを追加すると、出力のノイズ特性を改善するために役立ちます。

7.2.4 レイアウト

7.2.4.1 レイアウトのガイドライン

全体的に最高のパフォーマンスを得るには、このセクションのガイドラインに従ってください。回路のすべてのコンポーネントをプリント基板 (PCB) の同じ側で、該当する LDO ピン接続に対して実用的な範囲でできる限り近づけて配置してください。入力および出力コンデンサのグランド復帰接続は、可能な限り GND ピンに近く配置し、広いコンポーネント側の銅のプレーンまたはパターンで接続します。入力コンデンサ、出力コンデンサ、または抵抗デバイダへの LDO 回路の接続には、ビアや長い配線を使用しないでください。これらの接続に伴う寄生インダクタンスがシステム性能に悪影響を及ぼします。このグランディングおよびレイアウト設計により、寄生インダクタンスが最小限に抑えられます。その結果、負荷電流の急変に伴う出力電圧の過渡変動が低減し、ノイズが抑えられ、回路の安定性が向上します。

最高の性能を得るため、ソリッド グランド プレーンの使用を推奨します。このプレーンは、部品側配線の直下の層、または 2 層 PCB の半田側 (底面) 層に配置する必要があります。ソリッド グランド プレーンを使うと、LDO と負荷の間の寄生インダクタンスを最小化して、過渡応答を改善し、外部ソースからのノイズを拾いにくくできます。

デバイスの放熱特性を向上させ、高温環境下での最大出力電流を確保するために、サーマルパッド下の銅箔パターンを可能な限り広く広げてください。また、サーマルパッド下の銅箔部分にサーマル ビアを配置し、PCB の裏面側の銅箔へ熱を効率よく逃がすようにしてください。アセンブリ要件が許す場合は、サーマルパッドと接続する銅箔の間にサーマル リリーフのないソリッド接続を行う必要があります。図 7-11 および 図 7-12 に、TPS7E72 パッケージのレイアウト例を示します。

7.2.4.2 レイアウト例

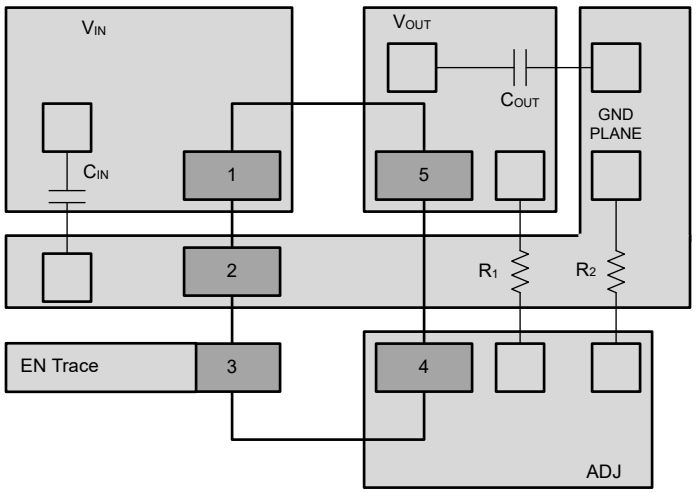


図 7-11. TPS7E72 (DBV) パッケージのレイアウト例

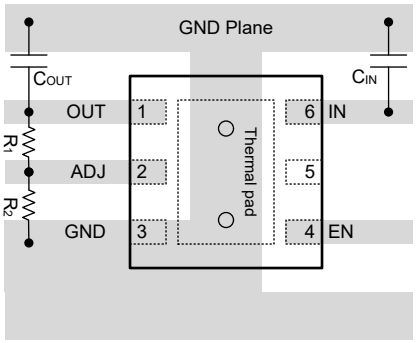


図 7-12. TPS7E72 (DRV) パッケージのレイアウト例

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

テキサス・インスツルメンツでは、幅広い開発ツールを提供しています。デバイスの性能の評価、コードの生成、ソリューションの開発を行うためのツールとソフトウェアをこのセクションで紹介します。

8.1 デバイス サポート

8.1.1 開発サポート

TPS7E72 を使用した初期の回路性能評価には、評価基板 (EVM) を利用することができます。ユニバーサル EVM (および関連するユーザーガイド) は、TI の製品フォルダ経由で TI ウェブサイトからリクエストするか、TI eStore から直接購入できます。

8.1.2 デバイスの命名規則

表 8-1. デバイスの命名規則

製品(1)	説明
TPS7E72**xx(xx)(M)yyyz**	**xx(xx)** は公称出力電圧です。たとえば、33 = 3.3V、50 = 5.0V、12V0 = 12V、01 = 可変。 **yyy** はパッケージ指定子です。たとえば、DBV = SOT-23、DRV = WSON です。 **(M)** は、デバイスが拡張温度範囲で認定されていることを示します。「推奨動作条件」を参照してください。 **z** はパッケージ数量です。R は大容量リール (3000 個) を示します。

(1) 最新のパッケージと発注情報については、このデータシートの末尾にあるパッケージ オプションの付録を参照するか、www.ti.com にあるデバイスの製品フォルダをご覧ください。

8.2 ドキュメントのサポート

8.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス インスツルメンツ、「*熱性能に対する基板レイアウト が LDO の影響に関する実証的分析*」アプリケーション ノート
- テキサス インスツルメンツ、「*制限について*」アプリケーション ノート

8.3 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。

8.4 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。

8.5 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.6 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。

8.7 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。

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 * (April 2026) to Revision A (October 2026) **Page**

- 「ピン構成および機能」セクションの「ピン機能」表内の DRV パッケージのピン番号付けを更新 ... 3
- COUT の ESR 範囲を「推奨動作条件」に追加 ... 4
- 明確化のため、「代表的特性」の条件に「T_J に関して規定された温度」を追加 ... 7
- 「代表的特性」で、「グランド電流と入力電圧との関係」グラフのタイトルを「ドロップアウト時の静止電流制御」に変更 ... 7
- 「代表的特性」で、「起動時の突入電流」グラフのタイトルを「起動時の突入電流プロファイルと C_{OUT} との関係」に変更 ... 7
- 「代表的特性」の「コールド クランク回復」グラフのタイトルを「ライン過渡」に変更 ... 7
- 両方の「機能ブロック図」で明確にするため、「リーケージ制御 / シンク回路」名を「リーケージおよびオーバーシュート制御回路」に変更 ... 16
- 「イネーブル (EN)」セクションの誤字を削除 ... 18
- 明確化のため、「ドロップアウト電圧」セクションの表現を更新 ... 18
- 「サーマル シャットダウン」セクションの誤字を削除 ... 18
- 明確化のため、「サーマル シャットダウン」セクションで、サーマル シャットダウンのヒステリシス動作の説明を更新 ... 18
- 明確化のため、「電力制限」の文言を修正 ... 19
- 「ディスエーブル」セクションの「シャットダウン」を「シャット ダウン」に変更 ... 21
- 「推定接合部温度」セクションから重複する段落を削除 ... 24
- 「抵抗 R1 および R2 の可変出力電圧」表に、3.3V 出力に対応する抵抗値を追加 ... 26
- 明確化のため、「詳細な設計手順」の表現を更新 ... 27
- 明確化のため、「レイアウトのガイドライン」のテキストを更新 ... 29
- 「デバイスの命名規則」で、表出力電圧オプションの例として 12V0 = 12V を追加 ... 31

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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、 TI の販売条件 、 TI の総合的な品質ガイドライン 、 ti.com または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。 TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月