

ADP170/ADP171

特長

- 最大出力電流：300 mA
- 入力電圧範囲：1.6~3.6 V
- 低静止電流
 - 0 mA 負荷で $I_{GND} = 23 \mu A$
 - 300 mA 負荷で $I_{GND} = 170 \mu A$
- 低シャットダウン電流：$1 \mu A$
- 低ドロップアウト電圧：300 mA 負荷で 66 mV
- 出力電圧精度： $\pm 1\%$
- 最大 31 種類の固定出力電圧オプション：0.8~3.0 V
- 調整可能な出力電圧範囲
 - 0.8~3.0 V (ADP171)
- ライン、負荷、温度の変化に対する精度： $\pm 3\%$
- 小型の $1 \mu F$ セラミック出力コンデンサで安定
- PSRR 性能：70 dB @ 10 kHz, 73 dB @ 1 kHz
- 低ノイズ：30 μV rms ($V_{OUT} = 0.8 V$)
- 電流制限と熱過負荷保護
- ロジック制御によるイネーブル
- 小型 5 ピン TSOT パッケージ

アプリケーション

- 携帯電話
- デジタル・カメラとオーディオ・デバイス
- 携帯用のバッテリー駆動機器
- DSP/FPGA/マイクロプロセッサ電源
- ポスト DC/DC レギュレーション

概要

ADP170/ADP171 は低電圧入力、低静止電流、低ドロップアウト (LDO) のリニア・レギュレータで、1.6~3.6 V の電圧で動作し、最大 300 mA の出力電流を供給します。300 mA の負荷時にドロップアウト電圧が 66 mV と低いため、効率性が高く、広範な入力電圧範囲で動作可能です。また、100 mA 負荷時の静止電流が 23 μA と低く、バッテリー駆動の携帯型機器に最適です。

ADP170 には、0.8~3.0 V の範囲の 31 種類の固定出力電圧オプションがあります。ADP171 は、分圧器を外付けして出力電圧を 0.8~3.0 V の範囲で任意に設定できる調整可能タイプのレギュレータです。ADP170/ADP171 は、小型の $1 \mu F$ セラミック出力コンデンサで安定した動作ができるように最適化されています。デジタル・プロセッサの駆動用に理想的なデバイスとして、優れた過渡性能を

代表的なアプリケーション回路

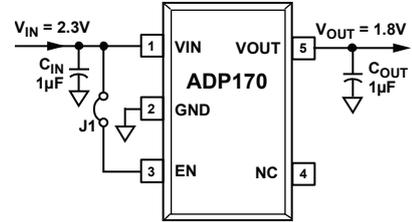
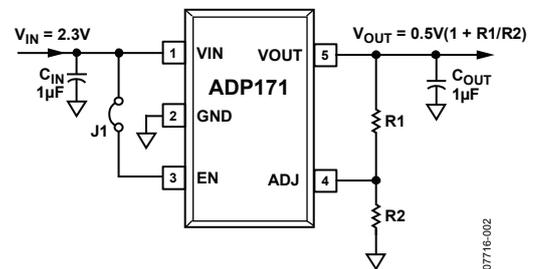


図 1. 固定出力電圧 1.8 V の ADP170



NOTES
1. R1 AND R2 ARE EXTERNAL RESISTORS.

図 2. 出力電圧を調整できる ADP171

提供するとともに、基板占有面積を最小限に抑えます。LDO の一般的な製品タイプと比較すると、ADP170/ADP171 は 100 kHz で 20~40 dB 優れた電源電圧変動除去比 (PSRR) があるため、A/D コンバータ (ADC) ミックスドシグナル・プロセッサ・システムに最適な電源となり、小型のバイパス・コンデンサも使用できます。また、バイパス・コンデンサを追加しなくても低出力ノイズ性能を実現できるため、PC ボード (PCB) の部品数を低減できます。

短絡保護と熱過負荷保護の回路によって、悪条件下でデバイスの損傷を防止します。ADP170/ADP171は、さまざまなポータブル電源アプリケーションに対応する最小フットプリント・ソリューションの小型5ピンTSOTを採用しています。

目次

特長.....	1	代表的な性能特性.....	7
アプリケーション.....	1	動作原理.....	11
代表的なアプリケーション回路.....	1	アプリケーション情報.....	12
概要.....	1	コンデンサの選択.....	12
改訂履歴.....	2	低電圧ロックアウト.....	13
仕様.....	3	イネーブル機能.....	13
入出力コンデンサの推奨仕様.....	4	電流制限保護と熱過負荷保護.....	14
絶対最大定格.....	5	熱に対する考慮事項.....	14
熱データ.....	5	PCボードのレイアウトの考慮事項.....	16
熱抵抗.....	5	外形寸法.....	17
ESDに関する注意.....	5	オーダー・ガイド.....	17
ピン配置と機能の説明.....	6		

改訂履歴

6/09—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Features Section.....	1
Updated Outline Dimensions.....	17

1/09—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、 $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$ または 1.6 V (いずれか大きいほう)、 $EN = V_{IN}$ 、 $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 1 \mu\text{F}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 1.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
INPUT VOLTAGE RANGE	V_{IN}	$T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	1.6		3.6	V	
OPERATING SUPPLY CURRENT ¹	I_{GND}	$I_{OUT} = 0 \mu\text{A}$		23		μA	
		$I_{OUT} = 0 \mu\text{A}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			60	μA	
		$I_{OUT} = 1 \text{ mA}$		50		μA	
		$I_{OUT} = 1 \text{ mA}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			100	μA	
		$I_{OUT} = 150 \text{ mA}$		130		μA	
		$I_{OUT} = 150 \text{ mA}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			210	μA	
		$I_{OUT} = 300 \text{ mA}$		170		μA	
$I_{OUT} = 300 \text{ mA}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			260	μA			
SHUTDOWN CURRENT	I_{GND-SD}	$EN = GND$		0.1		μA	
		$EN = GND$, $V_{IN} = 3.6 \text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$			2	μA	
		$EN = GND$, $V_{IN} = 3.6 \text{ V}$, $T_J = 85^\circ\text{C}$ to 125°C			25	μA	
FIXED-OUTPUT VOLTAGE ACCURACY	V_{OUT}	$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$	-1		+1	%	
		$1 \text{ mA} < I_{OUT} < 300 \text{ mA}$, $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V})$ to 3.6 V	-2		+2	%	
		$1 \text{ mA} < I_{OUT} < 300 \text{ mA}$, $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V})$ to 3.6 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	-3		+3	%	
ADJUSTABLE-OUTPUT VOLTAGE ACCURACY (ADP171) ²	V_{ADJ}	$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$	0.495	0.5	0.505	V	
		$1 \text{ mA} < I_{OUT} < 300 \text{ mA}$, $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V})$ to 3.6 V	0.490		0.510	V	
		$1 \text{ mA} < I_{OUT} < 300 \text{ mA}$, $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V})$ to 3.6 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	0.485		0.515	V	
ADJ INPUT BIAS CURRENT (ADP171)	ADJ_{I-BIAS}	$1.6 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 3.6 \text{ V}$, ADJ connected to VOUT		15		nA	
LINE REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	$V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V})$ to 3.6 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	-0.25		+0.25	%/V	
LOAD REGULATION ³	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	$I_{OUT} = 1 \text{ mA}$ to 300 mA		0.001		%/mA	
		$I_{OUT} = 1 \text{ mA}$ to 300 mA , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			0.007	%/mA	
DROPOUT VOLTAGE ⁴	$V_{DROPOUT}$	$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$, $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$		2		mV	
		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$, $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			7	mV	
		$I_{OUT} = 150 \text{ mA}$, $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$		33		mV	
		$I_{OUT} = 150 \text{ mA}$, $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			70	mV	
		$I_{OUT} = 300 \text{ mA}$, $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$		66		mV	
		$I_{OUT} = 300 \text{ mA}$, $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			135	mV	
START-UP TIME ⁵	$t_{START-UP}$	$V_{OUT} = 1.8 \text{ V}$		120		μs	
CURRENT-LIMIT THRESHOLD ⁶	I_{LIMIT}		400	450	800	mA	
THERMAL SHUTDOWN		T_J rising		150		$^\circ\text{C}$	
				15		$^\circ\text{C}$	
EN INPUT	V_{IH}	$1.6 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 3.6 \text{ V}$	1.2			V	
			V_{IL}			0.4	V
			$V_{I-LEAKAGE}$		0.1		μA
		$EN = V_{IN}$ or GND			1	μA	
		$EN = V_{IN}$ or GND, $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$					
UNDERVOLTAGE LOCKOUT	UVLO	$T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			1.5	V	
			Input Voltage Rising				V
			Input Voltage Falling	0.7			V
Hysteresis			80			mV	

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
OUTPUT NOISE	OUT _{NOISE}	10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 3.6 V, V _{OUT} = 3.0 V		72		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 3.6 V, V _{OUT} = 1.8 V		50		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 3.6 V, V _{OUT} = 1.2 V		40		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 3.6 V, V _{OUT} = 0.8 V		30		μV rms
POWER SUPPLY REJECTION RATIO	PSRR	1 kHz, V _{IN} = 3.6 V, I _{OUT} = 10 mA, V _{OUT} = 0.8 V		73		dB
		10 kHz, V _{IN} = 3.6 V, I _{OUT} = 10 mA, V _{OUT} = 0.8 V		70		dB
		10 kHz, V _{IN} = (V _{OUT} + 1 V), I _{OUT} = 10 mA to 300 mA		50		dB
		100 kHz, V _{IN} = (V _{OUT} + 1 V), I _{OUT} = 10 mA to 300 mA		47		dB

¹ 調整可能な電圧出力の場合（ADP171の場合）、外部抵抗分圧回路からの電流をグラウンド電流の測定値から減算します。

² V_{OUT}をADJに直接接続した場合の精度。外部の帰還抵抗を使用してV_{OUT}電圧を設定する場合、調整モード時の絶対精度は使用する抵抗の許容誤差に左右されます。

³ 1 mAおよび300 mAの負荷を用いたエンドポイント計算に基づきます。負荷が1 mA未満の場合の代表的な負荷レギュレーション性能については、図6を参照。

⁴ 1.6 Vを上回る出力電圧にのみ適用できます。ドロップアウト電圧は、入力電圧を公称出力電圧に設定した場合の入出力間の電圧差です。

⁵ スタートアップ時間は、ENエッジの立ち上がりからV_{OUT}が公称値の90%に達するまでの時間です。

⁶ 電流制限スレッシュホールドは、出力電圧が規定の代表値の90%に低下するときの電流値です。たとえば、3.0 Vの出力電圧の電流制限値は、出力電圧を3.0 Vの90%、すなわち2.7 Vに低下させる電流となります。

入出力コンデンサの推奨仕様

表 2.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
MINIMUM INPUT AND OUTPUT CAPACITANCE ¹	C _{MIN}	T _J = -40°C to +125°C	0.45			μF
CAPACITOR ESR	R _{ESR}	T _J = -40°C to +125°C	0.001		1	Ω

¹ 最小入力容量および最小出力容量は、全動作範囲で0.45 μFを上回る必要があります。デバイスを選択するときには、この最小容量規定値が満たされるようにアプリケーションの全動作範囲を考慮する必要があります。X7RとX5Rタイプのコンデンサの使用を推奨します。Y5VとZ5Uのコンデンサは、LDOレギュレータには適していません。

絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
VIN to GND	-0.3 V to +3.6 V
VOU to GND	-0.3 V to VIN
EN to GND	-0.3 V to +3.6 V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Junction Temperature Range	-40°C to +125°C
Operating Ambient Temperature Range	-40°C to +85°C
Soldering Conditions	JEDEC J-STD-020

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

熱データ

絶対最大定格はこれらの値の組み合わせではなく個別に適用されます。ジャンクション温度の制限値を超えると、ADP170/ADP171 は損傷する可能性があります。周囲温度を監視しても、 T_J が規定温度範囲内にあることを保証できません。消費電力が大きく、熱抵抗が小さいアプリケーションでは、最大周囲温度の定格を下げる必要がある場合があります。

中程度の消費電力で、PCB の熱抵抗が低いアプリケーションでは、ジャンクション温度が規定値内にある限り、最大周囲温度がこの最大値を超えても問題はありません。デバイスのジャンクション温度 (T_J) は、周囲温度 (T_A)、デバイスの消費電力 (P_D)、パッケージのジャンクション/周囲間熱抵抗 (θ_{JA}) に依存します。

最大ジャンクション温度 (T_J) は、次式を使って周囲温度 (T_A) と消費電力 (P_D) から計算します。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

パッケージのジャンクション/周囲間熱抵抗 (θ_{JA}) は、4層ボードを使ったモデルと計算に基づいています。ジャンクション/周囲間熱抵抗は、アプリケーションとボードのレイアウトに大きく依存しています。最大消費電力が大きいアプリケーションでは、ボードの熱設計に注意する必要があります。 θ_{JA} の値は、PCB の

材料、レイアウト、環境条件によって変わります。 θ_{JA} の規定値は、4×3 インチの 4層 PCB に基づいています。ボード構成の詳細については、JESD 51-7 を参照してください。

パッケージの Ψ_{JB} はジャンクション/ボード間の熱特性評価パラメータで、単位は°C/W です。 Ψ_{JB} は 4層ボードを使ったモデルと計算に基づいています。JESD51-12 『Guidelines for Reporting and Using Electronic Package Thermal Information』によれば、熱特性評価パラメータは熱抵抗と同じものではありません。 Ψ_{JB} は、熱抵抗 θ_{JB} とは異なり、1 つではなく複数のサーマル・パスを通る電力成分を測定します。したがって、 Ψ_{JB} のサーマル・パスにはパッケージ上面からの対流冷却やパッケージからの放射が含まれており、これらの要素があるため Ψ_{JB} は実際のアプリケーションに非常に役に立ちます。最大ジャンクション温度 (T_J) は、次式を使ってボード温度 (T_B) と消費電力 (P_D) から計算します。

$$T_J = T_B + (P_D \times \Psi_{JB})$$

Ψ_{JB} の詳細については、JESD51-8 および JESD51-12 を参照してください。

熱抵抗

θ_{JA} と Ψ_{JB} は最悪の条件、すなわち回路ボードに表面実装パッケージをハンダ付けした状態で規定しています。

表 4. 熱抵抗

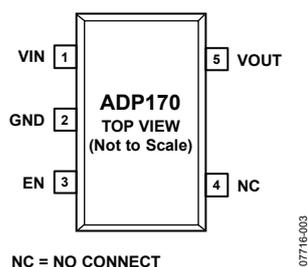
Package Type	θ_{JA}	Ψ_{JB}	Unit
5-Lead TSOT	170	43	°C/W

ESDに関する注意



ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないうまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置と機能の説明



NC = NO CONNECT

図 3. 5 ピン TSOT の ADP170

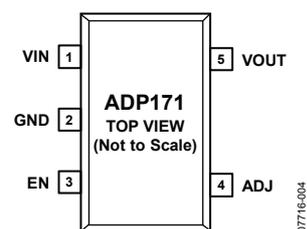


図 4. 5 ピン TSOT の ADP171

表 5. ピン機能の説明

ピン番号		記号	説明
ADP170	ADP171		
1	1	VIN	レギュレータの入力電源。1 μ F以上のコンデンサを使用して、VINとGNDの間をバイパスしてください。
2	2	GND	グラウンド
3	3	EN	イネーブル入力。ENをハイレベルに駆動するとレギュレータがオンになり、ローレベルに駆動するとオフになります。自動スタートアップにする場合は、ENをVINに接続してください。
4	4	NC	無接続。内部で未接続です。
	4	ADJ	調整。VOUTとADJ間に抵抗分圧器を接続して、出力電圧を設定します。
5	5	VOUT	安定化した出力電圧。1 μ F以上のコンデンサを使用して、VOUTとGNDの間をバイパスしてください。

代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.6\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 1.8\text{ V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{ mA}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

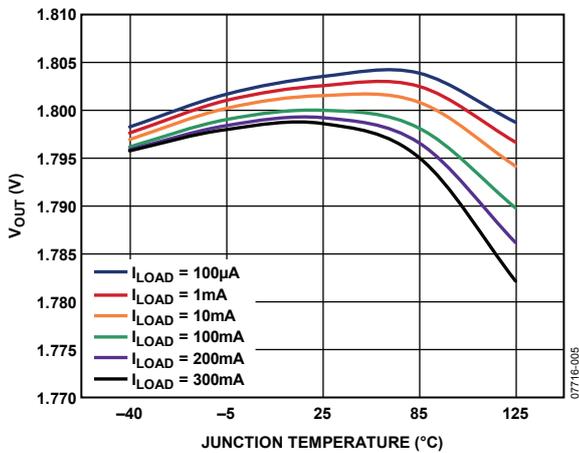


図 5. ジャンクション温度対出力電圧

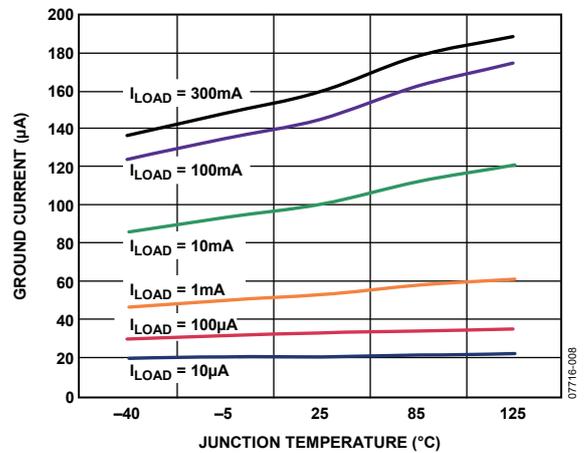


図 8. ジャンクション温度対グラウンド電流

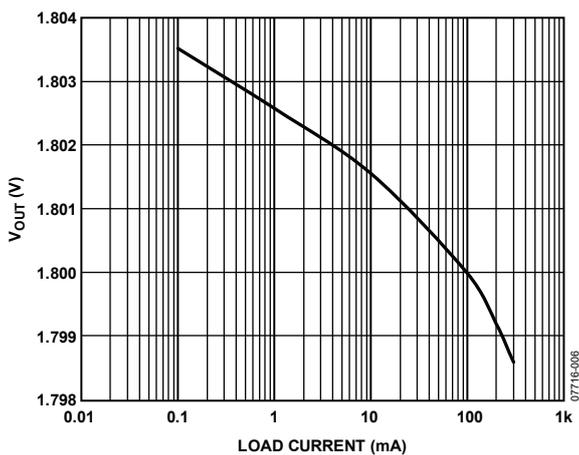


図 6. 負荷電流対出力電圧

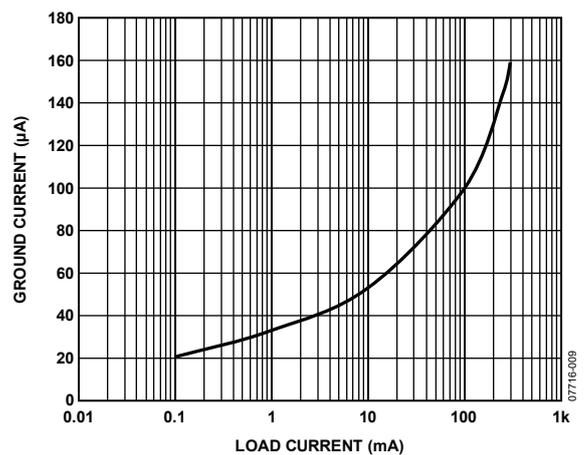


図 9. 負荷電流対グラウンド電流

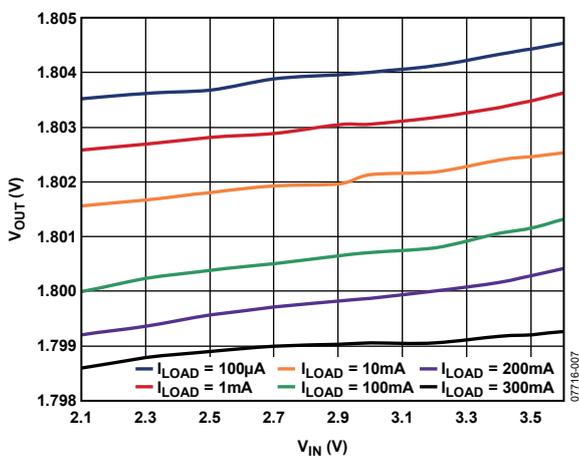


図 7. 入力電圧対出力電圧

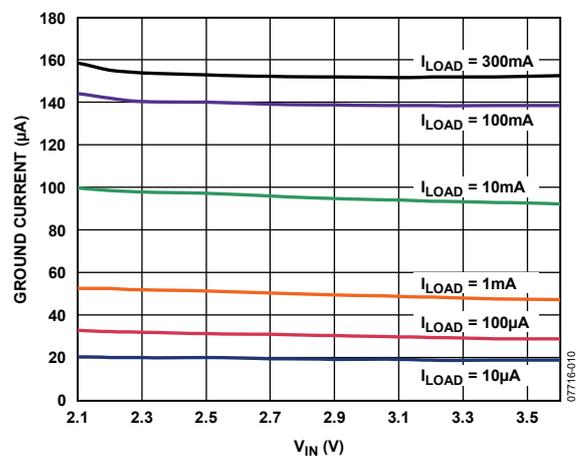


図 10. 入力電圧対グラウンド電流

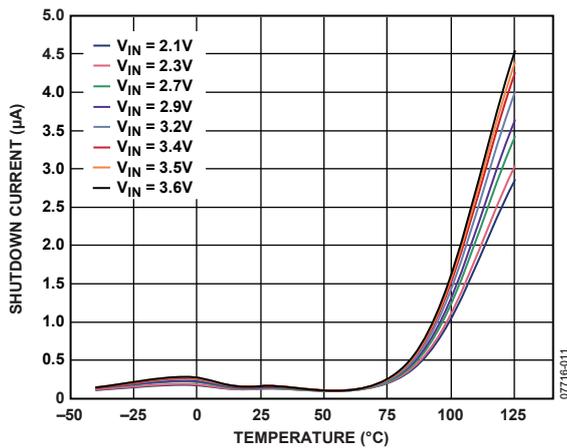


図 11. さまざまな入力電圧でのシャットダウン電流の温度特性

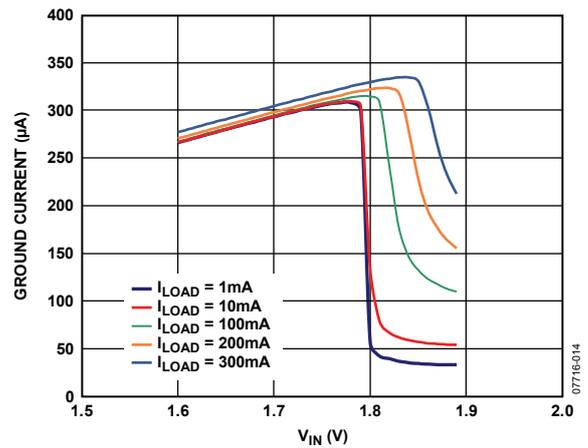


図 14. 入力電圧 対 グラウンド電流 (ドロップアウト時)

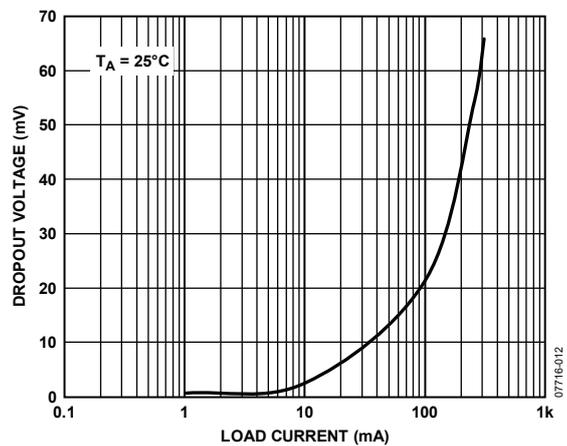


図 12. 負荷電流 対 ドロップアウト電圧

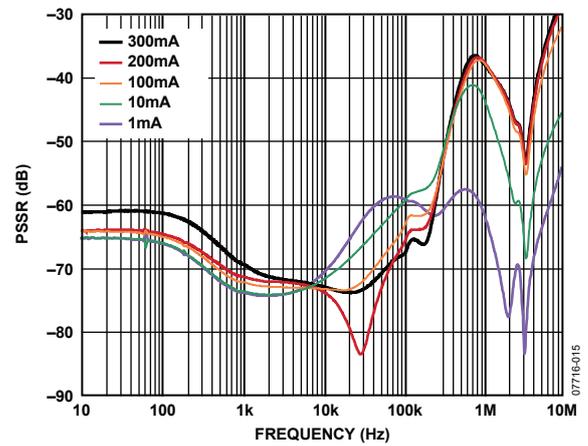


図 15. 電源電圧変動除去比の周波数特性 ($V_{OUT} = 0.8V$)

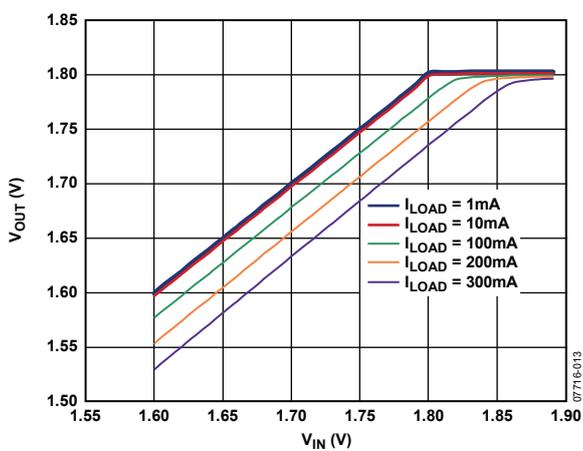


図 13. 入力電圧 対 出力電圧 (ドロップアウト時)

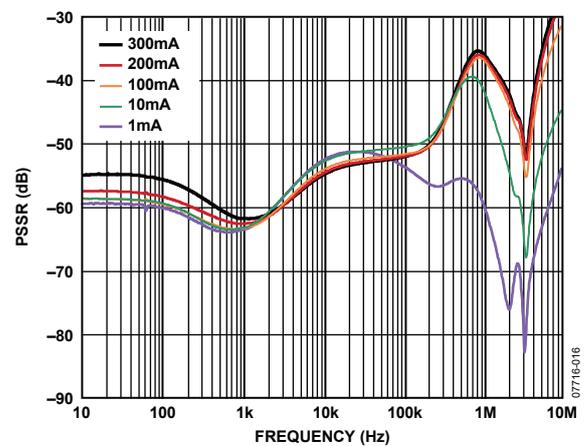


図 16. 電源電圧変動除去比の周波数特性 ($V_{OUT} = 1.8V$)

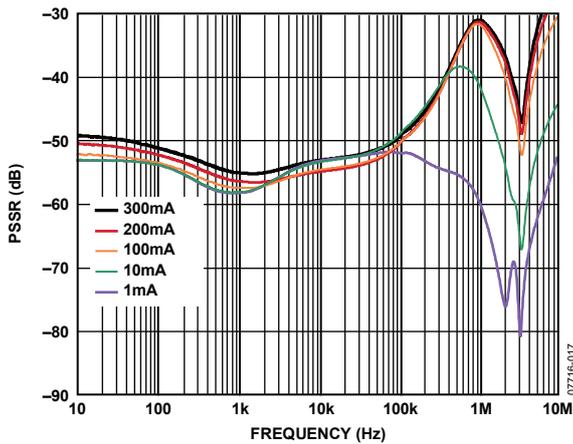


図 17. 電源電圧変動除去比の周波数特性 ($V_{OUT} = 3.0\text{ V}$)

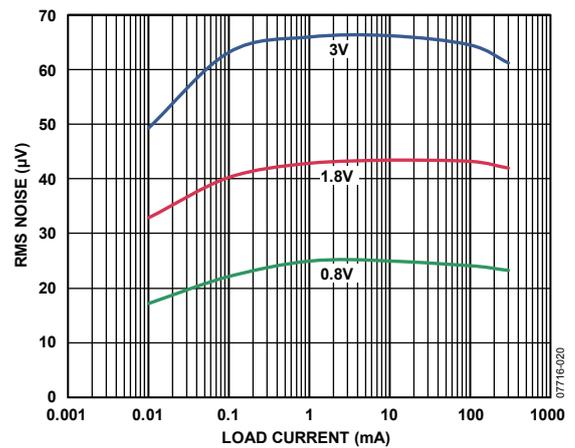


図 20. 負荷電流および出力電圧 対 RMS ノイズ

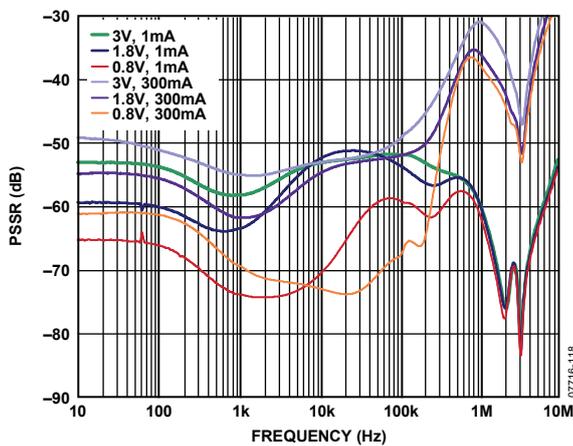


図 18. さまざまな出力電圧と負荷電流における電源電圧変動除去比の周波数特性

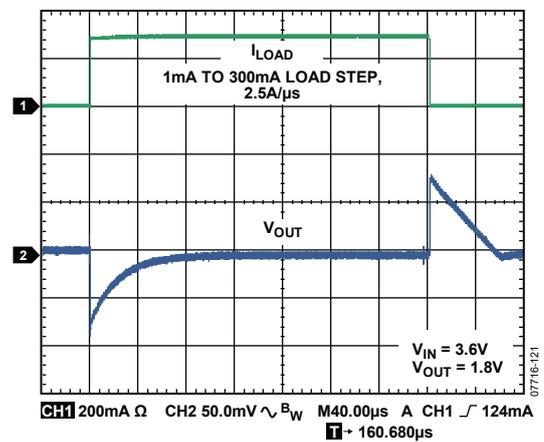


図 21. 負荷過渡応答 (C_{IN} および $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$)

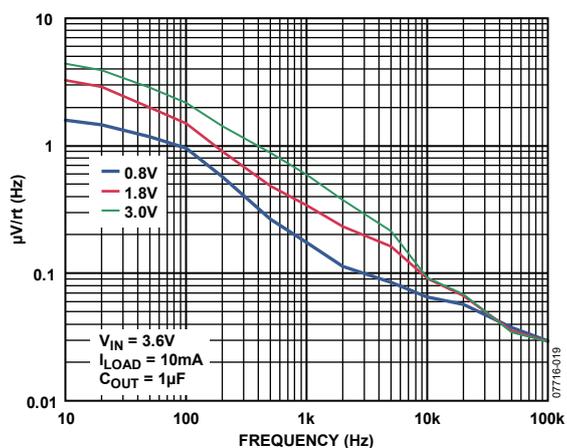


図 19. 出力ノイズ・スペクトル

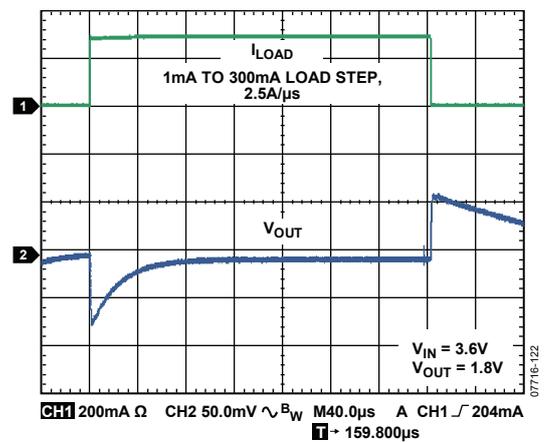


図 22. 負荷過渡応答 (C_{IN} および $C_{OUT} = 4.7\ \mu\text{F}$)

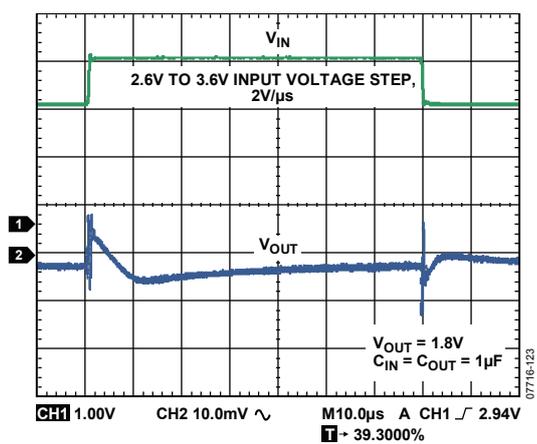


図 23. ライン過渡応答 (負荷電流 = 1 mA)

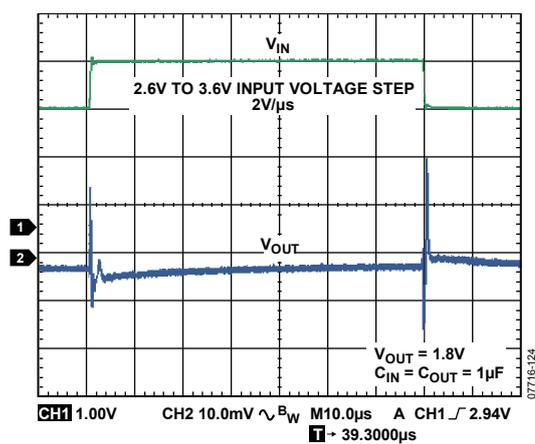
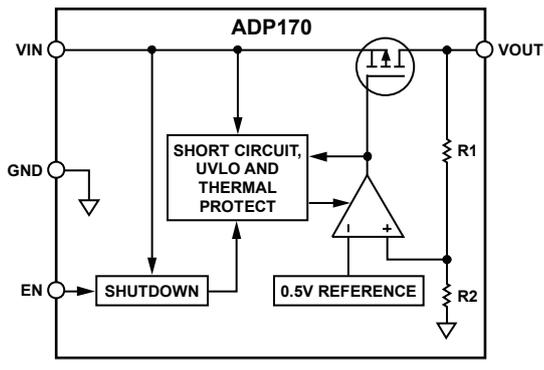


図 24. ライン過渡応答 (負荷電流 = 300 mA)

動作原理

ADP170/ADP171 は、1.6~3.6 V で動作し、出力電流が最大 300 mA の低静止電流、低ドロップアウトのリニア・レギュレータです。静止電流がフル負荷で 170 μ A (typ) と低いため、バッテリー駆動のポータブル装置に最適です。シャットダウン時の消費電流は、100 nA (typ) です。

ADP170/ADP171 は小型の 1 μ F セラミック・コンデンサの使用に最適化されており、優れた過渡性能を実現します。

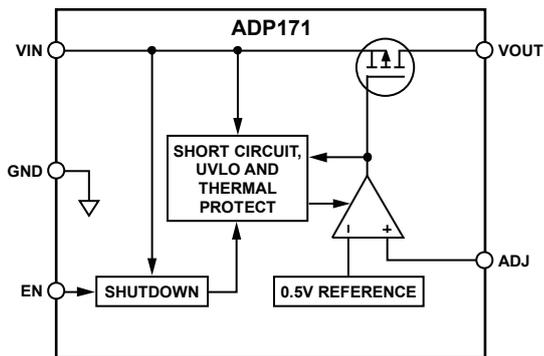


0716-021

NOTES

1. R1 AND R2 ARE INTERNAL RESISTORS, AVAILABLE ON THE ADP170 ONLY.

図 25. ADP170 の内部ブロック図



0716-022

図 26. ADP171 の内部ブロック図

ADP170/ADP171 の内部は、リファレンス、誤差アンプ、帰還型分圧器、PMOS パス・トランジスタで構成されています。出力電流は PMOS パス・デバイス経由で供給し、誤差アンプが PMOS パス・デバイスを制御します。誤差アンプは出力からの帰還電圧とリファレンス電圧を比較し、その差を増幅します。帰還電圧がリファレンス電圧よりも低ければ、PMOS デバイスのゲートが低くなり、通過する電流を多くして出力電圧を上げます。帰還電圧がリファレンス電圧よりも高いと、PMOS デバイスのゲートが高くなるため、これによって通過する電流の量が減少し、出力電圧が低下します。

調整可能な ADP171 の出力電圧の範囲は 0.8~3.0 V です。図 2 に示すように、出力電圧を設定する場合は 2 個の外部抵抗の比を用います。デバイスは出力をサーボ制御して、グラウンドを基準にした ADJ ピンの電圧を 0.5 V に保ちます。したがって、R1 の電流は 0.5 V/R2 に等しくなり、R2 の電流に ADJ ピンのバイアス電流を加えた値になります。ADJ ピンのバイアス電流 (25°C で 15 nA) は R1 経由で ADJ ピンに流れ込みます。

出力電圧は以下の式で計算できます。

$$V_{OUT} = 0.5 \text{ V} (1 + R1/R2) + (ADJ_{L-BIAS})(R1)$$

R1 の値は 200 k Ω より小さくして、ADJ ピンのバイアス電流によって生じる出力電圧の誤差を最小限に抑えます。たとえば、R1 と R2 がそれぞれ 200 k Ω のとき、出力電圧は 1.0 V になります。ADJ の代表的なバイアス電流を 25°C で 15 nA とすると、ADJ ピンのバイアス電流によって混入する出力電圧誤差は 3 mV、すなわち 0.3% になります。

シャットダウン時には出力がオフになり、分圧器の電流がゼロになります。

通常の動作では、ADP170/ADP171 は EN ピンを使って VOUT ピンをイネーブルまたはディスエーブルにします。EN がハイレベルになると VOUT はオンになり、ローレベルになるとオフになります。自動スタートアップの場合、EN を VIN に接続できます。

アプリケーション情報

コンデンサの選択

出力コンデンサ

ADP170/ADP171 は省スペースの小型セラミック・コンデンサを使用するように設計されていますが、等価直列抵抗 (ESR) の値に注意すれば通常のタイプのコンデンサを利用することもできます。出力コンデンサの ESR の値は、LDO の制御ループの安定性に影響します。ADP170/ADP171 の安定性のためには、ESR が $1\ \Omega$ 以下で最低 $1\ \mu\text{F}$ のコンデンサを推奨します。負荷電流の変化に対する過渡応答も、出力コンデンサの影響を受けます。容量が大きい出力コンデンサを使用すれば、負荷電流の大きな変化に対する ADP170/ADP171 の過渡応答が向上します。図 27 に $1\ \mu\text{F}$ の出力容量値、図 28 に $4.7\ \mu\text{F}$ の出力容量値に対する過渡応答を示します。

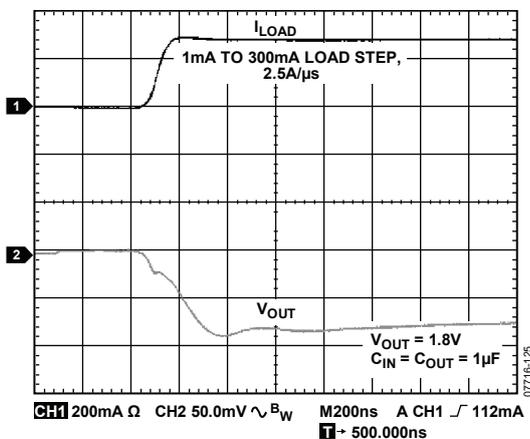


図 27. 出力過渡応答 ($C_{\text{OUT}} = 1\ \mu\text{F}$)

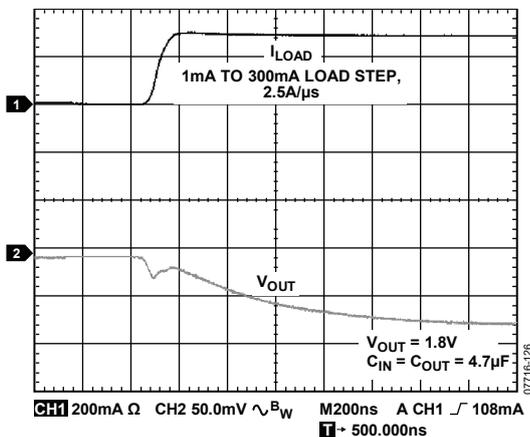


図 28. 出力過渡応答 ($C_{\text{OUT}} = 4.7\ \mu\text{F}$)

入力バイパス・コンデンサ

$1\ \mu\text{F}$ コンデンサを VIN と GND 間に接続すると、PC ボード (PCB) のレイアウトに対する回路感度が低下します。特に、入力パターンが長いときやソース・インピーダンスが高いときに大きく低下します。 $1\ \mu\text{F}$ より大きい出力コンデンサが必要な場合は、それに対応した大きな入力コンデンサを使用します。

入出力コンデンサの特性

最小容量と最大 ESR の条件を満たしている限り、品質の良いセラミック・コンデンサならどれでも ADP170/ADP171 に使用できます。セラミック・コンデンサはさまざまな誘電体で製造されており、温度範囲や印加電圧に対する動作特性がそれぞれ異なります。求められる温度範囲と DC バイアス条件で最小容量を確保できる十分な誘電体が必要になります。電圧定格値が $6.3\ \text{V}$ または $10\ \text{V}$ の X5R もしくは X7R の誘電体を推奨します。Y5V と Z5U の誘電体は温度特性と DC バイアス特性が劣るため、推奨できません。

図 29 に、 0402 、 $1\ \mu\text{F}$ 、 $10\ \text{V}$ の X5R コンデンサのバイアス電圧特性と容量の関係を示します。コンデンサの変動の度合いは、コンデンサのサイズと電圧定格によって大きく左右されます。一般に、コンデンサのパッケージが大きいほど、または電圧定格が高いほどバイアス電圧に対する変動は小さくなります。X5R 誘電体の温度変動は $-40\sim+85\ ^\circ\text{C}$ の温度範囲で約 $\pm 15\%$ であり、パッケージまたは電圧定格の関数になっていません。

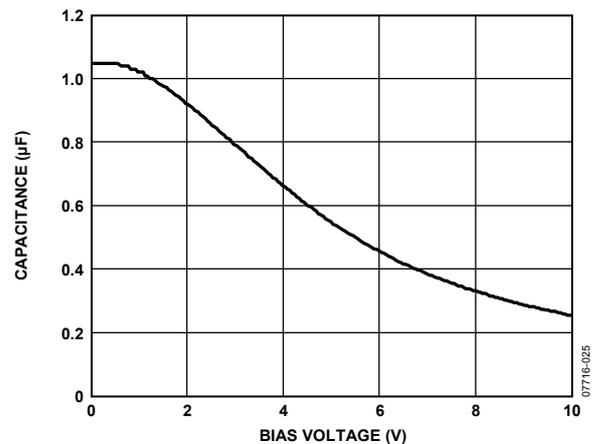


図 29. バイアス電圧対容量の特性

温度、部品の許容誤差、電圧によるコンデンサの変動を考慮して、最悪時の容量を求めるときは、式 1 を使用します。

$$C_{\text{EFF}} = C_{\text{BIAS}} \times (1 - \text{TEMPCO}) \times (1 - \text{TOL}) \quad (1)$$

ここで、

C_{BIAS} は動作電圧時の実効容量です。

TEMPCO は最悪時のコンデンサ温度係数です。

TOL は最悪時の部品許容誤差です。

この例では、 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ での最悪時の温度係数 (TEMPCO) を X5R誘電体で 15%としています。図 29のグラフから、コンデンサの許容誤差 (TOL) は 10%、 C_{BIAS} は 1.8 Vで 0.94 μF とします。これらの値を式 1 に代入すると、以下のようになります。

$$C_{\text{EFF}} = 0.94 \mu\text{F} \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) = 0.719 \mu\text{F}$$

したがって、この例のコンデンサは、選択した出力電圧において温度と許容誤差に対する LDO の最小容量条件を満たしています。

ADP170/ADP171 の性能を保証するには、コンデンサ動作に対する DC バイアス、温度、許容誤差の影響を各アプリケーションについて評価することが不可欠です。

低電圧ロックアウト

ADP170/ADP171 は、入力電圧が約 1.2 V を下回ると、すべての入力と出力をディスエーブルする低電圧ロックアウト回路を内蔵しています。この機能によって、ADP170/ADP171 の入力と出力はパワーアップ時に予期しない挙動をしません。

イネーブル機能

ADP170/ADP171 は、通常動作時に EN ピンを使って VOUT ピンをイネーブル/ディスエーブルします。図 30 に示すように、EN の電圧がアクティブ・スレッシュホールドを上回ると、VOUT がオンになります。EN の電圧が非アクティブ・スレッシュホールドより下がると、VOUT がオフになります。

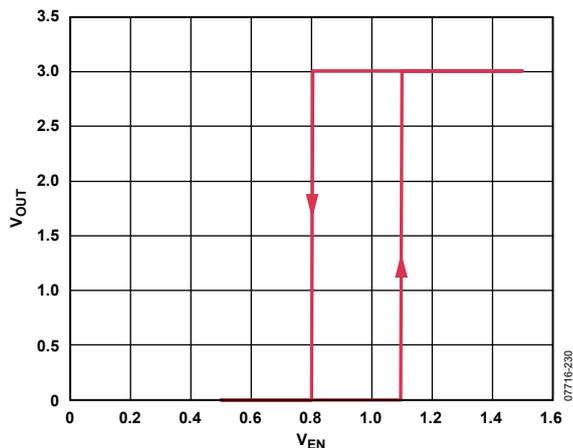


図 30. ADP170/ADP171 の代表的な EN ピン動作

図 30 に示すように、EN ピンにはヒステリシスがあり、これによってオン/オフ発振を防止します。スレッシュホールド・ポイントを通過する際に EN ピンにノイズがあると、このような発振が発生します。

EN ピンのアクティブ/非アクティブ・スレッシュホールドは、VIN 電圧から得られます。したがって、これらのスレッシュホールドは入力電圧が変化すると変わります。図 31 に、入力電圧が 1.6 V から 3.6 V に変化するときの代表的な EN アクティブ/非アクティブ・スレッシュホールドを示します。

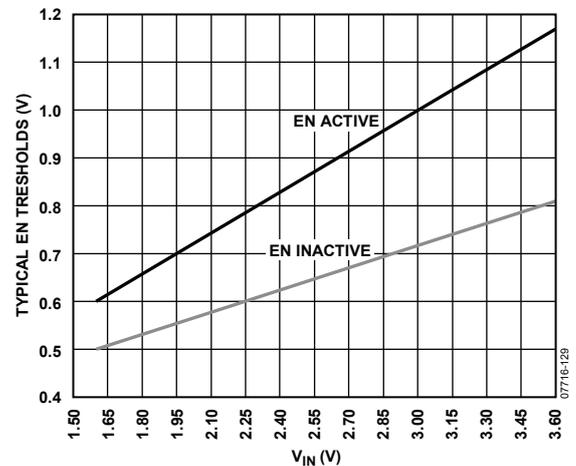


図 31. 入力電圧 対 代表的な EN ピン・スレッシュホールド

ADP170/ADP171 は、内部ソフト・スタート機能を使って、出力がイネーブルされたときの突入電流を制限します。1.8 V オプションのスタートアップ時間は、EN アクティブ・スレッシュホールドを超えてから出力が最終値の 90% に到達するときまで約 120 μs になります。図 32 に示すように、スタートアップ時間は出力電圧の設定に依存します。

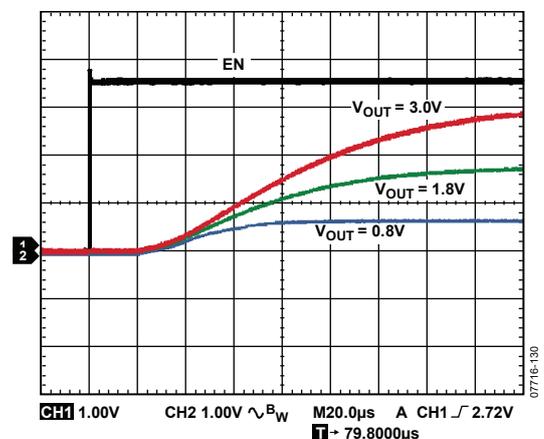


図 32. 代表的なスタートアップ時間

電流制限保護と熱過負荷保護

ADP170/ADP171 は、電流と熱の過負荷保護回路により、過大な消費電力による損傷から保護されています。いずれのデバイスも、出力負荷が 450 mA (typ) に到達すると、電流が制限されるように設計されています。出力負荷が 450 mA を超えると、出力電圧を抑え、一定の電流制限値を維持します。

内蔵の熱過負荷保護回路は、ジャンクション温度を最大 150°C (typ) に制限します。極端な状態 (高い周囲温度と大きい消費電力) で、ジャンクション温度が 150°C を超えて上昇し始めると、出力がオフになり、出力電流がゼロまで減少します。ジャンクション温度が 135°C を下回ると、出力が再びオンになり、出力電流が公称値に戻ります。

V_{OUT} から GND へのハード短絡が発生する場合を考えてみましょう。まず、ADP170/ADP171 は電流を制限し、短絡電流が 450 mA しか流れないようにします。ジャンクションの自己発熱が大きく、温度が 150°C を超えてしまうと、サーマル・シャットダウン機能が起動し、出力がオフになり、出力電流がゼロに減少します。ジャンクション温度が冷めて 135°C を下回ると、出力がオンになって、短絡電流が 450 mA に戻るため、ジャンクション温度は 150°C を超えます。135°C と 150°C の間でのこのような温度の振れにより、450 mA と 0 mA の間で電流発振が生じます。これは、出力に短絡がある限り続きます。

電流と熱の制限保護機能は、デバイスが偶発的に過負荷状態にならないように保護します。

熱に対する考慮事項

信頼性の高い動作を保証するには、ADP170/ADP171 のジャンクション温度が 125°C を超えないようにする必要があります。ジャンクション温度をこの最大値より低く維持するには、ジャンクション温度の変化に影響するパラメータを知る必要があります。これらのパラメータとしては、周囲温度、パワー・デバイスの消費電力、ジャンクション/周囲大気間の熱抵抗 (θ_{JA}) などがあります。 θ_{JA} の値は、使用するパッケージの部品や、パッケージの GND ピンを PCB 上にハンダ付けするときの銅の分量に依存します。表 6 に、さまざまな PCB の銅サイズに対する 5 ピン TSOT パッケージの θ_{JA} 値 (typ) を示します。

表 7. 代表的な θ_{JA} 値

Copper Size (mm ²)	θ_{JA} (°C/W)
0 ¹	170
50	152
100	146
300	134
500	131

¹ デバイスは最小サイズのピン・パターンにハンダ付けします。

ADP170/ADP171 のジャンクション温度は次式で計算できます。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA}) \quad (2)$$

ここで、

T_A は周囲温度です。

P_D はダイの消費電力であり、次式で求めます。

$$P_D = [(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] + (V_{IN} \times I_{GND}) \quad (3)$$

ここで、

I_{LOAD} は負荷電流です。

I_{GND} はグラウンド電流です。

V_{IN} は入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧です。

グラウンド電流による消費電力はかなり小さいため、無視することができます。したがって、ジャンクション温度の式は次のように簡単にすることができます。

$$T_J = T_A + \{[(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] \times \theta_{JA}\} \quad (4)$$

式 4 に示すように、特定の周囲温度、入力/出力電位差、連続負荷電流に対して、ジャンクション温度が 125°C を超えないようにする、PCB の最小銅サイズ条件が存在します。図 33~図 38 に、さまざまな周囲温度、負荷電流、 V_{IN} と V_{OUT} 間の電位差、PCB の銅の面積に対するジャンクション温度の計算値を示します。

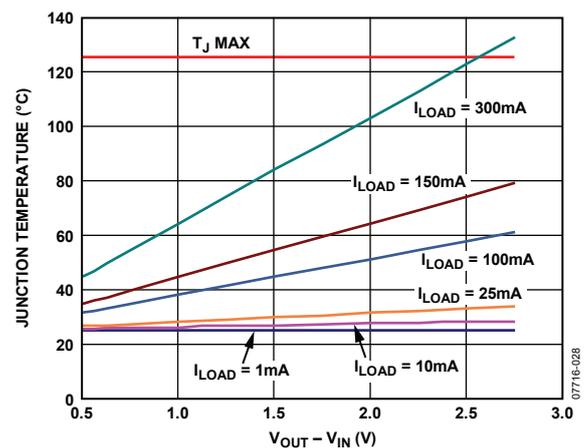


図 33. 500 mm² の PCB 銅、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

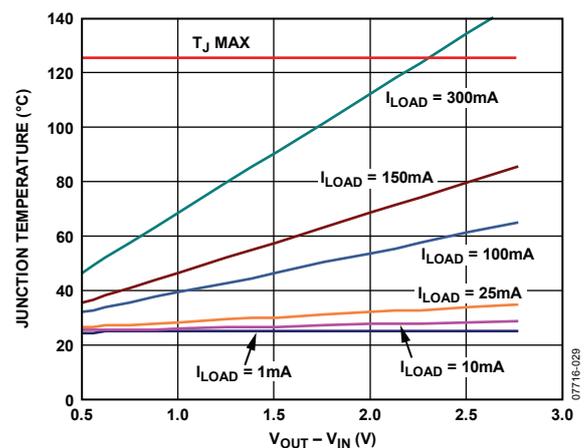


図 34. 100 mm² の PCB 銅、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

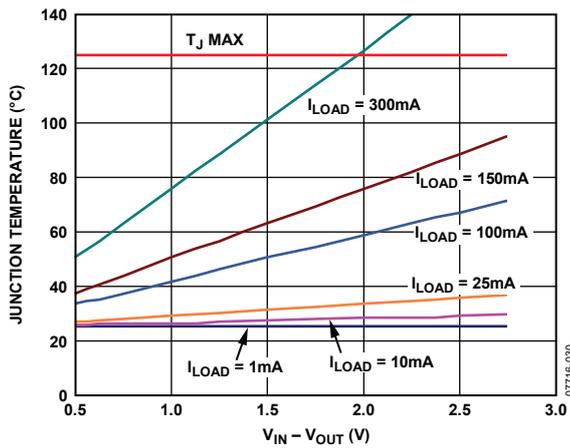


図 35. 0 mm² の PCB 銅、T_A = 25°C

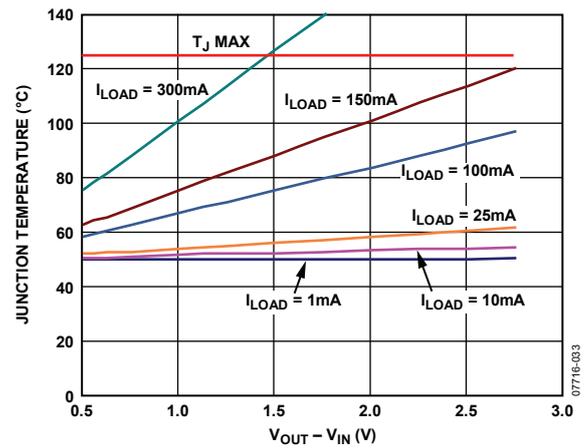


図 38. 0 mm² の PCB 銅、T_A = 50°C

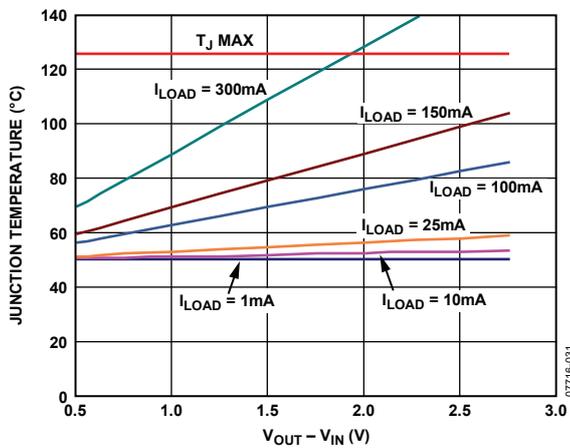


図 36. 500 mm² の PCB 銅、T_A = 50°C

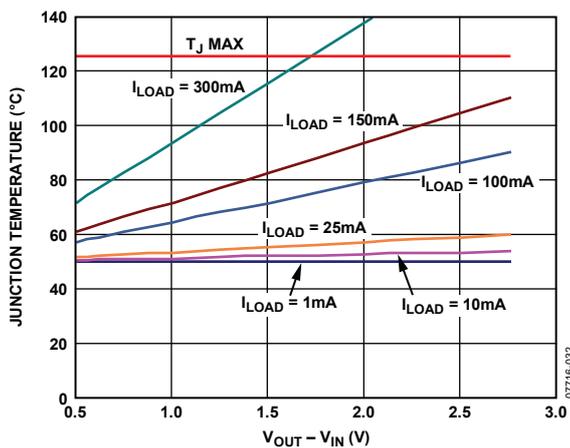


図 37. 100 mm² の PCB 銅、T_A = 50°C

ボード温度が既知の場合、熱特性評価パラメータ Ψ_{JB} を使って、ジャンクション温度の上昇を計算することができます (図 39 を参照)。最大ジャンクション温度 (T_J) は、次式を使ってボード温度 (T_B) と消費電力 (P_D) から計算します。

$$T_J = T_B + (P_D \times \Psi_{JB}) \quad (5)$$

Ψ_{JB} の代表値 (typ) は、5 ピン TSOT パッケージで 42.8°C/W になります。

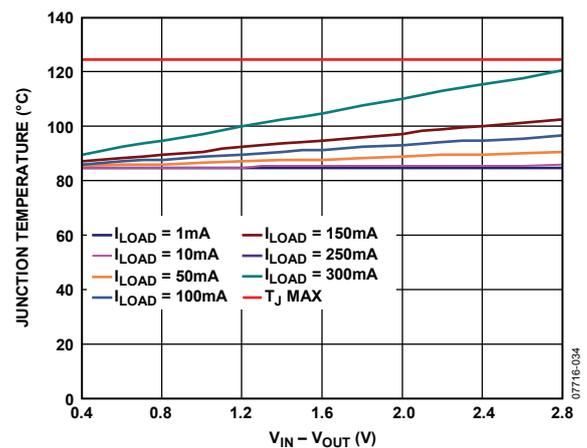


図 39. TSOT、T_A = 85°C

PCボードのレイアウトの考慮事項

パッケージの放熱は、ADP170/ADP171 のピンに付ける銅量を増やすことで改善できますが、表 7 からわかるように、最終的には効果がなくなる点に達します。そこから先は、いくら銅のサイズを増やしても大きな放熱効果は得られません。

入力コンデンサを VIN ピンと GND ピンのできるだけ近くに配置し、出力コンデンサを VOUT ピンと GND ピンのできるだけ近くに配置してください。面積の制約がある場合は、0402 または 0603 サイズのコンデンサと抵抗を使うことで、ボード上の最小のフットプリント・ソリューションが得られます。

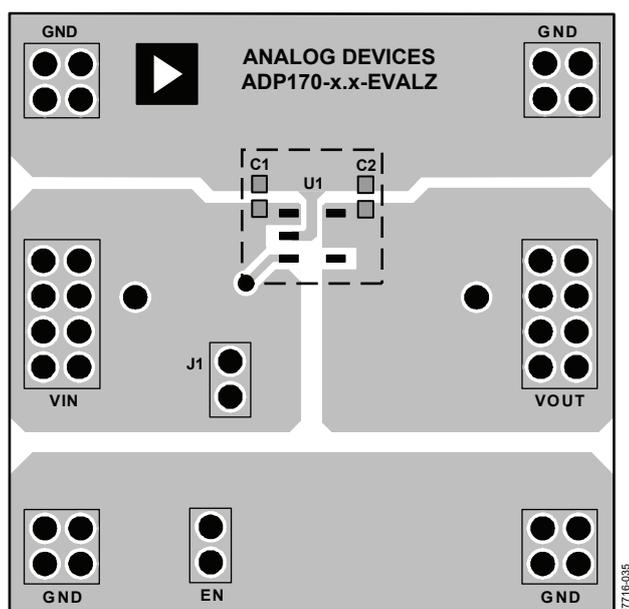


図 40. ADP170 の PCB レイアウト例

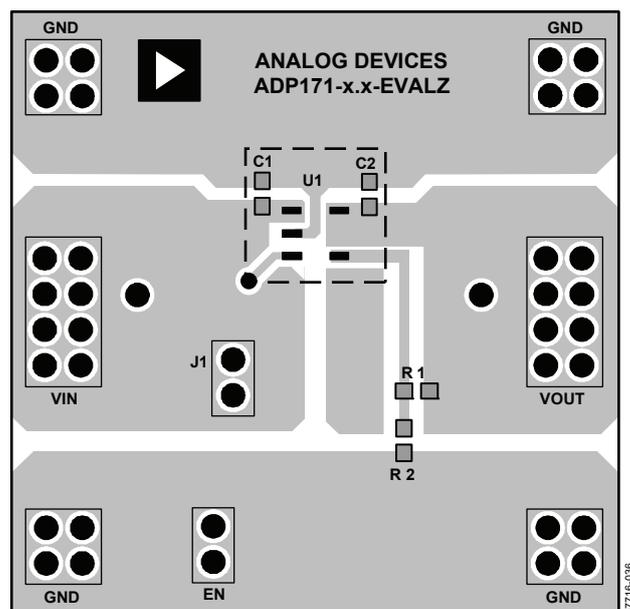
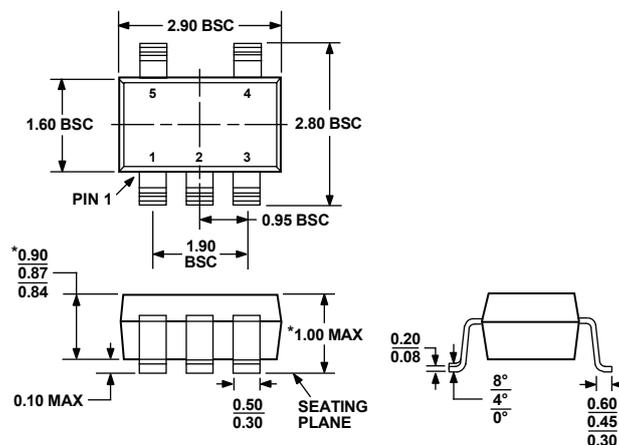


図 41. ADP171 の PCB レイアウト例

外形寸法



*COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-193-AB WITH
THE EXCEPTION OF PACKAGE HEIGHT AND THICKNESS.

図 42. 5 ピン薄型スモール・アウトライン・トランジスタ・パッケージ [TSOT]
(UJ-5)
寸法単位：mm

オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Output Voltage (V) ¹	Package Description	Package Option	Branding
ADP170AUJZ-1.2-R ²	-40°C to +125°C	1.2	5-Lead TSOT	UJ-5	L8E
ADP170AUJZ-1.5-R ²	-40°C to +125°C	1.5	5-Lead TSOT	UJ-5	L8F
ADP170AUJZ-1.8-R ²	-40°C to +125°C	1.8	5-Lead TSOT	UJ-5	L8G
ADP170AUJZ-2.5-R ²	-40°C to +125°C	2.5	5-Lead TSOT	UJ-5	L8H
ADP170AUJZ-2.8-R ²	-40°C to +125°C	2.8	5-Lead TSOT	UJ-5	L8P
ADP171AUJZ-R ²	-40°C to +125°C	0.8 to 3.0 (Adjustable)	5-Lead TSOT	UJ-5	L9A
ADP170-1.8-EVALZ ²		1.8	Evaluation Board		
ADP171-EVALZ ²		1.0	Evaluation Board		

¹ その他の電圧オプションについては、お近くのアナログ・デバイセズの営業所または販売代理店にお問い合わせください。

² Z = RoHS 準拠製品