

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

概要

MAX1735は、-2.5V~-6.5Vの入力電源で動作し、80mVの低ドロップアウトで200mAの電流を保証する負出力、低ドロップアウトのリニアレギュレータです。高精度($\pm 1\%$)の出力電圧は固定値を設定することも、外部抵抗分圧器を使用して-1.25V~-5.5Vの範囲で調整することもできます。

内部NチャネルMOSFETは、実質的に負荷の大きさに関わりなく消費電流を僅か85 μ Aに維持するため、PDA、セルラ電話、コードレス電話、及び無線データモデムなどのバッテリーで駆動するポータブル機器に最適です。

この製品は、出力電圧が-5.0V、-3.0V又は-2.5Vに固定されたバージョンが用意されています。どのバージョンにも1nAの低電力シャットダウンモード、短絡保護、及びサーマル過負荷保護機能が備わっています。MAX1735は小型5ピンSOT23パッケージで提供されています。

アプリケーション

ディスクドライブ
モデム
計装用アンプ
ノートブックコンピュータ
セルラ電話及びコードレス電話
PCMCIAカード
GaAsFETバイアス
モバイル無線データモデム
PDA及びパームトップコンピュータ

特長

- ◆ 保証出力電流：200mA
- ◆ 低ドロップアウト電圧：200mA出力で80mV
- ◆ 低自己消費電流：85 μ A
- ◆ 低電流シャットダウンモード：1nA
- ◆ 1 μ F C_{OUT} で安定
- ◆ PSRR：100Hzで60dB以上
- ◆ サーマル過負荷保護
- ◆ 短絡保護
- ◆ 出力電圧：-5.0V、-3.0V、-2.5Vの固定電圧、又は-1.25V~-5.5V範囲の可変電圧
- ◆ パッケージ：5ピン小型SOT23

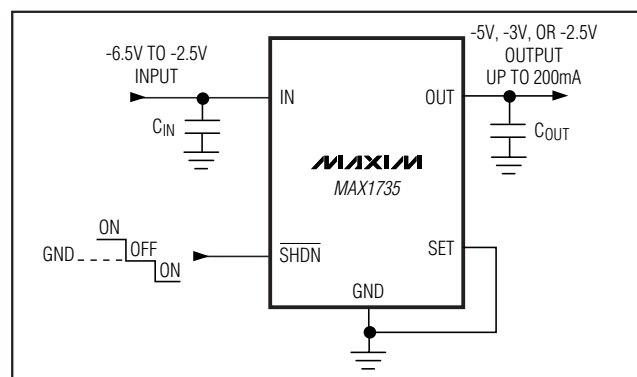
型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1735EUK50-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5
MAX1735EUK30-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5
MAX1735EUK25-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5

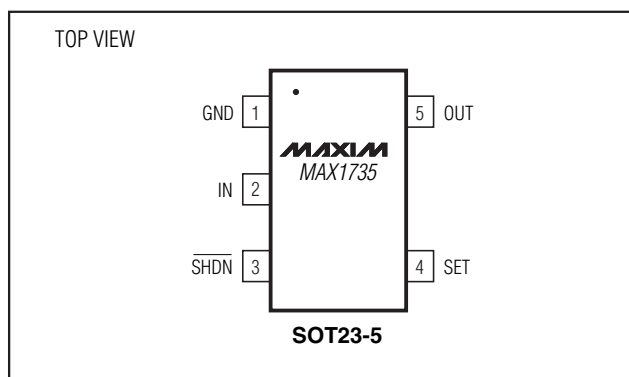
出力電圧選択ガイド

PART	PRESET OUTPUT VOLTAGE	SOT TOP MARK
MAX1735EUK50-T	-5.0V or adj	ADOZ
MAX1735EUK30-T	-3.0V or adj	ADOY
MAX1735EUK25-T	-2.5V or adj	ADOX

標準動作回路



ピン配置



200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, SET to GND -7.0V to +0.3V
 SHDN to GND ($V_{IN} - 0.3$)V to +7.0V
 OUT to GND ($V_{IN} - 0.3$)V to +0.3V
 Output Short-Circuit Duration Indefinite
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 5-Pin SOT23 (derate 7.1mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 571mW

Operating Temperature Range -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 Junction Temperature $+150^\circ\text{C}$
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Circuit of Figure 2, $V_{IN} = V_{OUT} - 1\text{V}$, $\overline{\text{SHDN}} = V_{IN}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)
 (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage	V_{IN}		-6.5		-2.5	V
Output Voltage Accuracy		$T_A = +25^\circ\text{C}$, $I_{OUT} = -100\mu\text{A}$	-1		+1	%
		$I_{OUT} = -100\mu\text{A}$, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	-2		+2	
		$I_{LOAD} = -100\mu\text{A}$ to -200mA	-3		+2	
SET Regulation Set Point		Circuit of Figure 3, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $I_{OUT} = -100\mu\text{A}$	-1.2625	-1.25	-1.2375	V
		Circuit of Figure 3, $I_{OUT} = -100\mu\text{A}$, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	-1.275		-1.225	
		Circuit of Figure 3, $I_{LOAD} = -100\mu\text{A}$ to -200mA	-1.275		-1.2125	
Maximum Output Current	I_{OUT}		-200			mA
Current Limit	I_{LIM}	$V_{OUT} = 0$	-1020	-515	-250	mA
Ground-Pin Current	I_Q	$I_{OUT} = -100\mu\text{A}$	-180	-85		μA
		$I_{OUT} = -200\text{mA}$		-125		
Dropout Voltage (Note 2)		$I_{OUT} = -100\text{mA}$		40		mV
		$I_{OUT} = -200\text{mA}$		80	240	
Line Regulation		Circuit of Figure 3, V_{IN} from -6.5V to -2.5V, $V_{OUT} = -1.25\text{V}$	-0.15	0	+0.15	%/V
Load Regulation		I_{OUT} from 0mA to -200mA		0.004		%/mA
Output Voltage Noise		10Hz to 1MHz, $C_{OUT} = 1\mu\text{F}$		160		μV_{RMS}
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$f = 100\text{Hz}$		60		dB
Shutdown Supply Current		$\overline{\text{SHDN}} = 0$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	-1	-0.001	μA
			$T_A = +85^\circ\text{C}$		-1	
$\overline{\text{SHDN}}$ Input High Threshold (Note 3)		Positive voltage at $\overline{\text{SHDN}}$			+1.6	V
		Negative voltage at $\overline{\text{SHDN}}$			-1.6	
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Low Threshold (Note 3)		Positive voltage at $\overline{\text{SHDN}}$		+0.4		V
		Negative voltage at $\overline{\text{SHDN}}$			-0.4	
Set Input Bias Current	I_{SET}	$V_{SET} = -1.25\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$	-100	-15		nA
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Bias Current		$T_A = +25^\circ\text{C}$	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = +6.5\text{V}$		3.5	μA
			$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0, -6.5\text{V}$	-0.5	+0.5	
Thermal Shutdown Junction Temperature		Hysteresis = 15°C (typ)		160		$^\circ\text{C}$

Note 1: Limits are 100% production tested at $T_A = +25^\circ\text{C}$. Limits over operating temperature range are guaranteed by design.

Note 2: The dropout voltage is defined as $V_{OUT} - V_{IN}$, when V_{OUT} is 100mV above the nominal value of V_{OUT} .

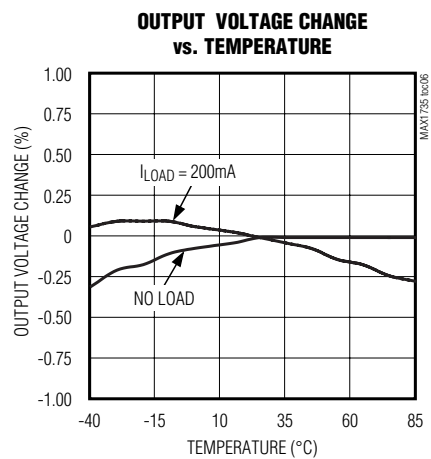
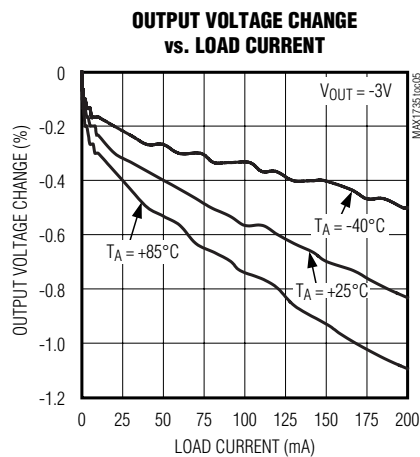
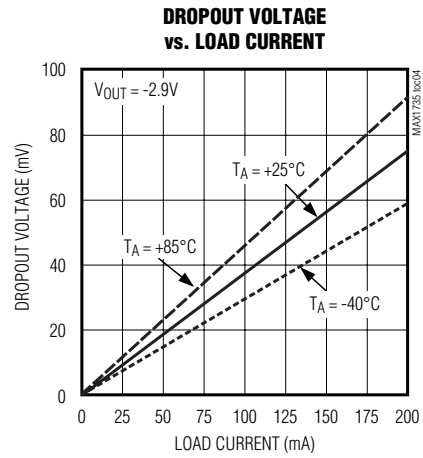
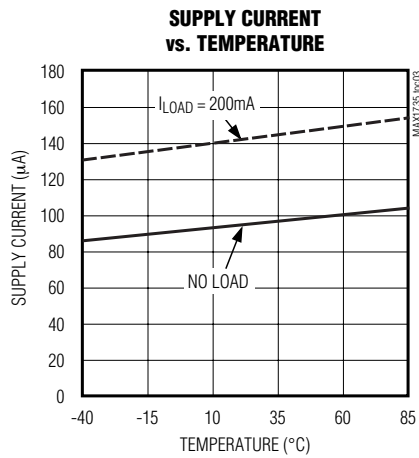
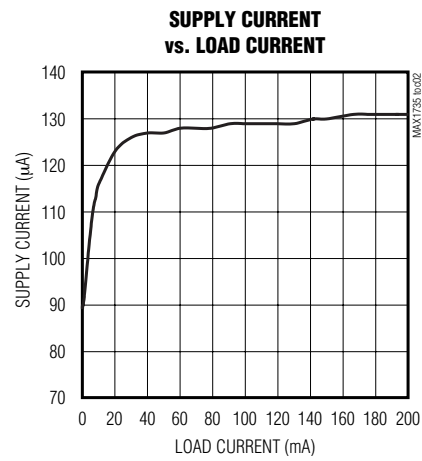
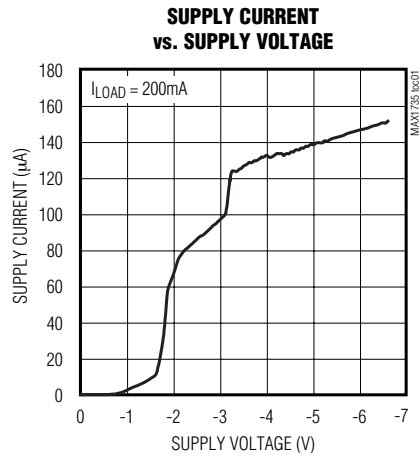
Note 3: The $\overline{\text{SHDN}}$ logic input can be driven by either a positive voltage or a negative voltage. $|V_{\overline{\text{SHDN}}}| < 0.4\text{V}$ puts the device in shutdown, while $|V_{\overline{\text{SHDN}}}| > 1.6\text{V}$ enables the device.

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

MAX1735

標準動作特性

(Circuit of Figure 2, $V_{IN} = -4.0V$, $V_{OUT} = -3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise specified.)

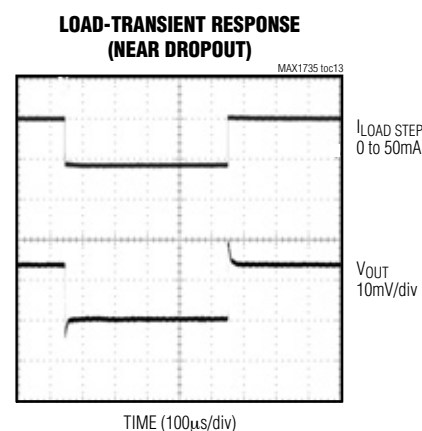
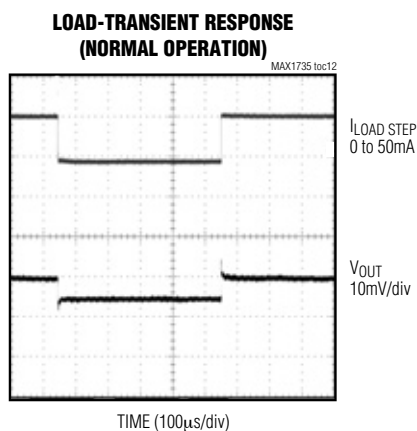
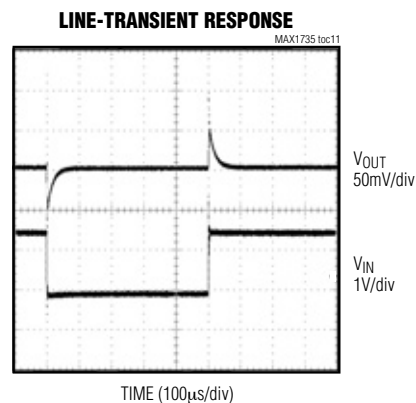
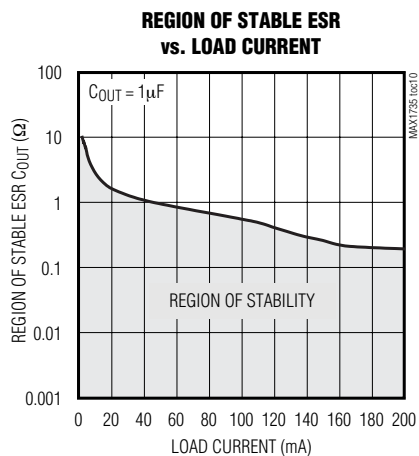
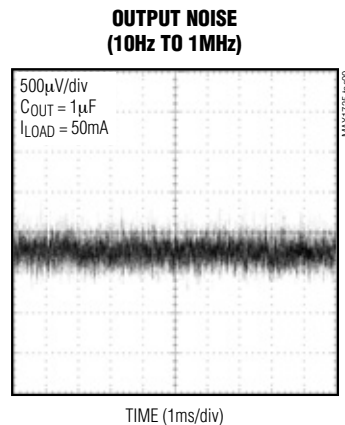
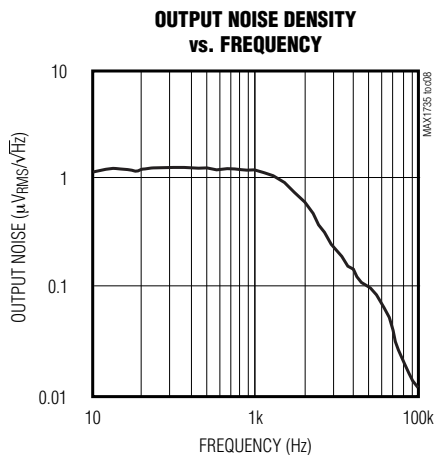
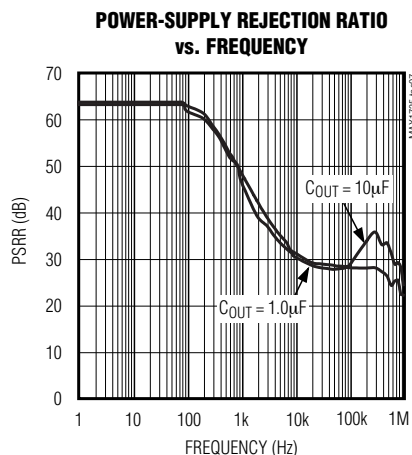


200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

MAX1735

標準動作特性(続き)

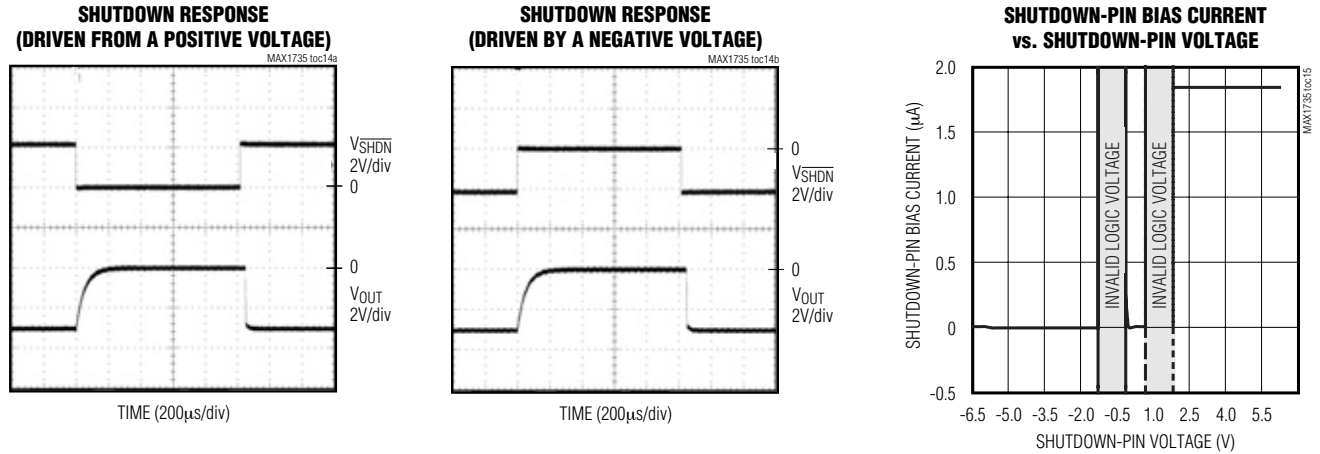
(Circuit of Figure 2, $V_{IN} = -4.0V$, $V_{OUT} = -3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise specified.)



200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 2, $V_{IN} = -4.0V$, $V_{OUT} = -3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise specified.)



端子説明

端子	名称	機能
1	GND	グラウンド
2	IN	レギュレータ入力。電源電圧範囲は-2.5V~-6.5Vです。1 μF のコンデンサでGNDにバイパスして下さい(「コンデンサの選択及びレギュレータの安定性」を参照)。この端子はヒートシンクとしても機能します。大型のPCボードパッド又は直接PCボードのパワープレーンにハンダ付けして、放熱を最大化して下さい。
3	\overline{SHDN}	シャットダウン入力。 \overline{SHDN} をGNDに駆動してレギュレータをオフにし、入力電流を1nA以下にして下さい。 \overline{SHDN} を+1.6V以上又は-1.6V以下に駆動すると、レギュレータがイネーブルされます。 \overline{SHDN} をINに接続すると、常にオンになります。
4	SET	Dual Mode™レギュレータフィードバック入力。固定出力電圧を使用する場合は、SETをGNDに接続して下さい。出力電圧を-1.25V~-5.5Vの範囲で設定する場合は、抵抗分圧器をOUTからSETに接続して下さい。レギュレーション設定点は-1.25Vです。
5	OUT	レギュレータ出力。OUTは安定した200mAまでの電流を供給します。1 μF のセラミックコンデンサでGNDにバイパスして下さい。

Dual ModeはMaxim Integrated Productsの商標です。

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

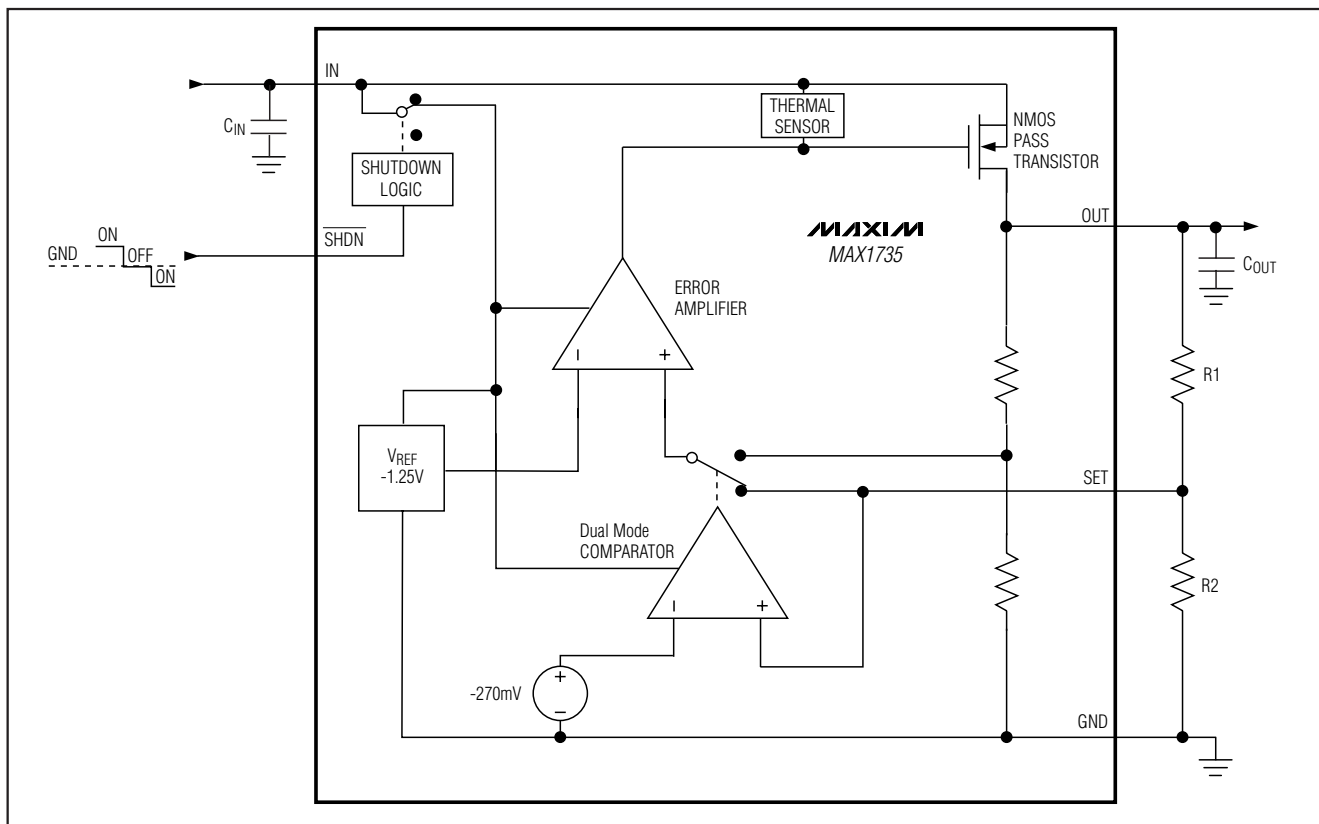


図1. ファンクションダイアグラム

詳細

MAX1735は、低ドロップアウトの負リニア電圧レギュレータです。本製品はDual Mode動作を行い、-5.0V、-3.0V、-2.5Vの固定出力電圧、又は-1.25V~-5.5Vの範囲の可変出力を可能にします。レギュレータは200mAの出力電流を供給することが保証されています。また、ノイズに敏感なアプリケーション用に60dBの電源除去を行い、動作電流は僅か85 μ Vで、バッテリー駆動装置用に最適化されています。

図1に示すように、このデバイスは-1.25Vの内部リファレンス、エラーアンプ、NチャネルMOSFET、精度トリミングされた内部フィードバック分圧器、及びDual Modeコンパレータで構成されています。

-1.25Vのリファレンスはエラーアンプの反転入力に接続されています。エラーアンプはこのリファレンス電圧と選択されたフィードバック電圧を比較し、その差を増幅します。エラーアンプはMOSFETを駆動して出力電圧を制御します。

レギュレーション用のフィードバック電圧は、OUTからSETに接続されている内部又は外部抵抗分圧器によって生成されます。内部のDual ModeコンパレータがV_{SET}に基づいてフィードバック経路を選択します。出力電圧を固定値に設定する場合には、SETをGNDに接続して内部フィードバック経路を使用して下さい。外部分圧器を使用する場合は、「出力電圧の選択」を参照して下さい。

内部NチャネルMOSFET

MAX1735は、NチャネルMOSFETパストランジスタを備えています。NPNバイポーラパストランジスタを使用した類似の設計とは異なり、NチャネルMOSFETは非常に低い駆動電流を使用するため、全体的な自己消費電流を低減します。NPNベースのレギュレータはパストランジスタが飽和した時のドロップアウト状態でも多くのベース電流を消費しますが、MAX1735にはこのような問題はなく、全負荷及びドロップアウト状態での全消費電流を125 μ Aに抑えます。

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

MAX1735

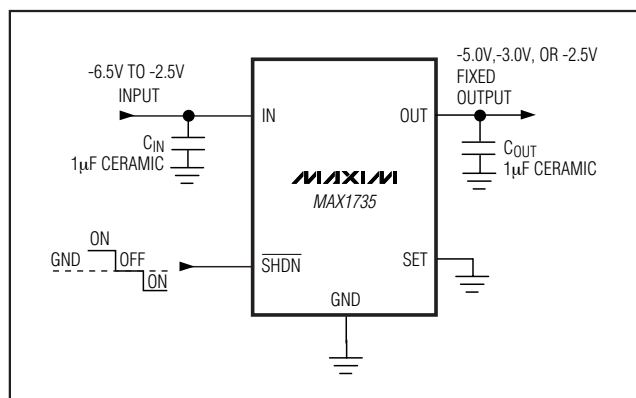


図2. 固定出力電圧を持つ標準アプリケーション回路

出力電圧の選択

MAX1735はDualMode機能を備えているため、固定又は可変出力電圧を使用できます。固定電圧モードでは、MAX1735の出力は-5.0V、-3.0V、又は-2.5Vに設定されます(「型番」を参照)。このモードを選択する場合は、SETをGNDに接続して下さい(図2)。

可変モードでは、OUTからSETに分圧器として接続されている2つの外部抵抗を使用して(図3)、-5.5V～-1.25Vの範囲の出力電圧が選択されます。出力電圧は次式で決定されます。

$$V_{OUT} = V_{SET} \left[1 + \left(\frac{R1}{R2} \right) \right]$$

ここで、 $V_{SET} = V_{REFERENCE} = -1.25V$ (安定時)です。SETにおける入力バイアス電流は100nA以下であるため、R1及びR2に対しては大きな抵抗値を使用して、フィードバックネットワークにおける消費電流を最小化して下さい。殆どのアプリケーションに対しては、R2に100kΩの標準値を使用するのが適切です。これより高い値はより低い電流を消費しますが、出力電圧の精度が劣化します。上の式を使用してR1を求めると、次のようになります。

$$R1 = R2 \left[\left(\frac{V_{OUT}}{V_{SET}} \right) - 1 \right]$$

固定出力電圧モードの場合は、SETを直接GNDに接続して下さい。

シャットダウン

シャットダウン時は、NチャネルMOSFET、制御回路、リファレンス及び全ての内部回路がオフになり、消費電流が1nA(typ)に低減します。SHDNは正又は負の電圧で駆動できます。SHDNを+1.6V以上又は-1.6V以下

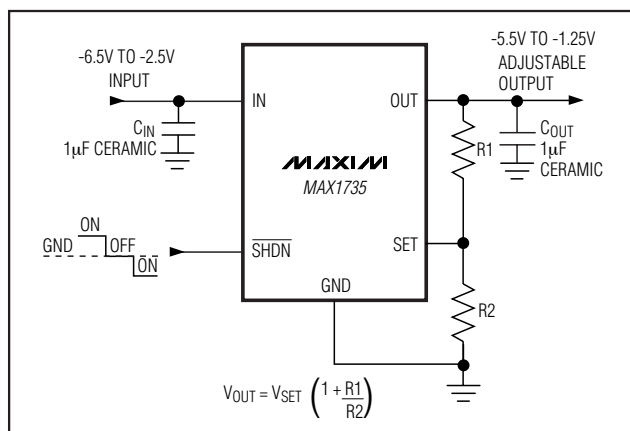


図3. 可変出力電圧を持つ標準アプリケーション回路

に駆動すると、レギュレータがオンになります。レギュレータをオフにするには、SHDNをGNDに駆動して下さい。常にオンの動作を行うには、SHDNをINに接続します。SHDNに正のスレッショルドを含めると、回路をレベルシフトしなくても標準の5V TTLレベルで駆動できます。

電流リミット

MAX1735は、レギュレータを保護する電流リミット機能を備えています。短絡出力電流は515mA(typ)です。出力はグラウンドへの短絡を無限に耐えることができますが、消費電力の増加によりチップが+160℃まで加熱されると、サーマル過負荷保護機能によってレギュレータがオフになり、ICへの障害を防ぎます。

サーマル過負荷保護

サーマル過負荷保護回路は、長時間の過負荷状態が原因で発生したオーバヒートからレギュレータを保護します。チップの温度が+160℃を超えると、内蔵熱センサがパストランジスタをディセーブルし、ICを冷却します。チップの温度が15℃低下すると、熱センサによってパスMOSFETが再びイネーブルされます。短絡障害状態が続くと、出力のイネーブルとディセーブルが繰り返されます。

サーマル過負荷保護は、過負荷障害状態が発生した時にMAX1735を保護するよう設計されています。通常の動作では、+150℃の絶対最大接合部温度定格を超えないようにして下さい。接合部温度は、パッケージの放熱及び接合部から周囲への熱抵抗(θ_{JA})に応じて異なる大きさだけ周囲の温度よりも高くなっています。

$$T_{JUNCTION} = T_{AMBIENT} + (\theta_{JA})(P_{DISSIPATION})$$

ここで、

5ピンのSOT23に対する θ_{JA} は約0.140℃/mWです。

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

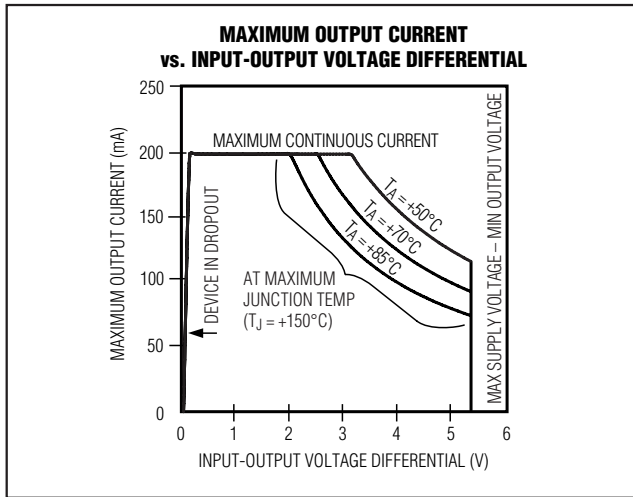


図4. 選択した周囲温度において可能な消費電力により境界の定められた出力電流と入出力電圧差動作領域

動作領域と消費電力

MAX1735の最大消費電力は、ケースと回路基板の熱抵抗、チップの接合部と周囲の空気の温度差、及び空気の流量に依存します(「サーマル過負荷保護」を参照)。本デバイスが消費できる最大電力は次の通りです。

$$P_{MAX} = \frac{T_{JMAX} - T_A}{\theta_{JC} + \theta_{CA}} = \frac{T_{JMAX} - T_A}{\theta_{JA}}$$

ここで、分子はチップ接合部の最大許容温度(+150°C)と周囲の空気との温度差を表し、 θ_{JC} (接合部からケースまで)はパッケージの熱抵抗、及び θ_{CA} (ケースから周囲まで)はパッケージからPCボード、配線、及びその他の材料を介して周囲の空気までの熱抵抗を表します。 θ_{JC} はパッケージ内のデバイスのみの特性で、 θ_{CA} はPCボードのレイアウトと空気流により完全に定義されます。ここで大切なのは、電力の消費能力が、パッケージ化された部品と同様、PCボードレイアウトと空気流の関数である点です。そのため、メーカーは信頼性のある θ_{JC} の値を提供することはできません。全熱抵抗を示す θ_{JA} の値を正確に提供することはできません。 θ_{JA} は θ_{JC} と θ_{CA} の合計で、メーカーがアプリケーション回路の熱特性を正確に予測できることは殆どありません。図4に、+50°C、+70°C、及び+85°Cの周囲温度における標準的なPCボードに実装されているMAX1735の予測許容消費電力を示します。

図4は、選択された周囲温度における特定の入力から出力への電圧差に対する最大連続出力電流を示しています。SOT23-5パッケージは小型であるため、機能上、室温における標準アプリケーション回路において、

同パッケージは-6.5Vを-200mA(1200mW以上)の出力で-1.25Vに安定させるのに十分な電力を消費できません。周囲温度が下がるにつれて可能な消費電力が増加し、動作領域が拡大されます。各曲線の式は次の通りです。

$$|I_{OUT}| = \frac{P_{MAX} - \frac{T_A - 70}{\theta_{JA}}}{|V_{OUT} - V_{IN}|}$$

ここで $|I_{OUT}|$ の単位はmA、 $|V_{OUT} - V_{IN}|$ の単位はV、 P_{MAX} (571mW)はSOT23-5に対する+70°Cにおける絶対最大定格消費電力で、 θ_{JA} (0.140°C/mW)は標準アプリケーションにおける5ピンSOT23の接合部から周囲へのおおよその熱抵抗です。

θ_{CA} を低下させる、つまりPCボードへの熱伝導性を増加させるには、大型のPCボードパッド及びIN用配線を使用します。

アプリケーション情報

コンデンサの選択とレギュレータの安定性

MAX1735の入力及び出力にはコンデンサが必要です。1µF以上のコンデンサをINとGNDの間に接続して下さい。この入力コンデンサの目的は、過渡状態における入力電源のソースインピーダンスを下げることです。レギュレータを別の安定化している電源又は低インピーダンスバッテリーなどの低インピーダンス源で駆動する場合は、より小さな値を使用できます。-2.5V~-5.5Vの範囲の出力電圧に対しては、OUTとGNDの間に1µF以上のコンデンサを接続して下さい。-1.25V~-2.5Vの範囲の出力電圧に対しては、2.2µF以上の出力コンデンサを使用して下さい。安定性を保証する出力コンデンサの最大値は10µFです。

出力コンデンサの値と等価直列抵抗(ESR)は、安定性と出力ノイズに影響を及ぼします。-1.25V~-2.45Vの出力電圧に対しては0.1Ω以下のESR、-2.5V~-5.5Vの出力電圧に対しては0.2ΩのESRを持つ出力コンデンサを使用して、安定性と最適な過渡応答を確保して下さい。安価な表面実装セラミックコンデンサのESRは通常非常に低く、コンデンサは10µFまでの値のものが一般的に入手可能です。表面実装タンタルなどのその他の低ESRコンデンサを使用することもできます。サイズが大きく比較的高いESRを持つ低コストのアルミニウム電解コンデンサは使用しないで下さい。最後に、入力及び出力コンデンサをICにできるだけ近づけて、PCボードのトレースインピーダンスの影響を最小限に抑えて下さい。

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

MAX1735

ノイズ、PSRR及び過渡応答

MAX1735の出力ノイズは160 μ VRMS(typ)です。これは殆どのアプリケーションに適した低さです。「標準動作特性」の「Output Noise vs. Frequency」のグラフを参照して下さい。

MAX1735は低ドロップアウト電圧及び低自己消費電流を特長とし、バッテリー駆動機器用に最適です。MAX1735はドロップアウト付近においても良好な過渡応答、AC除去比及びノイズ特性を維持します。「標準動作特性」の「Power-Supply Rejection Ratio vs. Frequency」を参照して下さい。ノイズの多いソースでの動作に対しては、入力及び出力容量を増加し、受動ポストフィルタリングを使用することにより、電源ノイズ除去比及び過渡応答を改善できます。

ドロップアウト電圧

レギュレータの最小入出力電圧差(ドロップアウト電圧)は、アプリケーションに対して使用可能な最低電源電圧を決定します。バッテリー駆動機器では、これによって使用寿命が尽きる時のバッテリー電圧が決まります。MAX1735のパス素子はNチャネルMOSFETであるため、ドロップアウト電圧は $R_{DS(ON)}$ と負荷電流の積になります。詳細については、「Electrical Characteristics」及び「標準動作特性」の「Dropout Voltage vs. Load Current」を参照して下さい。MAX1735動作(グランドピン)電流は、ドロップアウト時の全負荷下で通常125 μ A以下に留まります。

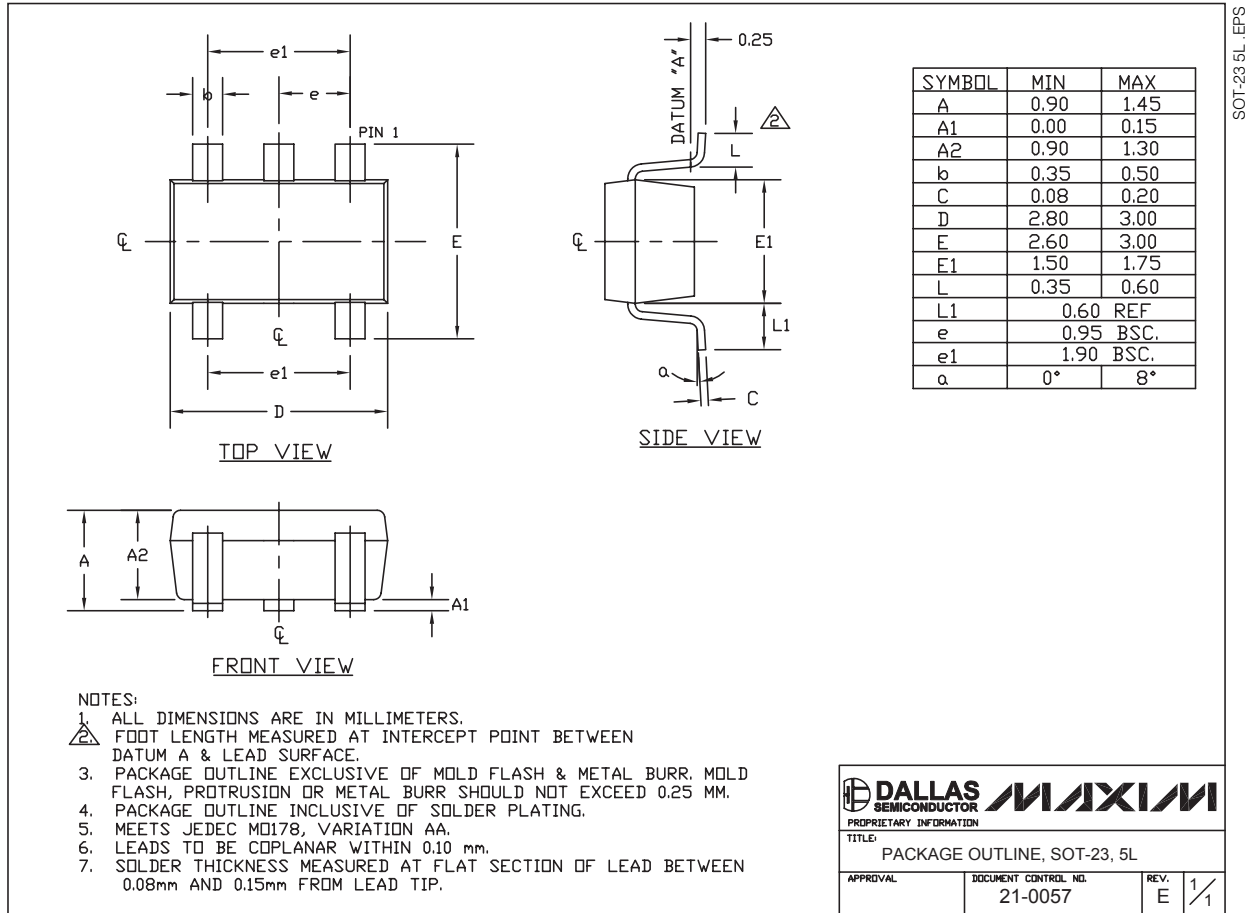
チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 293

200mA、負出力、低ドロップアウトリニアレギュレータ SOT23パッケージ

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



SOT-23 5L .EPS

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム製品に組み込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

10 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2003 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. **MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.