



# LM2940/LM2940C

## 1A 低ドロップアウト 3 端子レギュレータ

### 概要

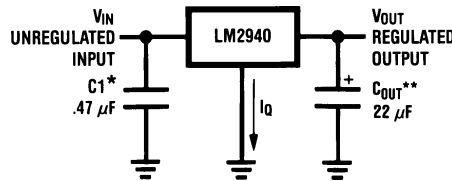
LM2940/LM2940C 電圧レギュレータの特長は、全温度範囲で標準 0.5V、最大 1V のドロップアウト電圧で 1A 出力電流を供給できることです。さらに、無負荷消費電流減少回路を内蔵しており、入力電圧と出力電圧の差が約 3V を超えた時、グラウンド電流を減少させます。従って出力電流 1A で、入出力電圧差が 5V の無負荷消費は 30mA にすぎません。レギュレータがドロップアウト・モード ( $V_{IN} - V_{OUT} > 3V$ ) の時だけ、それ以上の無負荷消費電流が流れます。

LM2940 は一般的なレギュレータの特長である、ショート・サーキット・プロテクションとサーマル・シャットダウン機能も備えています。

### 特長

- 標準ドロップアウト電圧は  $0.5V @ I_O = 1A$
- 1A 以上の出力電流
- アセンブリ前に出力調整されている。
- 逆バッテリー保護
- 内部短絡電流制限回路
- 逆挿入保護
- 拡張テストされた P<sup>+</sup> 製品

### 代表的なアプリケーション



\* レギュレータが電源フィルタから離れている時必要。

\*\*  $C_{OUT}$  は安定性を維持するため、最低 22  $\mu F$  以上でなくてはなりません。トランジエント負荷時には、レギュレーションを維持するため、これは先容量を増やしてください。レギュレータにできるだけ近づけて、このコンデンサを配置してください。このコンデンサは、レギュレータと同じ動作温度範囲の規格が必要とされ、安定動作のため ESR は ESR STABLE カーブにおさるものを選択します。

### 製品情報

Temperature Range	Output Voltage						Package
	5.0	8.0	9.0	10	12	15	
$0^{\circ}C \leq T_J \leq 125^{\circ}C$	LM2940CT-5.0		LM2940CT-9.0		LM2940CT-12	LM2940CT-15	TO-220
	LM2940CS-5.0		LM2940CS-9.0		LM2940CS-12	LM2940CS-15	TO-263
	LM2940CSX-5.0		LM2940CSX-9.0		LM2940CSX-12	LM2940CSX-15	
$-40^{\circ}C \leq T_J \leq 125^{\circ}C$	LM2940LD-5.0	LM2940LD-8.0	LM2940LD-9.0	LM2940LD-10	LM2940LD-12	LM2940LD-15	LLP 1k Units Tape and Reel
	LM2940LDX-5.0	LM2940LDX-8.0	LM2940LDX-9.0	LM2940LDX-10	LM2940LDX-12	LM2940LDX-15	LLP 4.5k Units Tape and Reel
$-40^{\circ}C \leq T_J \leq 125^{\circ}C$	LM2940T-5.0	LM2940T-8.0	LM2940T-9.0	LM2940T-10	LM2940T-12		TO-220
	LM2940S-5.0	LM2940S-8.0	LM2940S-9.0	LM2940S-10	LM2940S-12		TO-263
	LM2940SX-5.0	LM2940SX-8.0	LM2940SX-9.0	LM2940SX-10	LM2940SX-12		
$-40^{\circ}C \leq T_J \leq 85^{\circ}C$	LM2940IMP-5.0	LM2940IMP-8.0	LM2940IMP-9.0	LM2940IMP-10	LM2940IMP-12	LM2940IMP-15	SOT-223
	LM2940IMPX-5.0	LM2940IMPX-8.0	LM2940IMPX-9.0	LM2940IMPX-10	LM2940IMPX-12	LM2940IMPX-15	SOT-223 in Tape and Reel
Marking	L53B	L54B	L0EB	L55B	L56B	L70B	

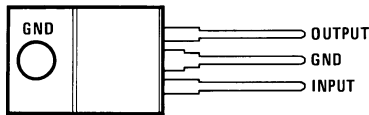
SOT-223 パッケージのサイズは小さいため、部品番号すべてをマーキングすることができません。表記されるパッケージマーキングで何のデバイスかを表します。

製品情報 (つづき)

Temperature Range	Output Voltage				Package
	5.0	8.0	12	15	
-55°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C	LM2940J-5.0/883 5962-8958701EA		LM2940J-12/883 5962-9088401QEA	LM2940J-15/883 5962-9088501QEA	J16A
	LM2940WG5.0/883 5962-8958701XA		LM2940WG5-12/883	LM2940WG5-15/883	WG16A

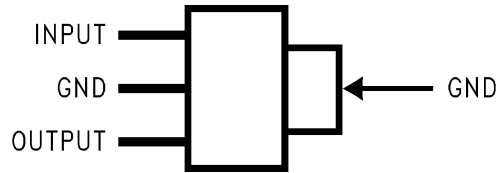
配置図

(TO-220) Plastic Package



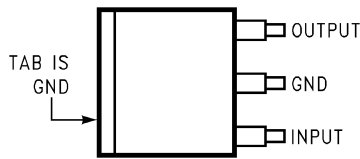
Front View  
See NS Package Number TO3B

3-Lead SOT-223



Front View  
See NS Package Number MP04A

(TO-263) Surface-Mount Package

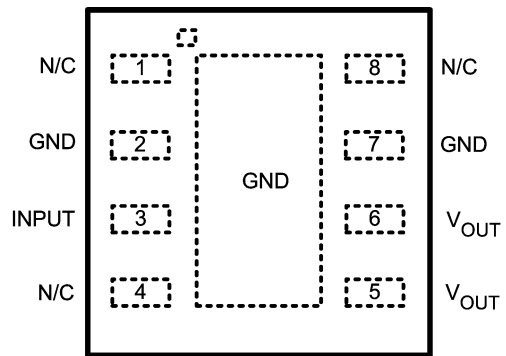


Top View



Side View  
See NS Package Number TS3B

8-Lead LLP



ピン2とピン7はDAPの中央に融着されています  
ピン5とピン6はプリント基板上で接続する必要があります。

Top View  
Order Number LM2940LD-5.0, LM2940LD-8.0,  
LM2940LD-9.0, LM2940LD-10,  
LM2940LD-12, LM2940LD-15  
See NS Package Number LDC08A

## 絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

LM2940S、J、WG、T、MP ( 100ms)	60V
LM2940CS、T ( 1ms)	45V
内部消費電力 (Note 2)	内部的に制限
最大接合部温度	+ 150
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
リード温度、ウェーブ・ソルダリング時間 TO-220 (T) パッケージ	260 、 10 秒

TO-263 (S) パッケージ	260 、 4 秒
SOT-223 (MP) パッケージ	260 、 4 秒
ESD 耐圧 (Note 3)	2 kV

## 動作条件 (Note 1)

入力電圧	26V
温度範囲	
LM2940T、LM2940S	- 40 T <sub>A</sub> 125
LM2940CT、LM2940CS	0 T <sub>A</sub> 125
LM2940IMP	- 40 T <sub>A</sub> 85
LM2940LD	- 40 T <sub>A</sub> 125

## 電気的特性

特記のない限り、 $V_{IN} = V_O + 5V$ 、 $I_O = 1A$ 、 $C_O = 22\mu F$  です。標準文字の規格は  $T_A = T_J = 25$  に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Output Voltage ( $V_O$ )		5V			8V			Units
Parameter	Conditions	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/883 Limit (Note 5)	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/883 Limit (Note 5)	
Output Voltage	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$	$6.25\text{ V} \leq V_{IN} \leq 26\text{ V}$			$9.4\text{ V} \leq V_{IN} \leq 26\text{ V}$			$V_{MIN}$
		5.00	4.85/4.75	4.85/4.75	8.00	7.76/7.60	7.76/7.60	$V_{MAX}$
Line Regulation	$V_O + 2\text{ V} \leq V_{IN} \leq 26\text{ V}$ , $I_O = 5\text{ mA}$	20	50	40/50	20	80	50/80	$\text{mV}_{MAX}$
Load Regulation	$50\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$ LM2940, LM2940/883 LM2940C	35	50/80	50/100	55	80/130	80/130	$\text{mV}_{MAX}$
		35	50		55	80		
Output Impedance	100 mADC and 20 mArms, $f_O = 120\text{ Hz}$	35		1000/1000	55		1000/1000	$\text{m}\Omega$
Quiescent Current	$V_O + 2\text{ V} \leq V_{IN} \leq 26\text{ V}$ , $I_O = 5\text{ mA}$ LM2940, LM2940/883 LM2940C	10	15/20	15/20	10	15/20	15/20	$\text{mA}_{MAX}$
		10	15					
	$V_{IN} = V_O + 5\text{ V}$ , $I_O = 1\text{ A}$	30	45/60	50/60	30	45/60	50/60	$\text{mA}_{MAX}$
Output Noise Voltage	10 Hz – 100 kHz, $I_O = 5\text{ mA}$	150		700/700	240		1000/1000	$\mu\text{V}_{rms}$
Ripple Rejection	$f_O = 120\text{ Hz}$ , $1\text{ V}_{rms}$ , $I_O = 100\text{ mA}$ LM2940 LM2940C	72	60/54		66	54/48		$\text{dB}_{MIN}$
		72	60		66	54		
	$f_O = 1\text{ kHz}$ , $1\text{ V}_{rms}$ , $I_O = 5\text{ mA}$			60/50			54/48	$\text{dB}_{MIN}$
Long Term Stability		20			32			$\text{mV}/1000\text{ Hr}$
Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$	0.5	0.8/1.0	0.7/1.0	0.5	0.8/1.0	0.7/1.0	$V_{MAX}$
	$I_O = 100\text{ mA}$	110	150/200	150/200	110	150/200	150/200	$\text{mV}_{MAX}$
Short Circuit Current	(Note 6)	1.9	1.6	1.5/1.3	1.9	1.6	1.6/1.3	$A_{MIN}$

## 電氣的特性 (つづき)

特記のない限り、 $V_{IN} = V_O + 5V$ 、 $I_O = 1A$ 、 $C_O = 22\mu F$  です。標準文字の規格は  $T_A = T_J = 25$  に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Output Voltage ( $V_O$ )		5V			8V			Units
Parameter	Conditions	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/883 Limit (Note 5)	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/883 Limit (Note 5)	
Maximum Line Transient	$R_O = 100\Omega$	75	<b>60/60</b>		75	<b>60/60</b>		$V_{MIN}$
	LM2940, $T \leq 100$ ms			<b>40/40</b>			<b>40/40</b>	
	LM2940/883, $T \leq 20$ ms LM2940C, $T \leq 1$ ms	55	45		55	45		
Reverse Polarity DC Input Voltage	$R_O = 100\Omega$							$V_{MIN}$
	LM2940, LM2940/883 LM2940C	-30 -30	-15/-15 -15	-15/-15	-30 -30	-15/-15 -15	-15/-15	
Reverse Polarity Transient Input Voltage	$R_O = 100\Omega$							$V_{MIN}$
	LM2940, $T \leq 100$ ms	-75	<b>-50/-50</b>		-75	<b>-50/-50</b>		
	LM2940/883, $T \leq 20$ ms LM2940C, $T \leq 1$ ms	-55	<b>-45/-45</b>	<b>-45/-45</b>			<b>-45/-45</b>	

## 電氣的特性

特記のない限り、 $V_{IN} = V_O + 5V$ 、 $I_O = 1A$ 、 $C_O = 22\mu F$  です。標準文字の規格は  $T_A = T_J = 25$  に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Output Voltage ( $V_O$ )		9V		10V		Units
Parameter	Conditions	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	
Output Voltage	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1A$	<b><math>10.5V \leq V_{IN} \leq 26V</math></b>		<b><math>11.5V \leq V_{IN} \leq 26V</math></b>		$V_{MIN}$ $V_{MAX}$
		9.00	<b>8.73/8.55</b> <b>9.27/9.45</b>	10.00	<b>9.70/9.50</b> <b>10.30/10.50</b>	
Line Regulation	$V_O + 2V \leq V_{IN} \leq 26V$ , $I_O = 5\text{ mA}$	20	90	20	100	$mV_{MAX}$
Load Regulation	$50\text{ mA} \leq I_O \leq 1A$ LM2940 LM2940C	60	<b>90/150</b>	65	<b>100/165</b>	$mV_{MAX}$
		60	90			
Output Impedance	100 mADC and 20 mArms, $f_O = 120\text{ Hz}$	60		65		$m\Omega$
Quiescent Current	$V_O + 2V \leq V_{IN} < 26V$ , $I_O = 5\text{ mA}$ LM2940 LM2940C	10	<b>15/20</b>	10	<b>15/20</b>	$mA_{MAX}$
		10	15			
		$V_{IN} = V_O + 5V$ , $I_O = 1A$	30	<b>45/60</b>	30	
Output Noise Voltage	10 Hz – 100 kHz, $I_O = 5\text{ mA}$	270		300		$\mu V_{rms}$
Ripple Rejection	$f_O = 120\text{ Hz}$ , $1 V_{rms}$ , $I_O = 100\text{ mA}$ LM2940 LM2940C	64	<b>52/46</b>	63	<b>51/45</b>	$dB_{MIN}$
		64	52			
Long Term Stability		34		36		$mV/$ 1000 Hr
Dropout Voltage	$I_O = 1A$	0.5	<b>0.8/1.0</b>	0.5	<b>0.8/1.0</b>	$V_{MAX}$
	$I_O = 100\text{ mA}$	110	<b>150/200</b>	110	<b>150/200</b>	$mV_{MAX}$

## 電气的特性 (つづき)

特記のない限り、 $V_{IN} = V_O + 5V$ 、 $I_O = 1A$ 、 $C_O = 22\mu F$ です。標準文字の規格は  $T_A = T_J = 25$  に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Output Voltage ( $V_O$ )		9V		10V		Units
Parameter	Conditions	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	
Short Circuit Current	(Note 6)	1.9	1.6	1.9	1.6	$A_{MIN}$
Maximum Line Transient	$R_O = 100\Omega$ $T \leq 100$ ms LM2940 LM2940C	75 55	60/60 45	75	60/60	$V_{MIN}$
Reverse Polarity DC Input Voltage	$R_O = 100\Omega$ LM2940 LM2940C	-30 -30	-15/-15 -15	-30	-15/-15	$V_{MIN}$
Reverse Polarity Transient Input Voltage	$R_O = 100\Omega$ $T \leq 100$ ms LM2940 LM2940C	-75 -55	-50/-50 -45/-45	-75	-50/-50	$V_{MIN}$

## 電气的特性

特記のない限り、 $V_{IN} = V_O + 5V$ 、 $I_O = 1A$ 、 $C_O = 22\mu F$ です。標準文字の規格は  $T_A = T_J = 25$  に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Output Voltage ( $V_O$ )		12V			15V			Units
Parameter	Conditions	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/833 Limit (Note 5)	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/833 Limit (Note 5)	
Output Voltage	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1A$	$13.6V \leq V_{IN} \leq 26V$			$16.75V \leq V_{IN} \leq 26V$			$V_{MIN}$
		12.00	11.64/11.40 12.36/12.60	11.64/11.40 12.36/12.60	15.00	14.55/14.25 15.45/15.75	14.55/14.25 15.45/15.75	$V_{MAX}$
Line Regulation	$V_O + 2V \leq V_{IN} \leq 26V$ , $I_O = 5\text{ mA}$	20	120	75/120	20	150	95/150	$mV_{MAX}$
Load Regulation	$50\text{ mA} \leq I_O \leq 1A$ LM2940, LM2940/883 LM2940C	55	120/200	120/190	70	150	150/240	$mV_{MAX}$
		55	120					
Output Impedance	100 mADC and 20 mArms, $f_O = 120$ Hz	80		1000/1000	100		1000/1000	$m\Omega$
Quiescent Current	$V_O + 2V \leq V_{IN} \leq 26V$ , $I_O = 5\text{ mA}$ LM2940, LM2940/883 LM2940C	10	15/20	15/20	10	15	15/20	$mA_{MAX}$
		10	15					
	$V_{IN} = V_O + 5V$ , $I_O = 1A$	30	45/60	50/60	30	45/60	50/60	$mA_{MAX}$
Output Noise Voltage	10 Hz – 100 kHz, $I_O = 5\text{ mA}$	360		1000/1000	450		1000/1000	$\mu V_{rms}$
Ripple Rejection	$f_O = 120$ Hz, $1 V_{rms}$ , $I_O = 100$ mA LM2940 LM2940C	66	54/48		64	52		$dB_{MIN}$
		66	54					
	$f_O = 1$ kHz, $1 V_{rms}$ , $I_O = 5\text{ mA}$			52/46			48/42	$dB_{MIN}$

## 電氣的特性 (つづき)

特記のない限り、 $V_{IN} = V_O + 5V$ 、 $I_O = 1A$ 、 $C_O = 22\mu F$  です。標準文字の規格は  $T_A = T_J = 25$  に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Output Voltage ( $V_O$ )		12V			15V			Units
Parameter	Conditions	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/833 Limit (Note 5)	Typ	LM2940 Limit (Note 4)	LM2940/833 Limit (Note 5)	
Long Term Stability		48			60			mV/ 1000 Hr
Dropout Voltage	$I_O = 1A$	0.5	0.8/1.0	0.7/1.0	0.5	0.8/1.0	0.7/1.0	$V_{MAX}$
	$I_O = 100\text{ mA}$	110	150/200	150/200	110	150/200	150/200	$mV_{MAX}$
Short Circuit Current	(Note 6)	1.9	1.6	1.6/1.3	1.9	1.6	1.6/1.3	$A_{MIN}$
Maximum Line Transient	$R_O = 100\Omega$							
	LM2940, $T \leq 100\text{ ms}$	75	60/60					$V_{MIN}$
	LM2940/883, $T \leq 20\text{ ms}$ LM2940C, $T \leq 1\text{ ms}$	55	45	40/40	55	45	40/40	
Reverse Polarity DC Input Voltage	$R_O = 100\Omega$							
	LM2940, LM2940/883 LM2940C	-30 -30	-15/-15 -15	-15/-15	-30	-15	-15/-15	$V_{MIN}$
Reverse Polarity Transient Input Voltage	$R_O = 100\Omega$							
	LM2940, $T \leq 100\text{ ms}$	-75	-50/-50					$V_{MIN}$
	LM2940/883, $T \leq 20\text{ ms}$ LM2940C, $T \leq 1\text{ ms}$	-55	-45/-45	-45/-45	-55	-45/-45	-45/-45	

## 放熱対策

Thermal Resistance Junction-to-Case	3-Lead TO-220	4		$^{\circ}C/W$
	3-Lead TO-263	4		$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-to-Ambient	3-Lead TO-220	60		$^{\circ}C/W$
	3-Lead TO-263	80		$^{\circ}C/W$
	8-Lead LLP (Note 2)	35		$^{\circ}C/W$

**Note 1:** 絶対最大定格とは、IC に破壊が発生する可能性のある制限値をいいます。動作条件はデバイスが動作する条件ですが、保証されるスペック値ではありません。保証されるスペック及びそのテスト条件については電氣的特性を参照ください。

**Note 2:** 最大許容損失は最大接合部温度  $T_J$ 、接合部 周囲間熱抵抗  $J_A$ 、周囲温度  $T_A$  の関数です。最大許容損失を越えるとダイの温度が急激に上昇し、レギュレータはサーマル・シャットダウン状態に入ります。(無風、ヒートシンク無しの状態での)  $J_A$  の値は、TO-220 パッケージで  $60\text{ }^{\circ}C/W$ 、TO-263 パッケージで  $80\text{ }^{\circ}C/W$ 、SOT-223 パッケージで  $174\text{ }^{\circ}C/W$  です。ヒートシンクを用いることによりこれらの熱抵抗の低減が可能です (アプリケーション・ヒントのヒートシンクの項を参照ください)。LLP パッケージの  $J_A$  値は、PCB の実装パターン領域、パターン材質、層の数、スルーホールの数によって異なります。LLP パッケージの熱抵抗と消費電力を改善するにはアプリケーション・ノート AN-1187 を参照してください。熱特性を向上させるために、6 個のスルーホールはセンター・パッド内に配置することを推奨します。

**Note 3:** ESD 試験回路は、人体モデルに基づき、直列抵抗  $1.5k\Omega$  を通じ  $100pF$  から放電されます。

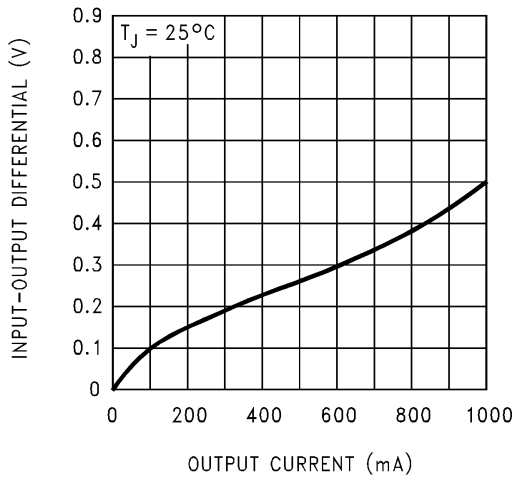
**Note 4:** すべてのリミット値は、 $T_A = T_J = 25$  でのみ (標準文字表記)、または全動作温度範囲 (太字表記) で保証されます。 $T_A = T_J = 25$  でのすべてのリミット値は 100% テストされます。全動作温度範囲でのリミット値は、標準統計品質管理 (SQC) 手法によって決められた補正データを加味して保証されます。

**Note 5:** (省略)

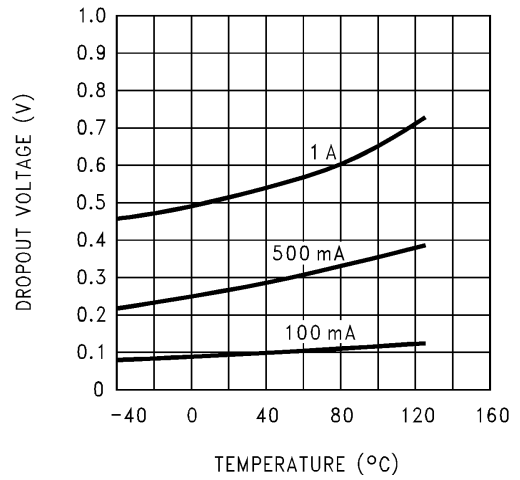
**Note 6:** 出力電流は温度の増加に応じて低下しますが、最大規定温度内で  $1A$  以下には低下しません。

代表的な性能特性

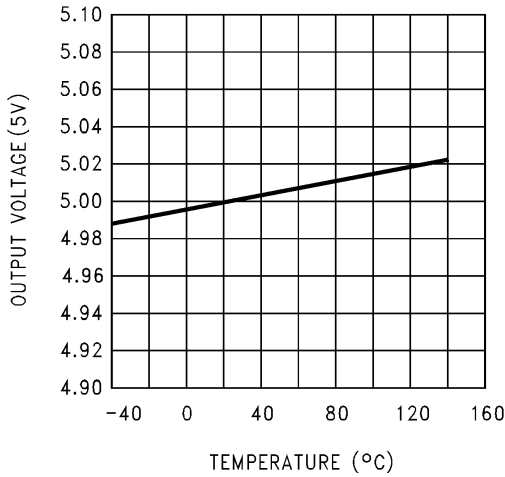
Dropout Voltage



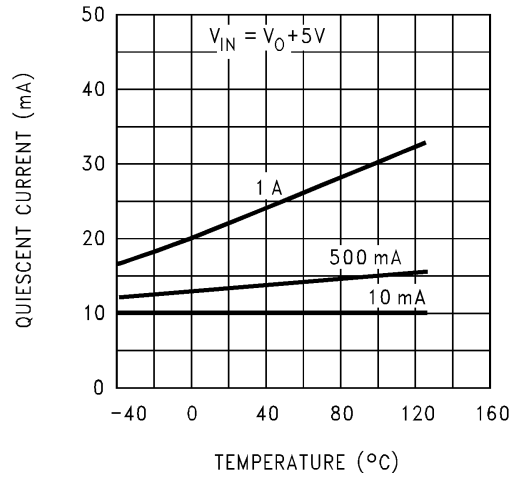
Dropout Voltage vs. Temperature



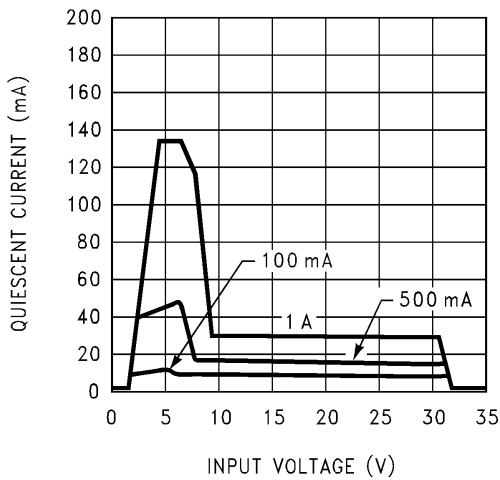
Output Voltage vs. Temperature



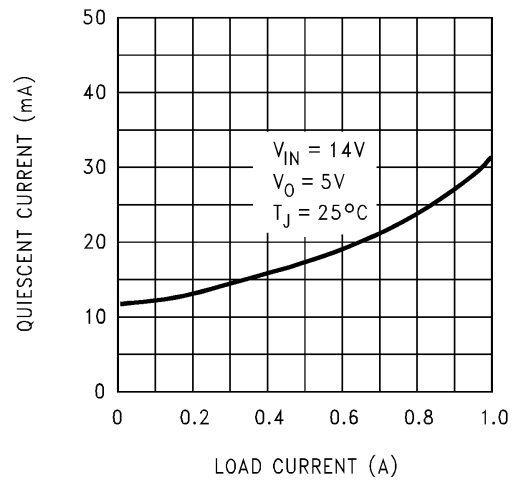
Quiescent Current vs. Temperature



Quiescent Current

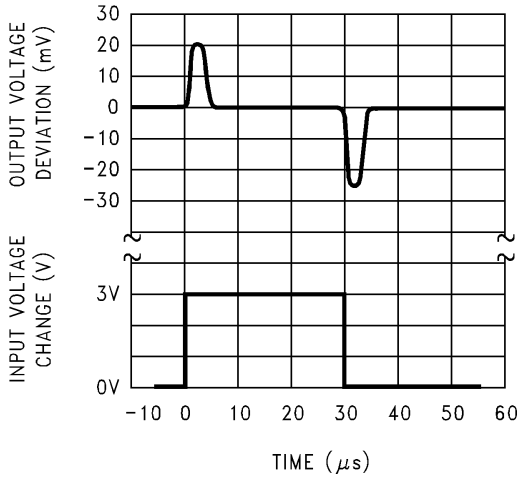


Quiescent Current

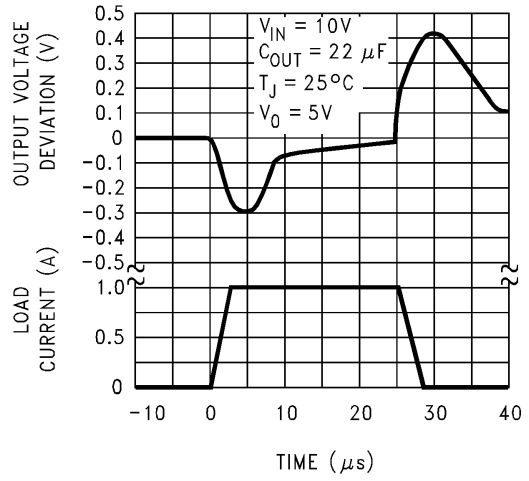


代表的な性能特性 (つぎ)

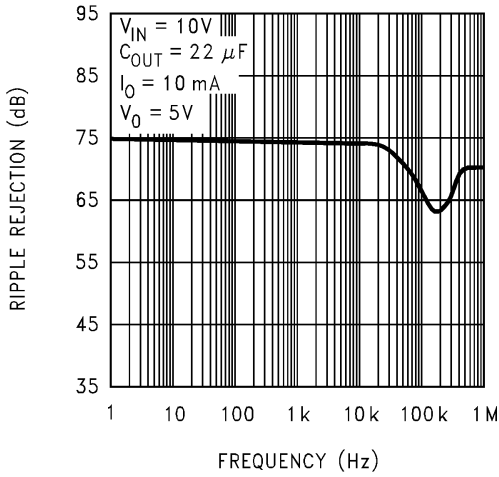
Line Transient Response



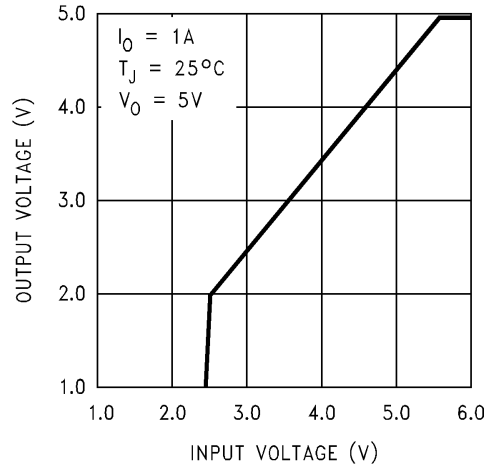
Load Transient Response



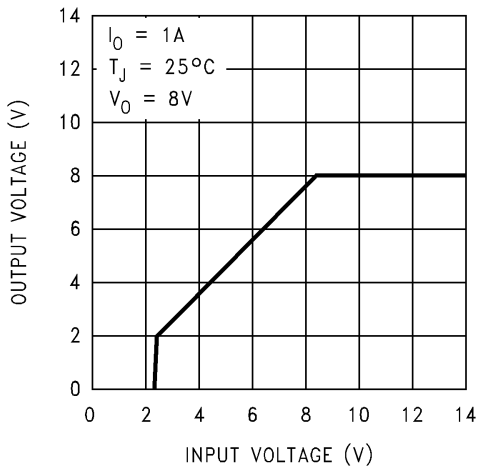
Ripple Rejection



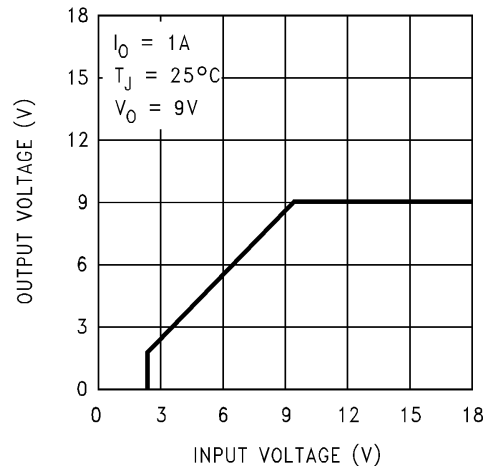
Low Voltage Behavior



Low Voltage Behavior



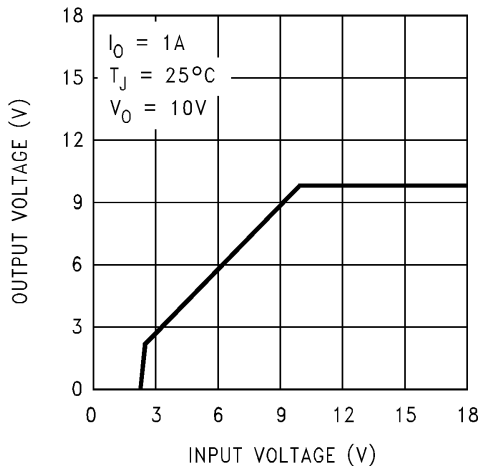
Low Voltage Behavior



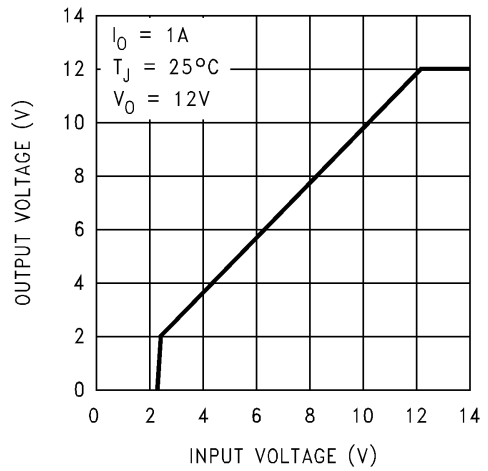


代表的な性能特性 (つづき)

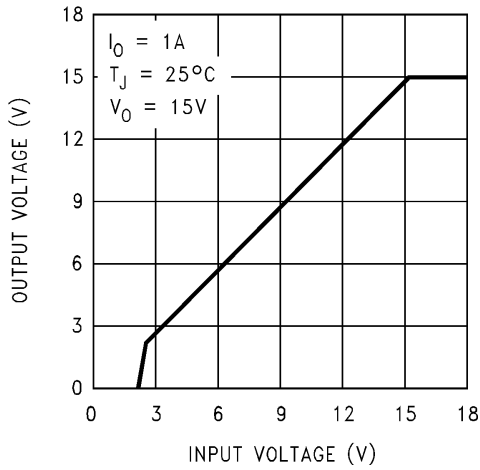
Low Voltage Behavior



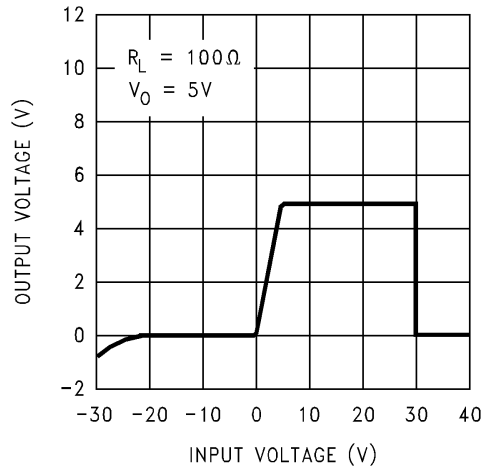
Low Voltage Behavior



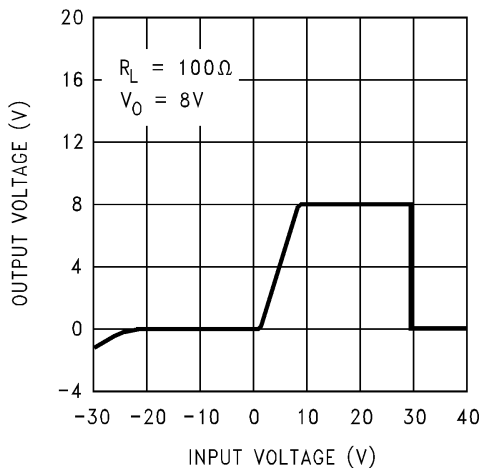
Low Voltage Behavior



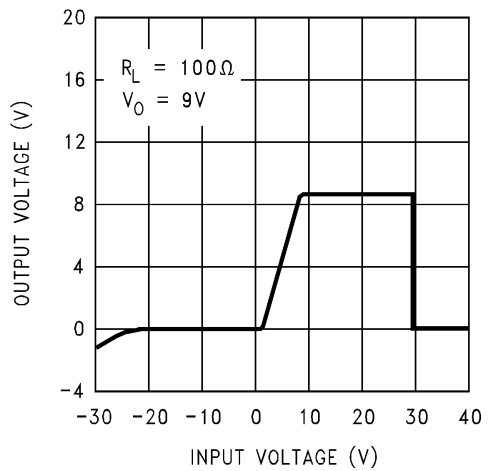
Output at Voltage Extremes



Output at Voltage Extremes

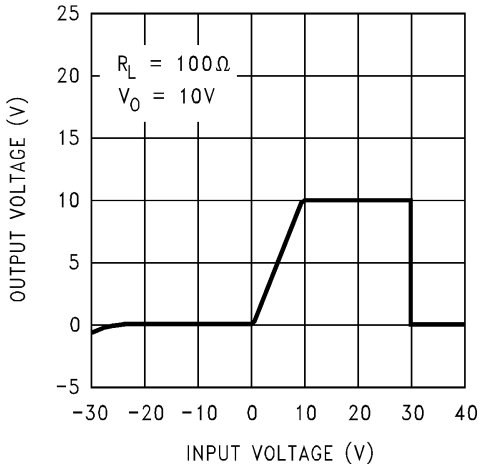


Output at Voltage Extremes

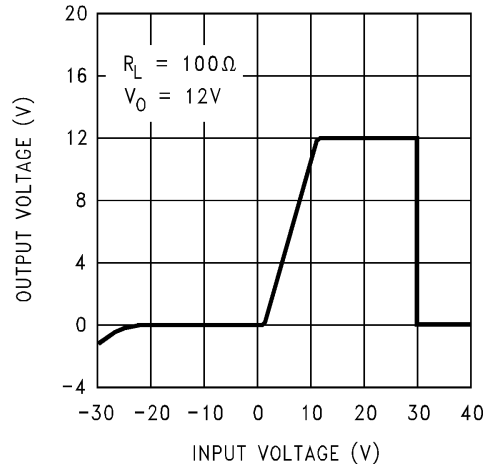


代表的な性能特性 (つづき)

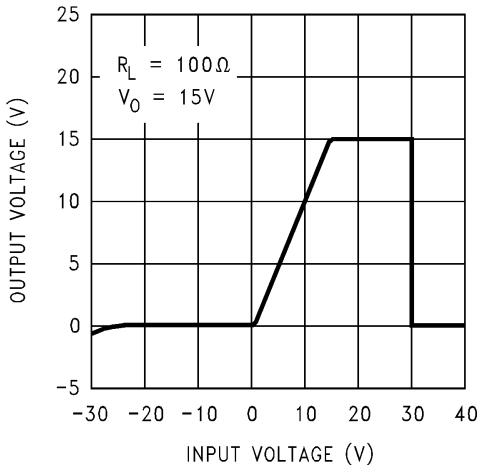
Output at Voltage Extremes



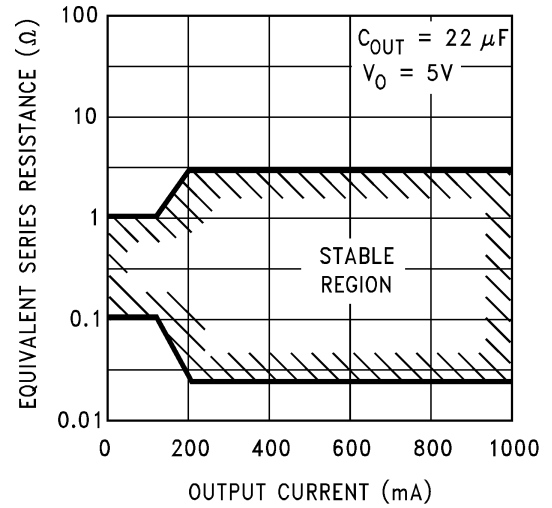
Output at Voltage Extremes



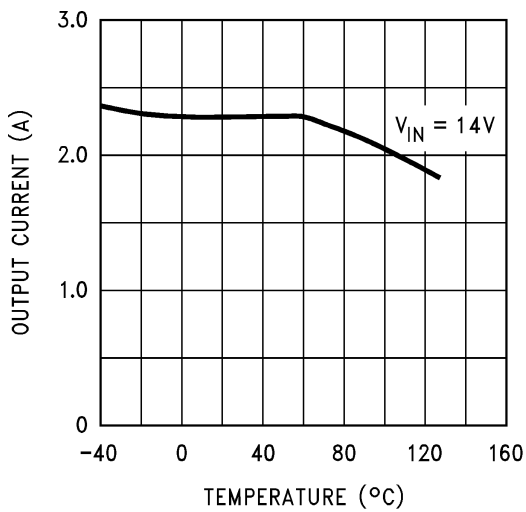
Output at Voltage Extremes



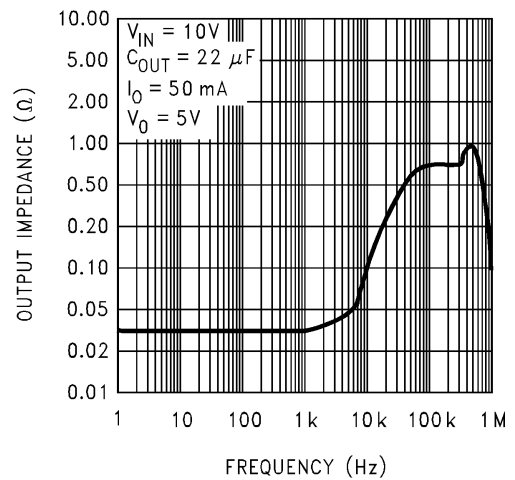
Output Capacitor ESR



Peak Output Current

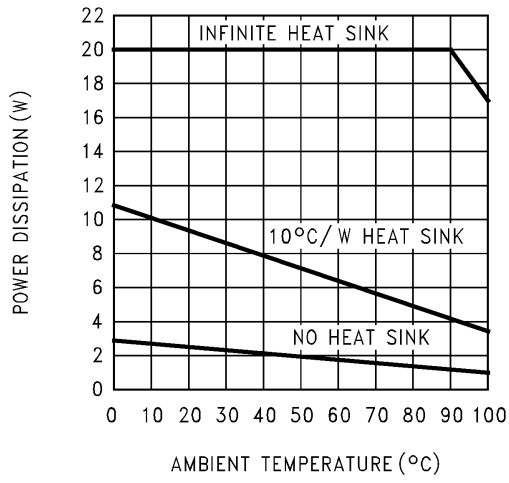


Output Impedance

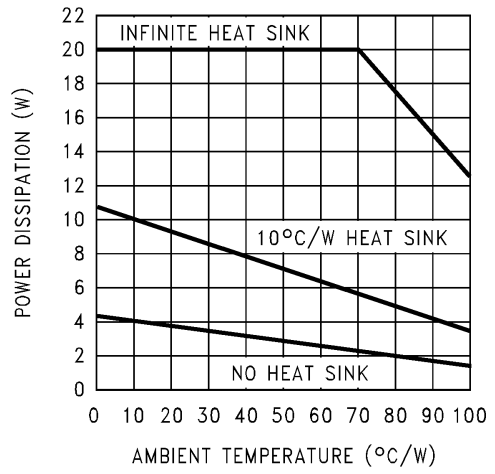


代表的な性能特性 (つづき)

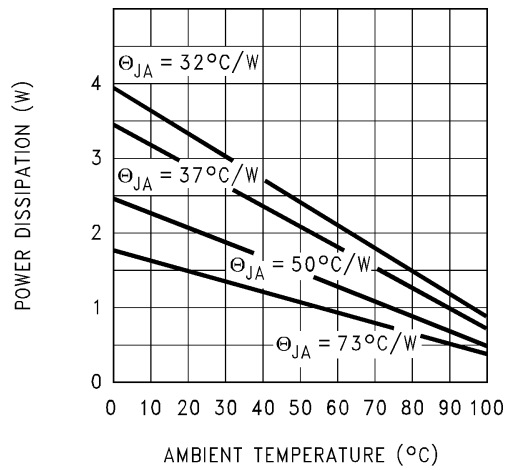
**Maximum Power Dissipation (TO-220)**



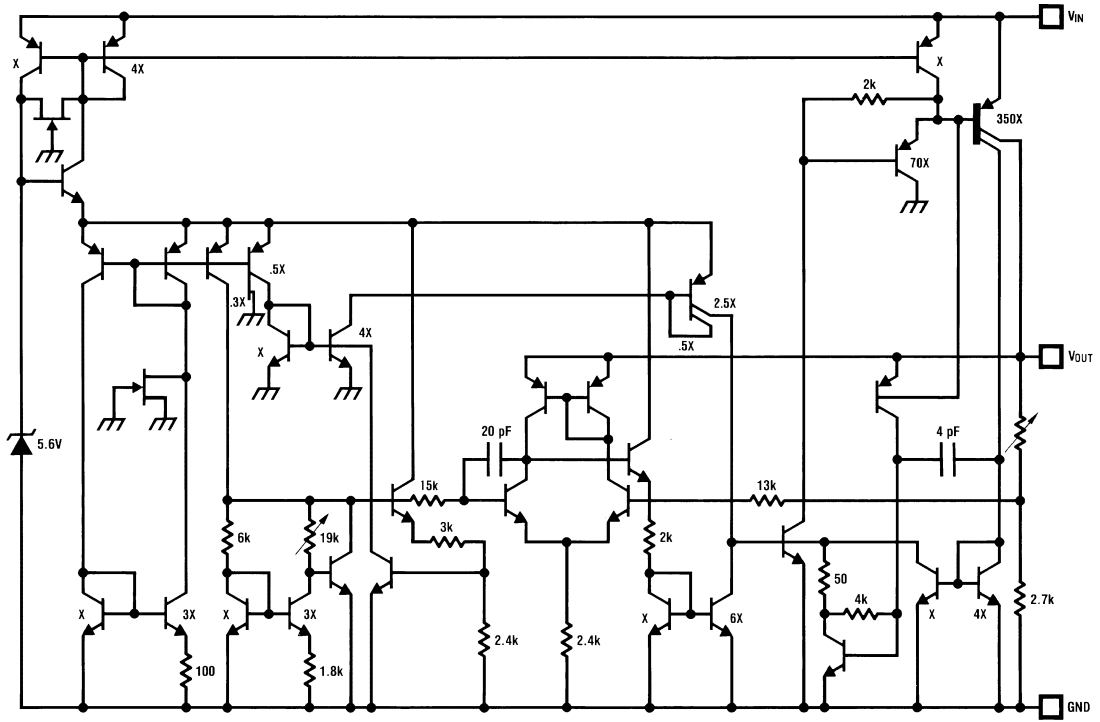
**Maximum Power Dissipation (TO-3)**



**Maximum Power Dissipation (TO-263)**  
See (Note 2)



等価回路



## アプリケーション・ヒント

### 外付けコンデンサ

出力コンデンサは、レギュレータを安定動作させるために重要で、要求される ESR (等価直列抵抗) と最小容量値の両方を満たしていなければなりません。

### 最低コンデンサ値

安定動作のため出力コンデンサの最低容量値は、22  $\mu\text{F}$  です (この値は、際限なく増加させても構いません)。より大きな容量の出力コンデンサは、トランジェント応答を改善します。

### ESR の制限値

出力コンデンサの ESR 値は高すぎても、低すぎても、ループの安定性に影響を与えます。ESR の許容範囲は、横軸に負荷電流をとった、以下に示されるグラフで与えられます。出力コンデンサがこれらの要求を満たしていない場合、発振を起こす可能性があります。

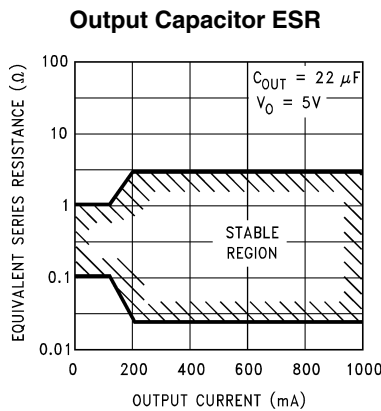


FIGURE 1. ESR Limits

ほとんどのコンデンサの ESR の値は室温でのみ規定されていることに注意しなければなりません。しかしながら、設計者は全動作温度範囲でこの ESR が制限値内にあるようにしなければなりません。

アルミ電解コンデンサの場合、25 から - 40 まで温度が低下すると、ESR は約 30 倍に増加してしまいます。このタイプのコンデンサは、低温動作ではあまり適切ではありません。

固体タンタル・コンデンサは、全温度範囲にわたって ESR は安定していますが、アルミ電解より高価です。コスト効果の高いアプローチでは、アルミ電解と固体タンタルを 75 対 25% の容量割合で並列に接続します (この時、アルミ電解の方を高容量にします)。

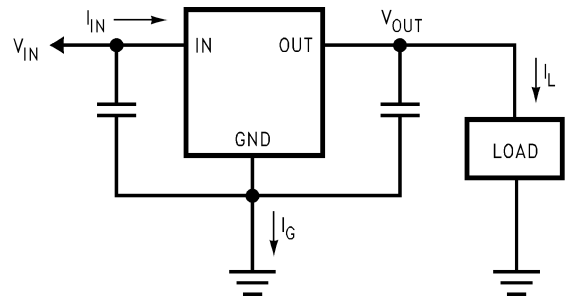
2 つのコンデンサを並列に接続した場合、ESR は 2 つの ESR の並列値になります。タンタルの安定した ESR が、低温時での ESR の増加を防ぎます。

### ヒートシンク

アプリケーションの最大消費電力と最大周囲温度によっては、ヒートシンクが必要な場合があります。すべての正常動作時で、接合部温度は絶対最大定格で規定された範囲内になければなりません。

ヒートシンクが必要かどうかを判断するためには、レギュレータの消費電力  $P_D$  を計算しなければなりません。

Figure 2 では、回路での代表される電圧と電流を示した図と、レギュレータの消費電力を計算するための式を示しています。



$$I_{IN} = I_L + I_G$$

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) I_L + (V_{IN}) I_G$$

FIGURE 2. Power Dissipation Diagram

計算しなければならない次のパラメータとして最大許容温度上昇分、 $T_{R(max)}$  があります。これは次式を用いて計算します。

$$T_{R(max)} = T_J(max) - T_A(max)$$

ただし、 $T_J(max)$  は最大許容接合部温度で 125 とします。

$T_A(max)$  は最大周囲温度でアプリケーション毎に決定される値です。

求められた  $T_{R(max)}$  と  $P_D$  の値によって、最大許容接合部 - 周囲温度間熱抵抗  $J_A$  が求められます。

$$(J_A) = T_{R(max)} / P_D$$

重要: もし、最大許容接合部 - 周囲温度間熱抵抗 ( $J_A$ ) が、TO-220 の場合 53  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 、TO-263 の場合 80  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 、SOT-223 の場合 174  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$  の場合、パッケージ単体で発熱を消費することができるため、ヒートシンクは必要ありません。

計算した ( $J_A$ ) がこれらの値を下回った場合は、ヒートシンクが必要です。

### TO-220 パッケージのヒートシンク

TO-220 パッケージは代表的なヒートシンクが接続できます。また、PC ボード上へ銅箔を通して放熱させることもできます。銅箔を用いて放熱させる場合、次の TO-263 の項で示された ( $J_A$ ) の値を使用できます。

ヒートシンクを選択する場合、ヒートシンク - 周囲間の熱抵抗 ( $H-A$ ) を計算する必要があります。

$$(H - A) = (J_A) - (C - H) - (J - C)$$

但し、( $J-C$ ) は接合部からケース表面への熱抵抗として規定されます。この計算に用いる ( $J-C$ ) の値は 3  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$  です。

( $C-H$ ) はケースとヒートシンクの表面間の熱抵抗として規定されます。この ( $C-H$ ) の値は、1.5  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$  ~ 2.5  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$  です。(これはヒートシンクの装着や絶縁等の方法によって変わります。) もし、実際の値が不明の場合は、2  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$  の値を使用してください。

上式で ( $H-A$ ) の値が求められます。使用するヒートシンクはこの値以下のものを選ばなければなりません。

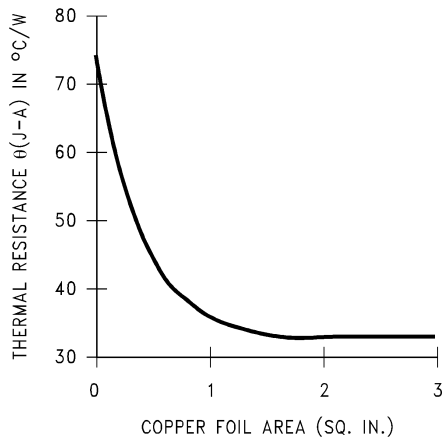
## アプリケーション・ヒント(つづき)

(H-A) はヒートシンク・メーカーのカatalogで規定されているか、ヒートシンクの温度上昇対消費電力のグラフによって与えられている場合もあります。

### TO-263 と SOT-223 パッケージのヒートシンク

TO-263(S) と SOT-223(MP) の両パッケージとも PCB 上の銅箔を用い、その PCB 自体をヒートシンクとして利用します。銅箔の放熱を最適化させるため、パッケージのタブを銅箔にハンダ付けします。

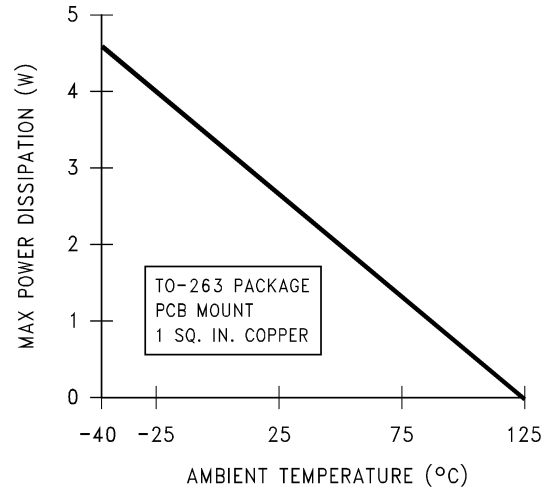
Figure 3 は 1 オンス (35 $\mu$ m) の銅箔を用いたときの、異なる銅箔面積での TO-263 パッケージの  $\theta_{JA}$  を示しています。なお、銅箔の表面上は放熱のためマスクされていません。



**FIGURE 3.  $\theta_{JA}$  vs. Copper (1 ounce) Area for the TO-263 Package**

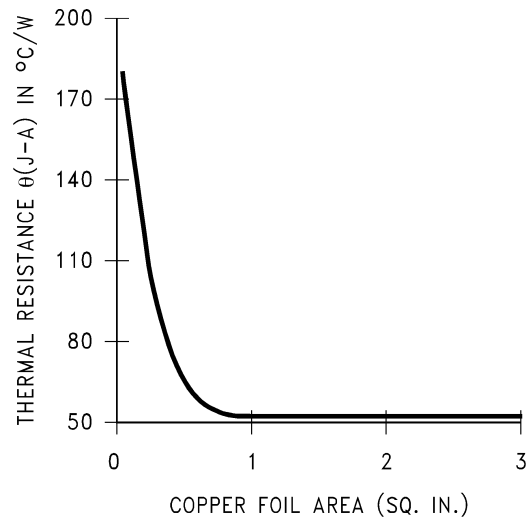
このグラフより、1 平方インチ以上の銅箔を設けても、あまり熱抵抗は改善されることがわかります。TO-263 パッケージを PCB へ実装した際、 $\theta_{JA}$  の最小値は 32  $^{\circ}$ C/W です。

デザインの補助のために、Figure 4 のグラフでは、TO-263 パッケージの周囲温度と最大許容電力の関係を示しています。(この時  $\theta_{JA}$  は 35  $^{\circ}$ C/W、最大接合部温度は 125  $^{\circ}$ C です。)



**FIGURE 4. Maximum Power Dissipation vs.  $T_{AMB}$  for the TO-263 Package**

Figure 5、6 は、SOT-223 パッケージの情報を示しています。Figure 6 は、1 オンス (35 $\mu$ m) の銅箔を使用した場合の熱抵抗を 74  $^{\circ}$ C/W、2 オンス (70 $\mu$ m) の銅箔を使用した場合の熱抵抗を 51  $^{\circ}$ C/W とし、最大接合部温度が 125  $^{\circ}$ C のときの値です。



**FIGURE 5.  $\theta_{JA}$  vs. Copper (2 ounce) Area for the SOT-223 Package**

アプリケーション・ヒント(つづき)

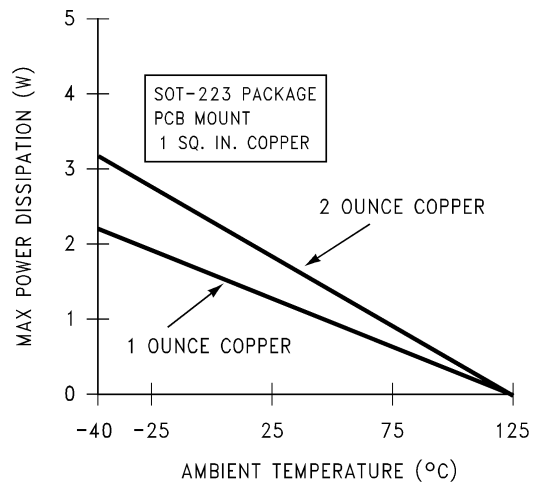
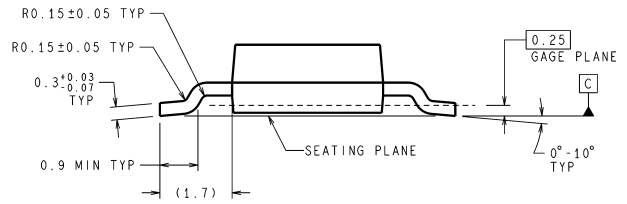
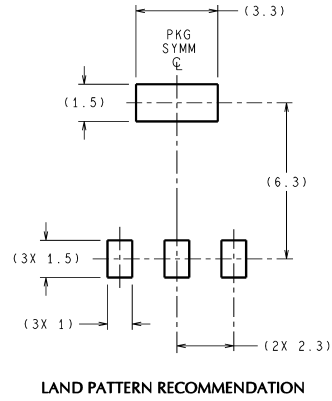
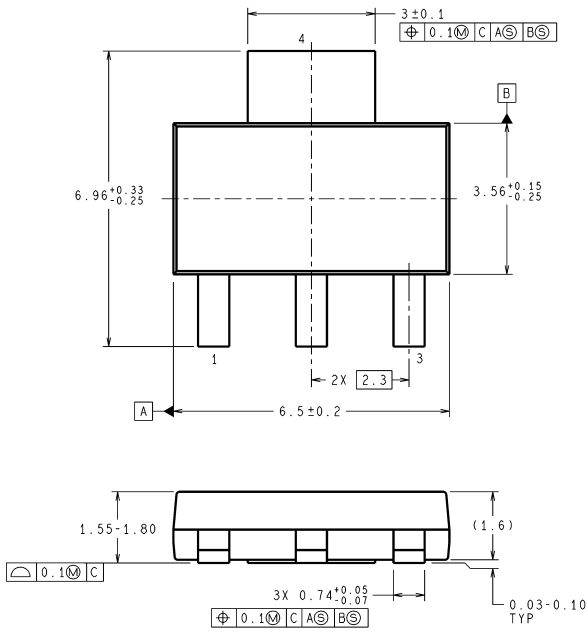


FIGURE 6. Maximum Power Dissipation vs.  $T_{AMB}$  for the SOT-223 Package

外形寸法図 単位は millimeters



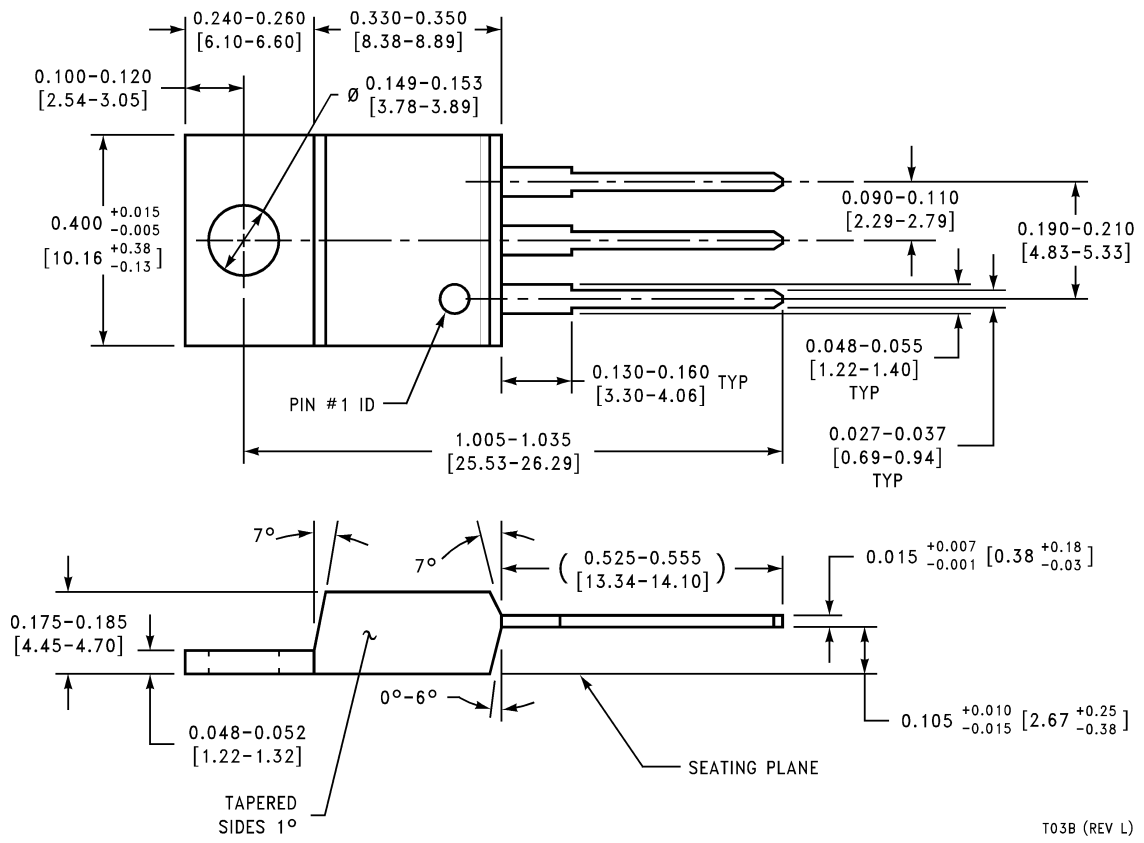
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

MP04A (Rev B)

3-Lead SOT-223 Package  
NS Package Number MP04A



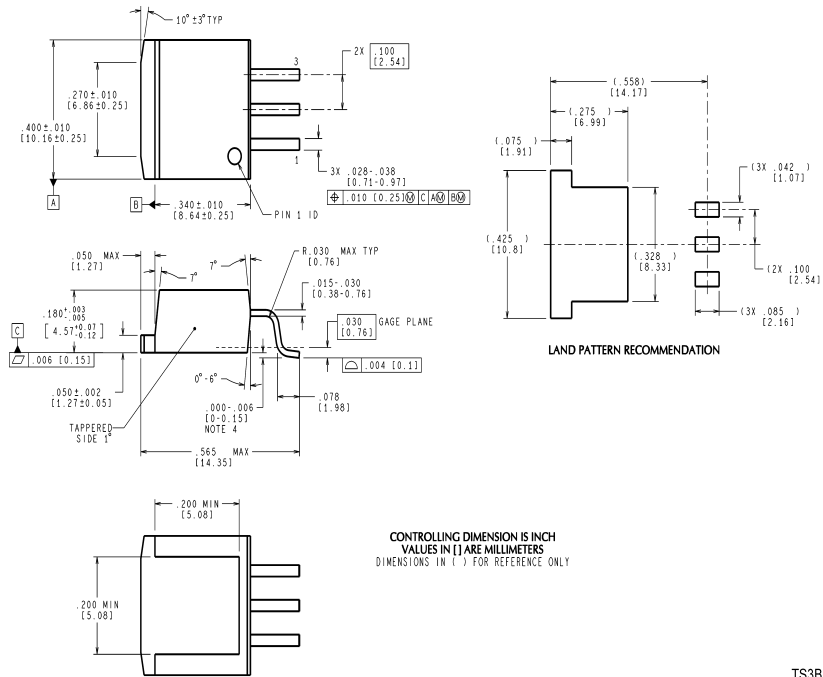
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) ( つづき )



3-Lead TO-220 Plastic Package (T)  
NS Package Number TO3B

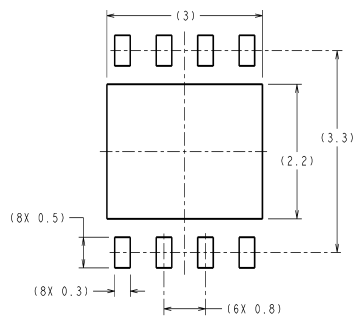
TO3B (REV L)

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) (つづき)

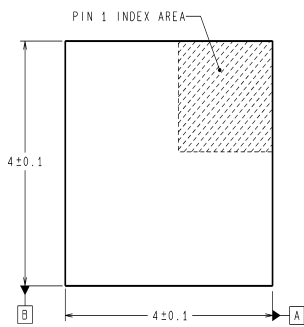


3-Lead TO-263 Surface Mount Package (MP)  
NS Package Number TS3B

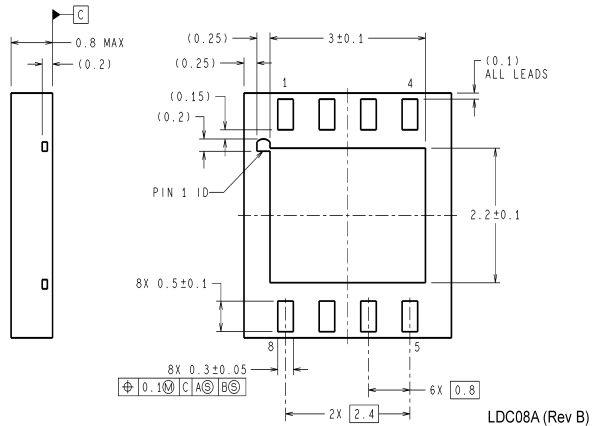
TS3B (Rev F)



RECOMMENDED LAND PATTERN  
1:1 RATION WITH PKG SOLDER PADS



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
DIMENSIONS IN ( ) FOR REFERENCE ONLY



LDC08A (Rev B)

8-Lead LLP  
Order Number LM2940LD-5.0, LM2940LD-8.0,  
LM2940LD-9.0, LM2940LD-10,  
LM2940LD-12 or LM2940LD-15  
NS Package Number LDC08A

単位は millimeters

ナショナルは記述したいかなる回路についても、その使用に関して責任を負うものではありません。特許の使用許諾を与えることを意味するものではありません。ナショナルは当該回路および仕様を任意の時点で予告なく変更する権利を有します。製品の最新情報については [www.national.com](http://www.national.com) をご覧ください。

### 生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

### 禁止物質不使用に関する適合

ナショナル セミコンダクターの製品および梱包材料は、CSP-9-111C2規格 (Customer Products Stewardship Specification)、CSP-9-111S2規格 (Banned Substances and Materials of Interest Specification) の規約に準拠しており、CSP-9-111S2 に定義された禁止物質を使用しておりません。鉛フリー製品は RoHS 指令に対応しております。

## ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

[www.national.com/jpn/](http://www.national.com/jpn/)

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。