

1.5A、低ノイズ、高速過渡応答、 低ドロップアウト・レギュレータ

特長

- 高速過渡応答に最適化
- 出力電流：1.5A
- ドロップアウト電圧：340mV
- 低ノイズ：40 μ V_{RMS} (10Hzから100kHz)
- 消費電流：1mA
- 保護ダイオード不要
- ドロップアウト時に消費電流を制御
- 固定出力電圧：1.5V、1.8V、2.5V、3.3V
- 可変出力電圧：1.21V ~ 20V
- シャットダウン時の消費電流：1 μ A未満
- 10 μ Fの出力コンデンサで安定動作
- バッテリ逆接続保護
- 逆電流なし
- 熱制限機能内蔵

アプリケーション

- 3.3Vから2.5Vのロジック電源
- スイッチング電源用ポスト・レギュレータ

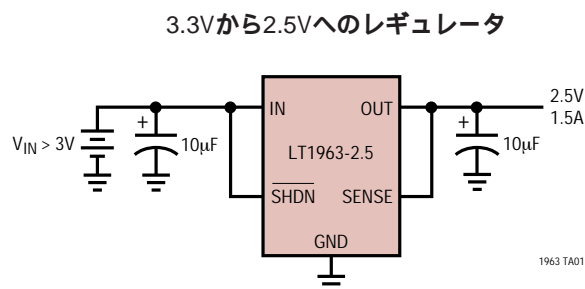
概要

LT[®]1963シリーズは、高速過渡応答に最適な低ドロップアウト・レギュレータです。340mVのドロップアウト電圧で1.5Aの出力電流を供給できます。動作時の消費電流は1mAで、シャットダウン時には1 μ A未満になります。消費電流は十分に制御されており、他の多くのレギュレータのように、ドロップアウト時に増加することはありません。高速過渡応答に加えて、LT1963レギュレータは出力ノイズが非常に低く、ノイズに敏感なRF電源アプリケーションに最適です。

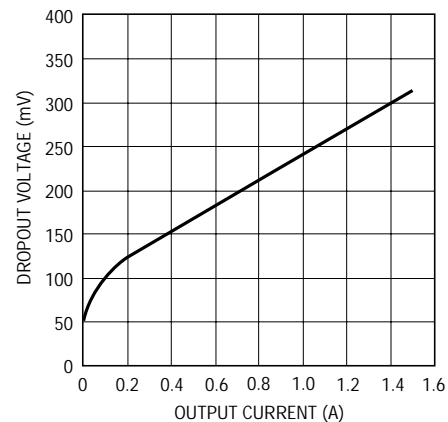
出力電圧範囲は1.21Vから20Vです。LT1963レギュレータは、10 μ Fという小さい出力コンデンサで安定して動作します。内部保護回路には逆接続バッテリー保護、電流制限、熱制限、および逆方向電流保護が含まれています。このデバイスは、1.5V、1.8V、2.5V、3.3Vの固定出力電圧、およびリファレンス電圧が1.21Vの可変電圧デバイスがごさいます。LT1963レギュレータは、5ピンTO-220、DD、3ピンSOT-223、および8ピンSOの各パッケージで供給されます。

LT、LTC、LTIはリアアテクノロジー社の登録商標です。

標準的応用例



ドロップアウト電圧



1963 TA02

LT1963 Series

絶対最大定格 (Note 1)

INピン電圧	± 20V	SHDNピン電圧	± 20V
OUTピン電圧	± 20V	出力短絡時間	無期限
入力から出力への電圧差 (Note 2)	± 20V	動作接合部温度範囲	- 45 ~ 125
SENSEピン電圧	± 20V	保存温度範囲	- 65 ~ 150
ADJピン電圧	± 7V	リード温度 (半田付け、10秒)	300

パッケージ/発注情報

<p>FRONT VIEW Q PACKAGE 5-LEAD PLASTIC DD</p> <p>*PIN 5 = SENSE FOR LT1963-1.8/LT1963-2.5/LT1963-3.3 = ADJ FOR LT1963 $T_{JMAX} = 150^{\circ}C, \theta_{JA} = 30^{\circ}C/W$</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LT1963EQ LT1963EQ-1.5 LT1963EQ-1.8 LT1963EQ-2.5 LT1963EQ-3.3</p>	<p>FRONT VIEW T PACKAGE 5-LEAD PLASTIC TO-220</p> <p>*PIN 5 = SENSE FOR LT1963-1.8/LT1963-2.5/LT1963-3.3 = ADJ FOR LT1963 $T_{JMAX} = 150^{\circ}C, \theta_{JA} = 50^{\circ}C/W$</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LT1963ET LT1963ET-1.5 LT1963ET-1.8 LT1963ET-2.5 LT1963ET-3.3</p>
<p>FRONT VIEW ST PACKAGE 3-LEAD PLASTIC SOT-223</p> <p>$T_{JMAX} = 150^{\circ}C, \theta_{JA} = 50^{\circ}C/W$</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LT1963EST-1.5 LT1963EST-1.8 LT1963EST-2.5 LT1963EST-3.3</p> <p>ST PART MARKING</p> <p>196315 196318 196325 196333</p>	<p>TOP VIEW S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO</p> <p>*PIN 2 = SENSE FOR LT1963-1.8/LT1963-2.5/LT1963-3.3 = ADJ FOR LT1963 $T_{JMAX} = 150^{\circ}C, \theta_{JA} = 70^{\circ}C/W$</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LT1963ES8 LT1963ES8-1.5 LT1963ES8-1.8 LT1963ES8-2.5 LT1963ES8-3.3</p> <p>S8 PART MARKING</p> <p>1963 196315 196318 196325 196333</p>

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^{\circ}C$ での値。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage (Notes 4,12)	$I_{LOAD} = 0.5A$		1.9		V	
	$I_{LOAD} = 1.5A$	●	2.1	2.5	V	
Regulated Output Voltage (Note 5)	LT1963-1.5 $V_{IN} = 2.21V, I_{LOAD} = 1mA$ $2.5V < V_{IN} < 20V, 1mA < I_{LOAD} < 1.5A$	●	1.477	1.500	1.523	V
		●	1.447	1.500	1.545	V
	LT1963-1.8 $V_{IN} = 2.3V, I_{LOAD} = 1mA$ $2.8V < V_{IN} < 20V, 1mA < I_{LOAD} < 1.5A$	●	1.773	1.800	1.827	V
		●	1.737	1.800	1.854	V

1963fa

電気的特性

 ●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25$ での値。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
	LT1963-2.5 $V_{IN} = 3V, I_{LOAD} = 1mA$ $3.5V < V_{IN} < 20V, 1mA < I_{LOAD} < 1.5A$	● 2.462 2.412	2.500 2.500	2.538 2.575	V V
	LT1963-3.3 $V_{IN} = 3.8V, I_{LOAD} = 1mA$ $4.3V < V_{IN} < 20V, 1mA < I_{LOAD} < 1.5A$	● 3.250 3.200	3.300 3.300	3.350 3.400	V V
ADJ Pin Voltage (Notes 4, 5)	LT1963 $V_{IN} = 2.21V, I_{LOAD} = 1mA$ $2.5V < V_{IN} < 20V, 1mA < I_{LOAD} < 1.5A$	● 1.192 1.174	1.210 1.210	1.228 1.246	V V
Line Regulation	LT1963-1.5 $\Delta V_{IN} = 2.21V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$	●	2.0	10	mV
	LT1963-1.8 $\Delta V_{IN} = 2.3V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$	●	2.5	10	mV
	LT1963-2.5 $\Delta V_{IN} = 3V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$	●	3.0	10	mV
	LT1963-3.3 $\Delta V_{IN} = 3.8V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$	●	3.5	10	mV
	LT1963 (Note 4) $\Delta V_{IN} = 2.21V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$	●	1.5	10	mV
Load Regulation	LT1963-1.5 $V_{IN} = 2.5V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A $V_{IN} = 2.5V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A	●	2	9 18	mV mV
	LT1963-1.8 $V_{IN} = 2.8V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A $V_{IN} = 2.8V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A	●	2	10 20	mV mV
	LT1963-2.5 $V_{IN} = 3.5V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A $V_{IN} = 3.5V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A	●	2.5	15 30	mV mV
	LT1963-3.3 $V_{IN} = 4.3V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A $V_{IN} = 4.3V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A	●	3	20 35	mV mV
	LT1963 (Note 4) $V_{IN} = 2.5V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A $V_{IN} = 2.5V, \Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1.5A	●	2	8 15	mV mV
Dropout Voltage $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)}$ (Notes 6, 7, 12)	$I_{LOAD} = 1mA$ $I_{LOAD} = 1mA$	●	0.02	0.06 0.10	V V
	$I_{LOAD} = 100mA$ $I_{LOAD} = 100mA$	●	0.10	0.17 0.22	V V
	$I_{LOAD} = 500mA$ $I_{LOAD} = 500mA$	●	0.19	0.27 0.35	V V
	$I_{LOAD} = 1.5A$ $I_{LOAD} = 1.5A$	●	0.34	0.45 0.55	V V
GND Pin Current $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1V$ (Notes 6, 8)	$I_{LOAD} = 0mA$	●	1.0	1.5	mA
	$I_{LOAD} = 1mA$	●	1.1	1.6	mA
	$I_{LOAD} = 100mA$	●	3.8	5.5	mA
	$I_{LOAD} = 500mA$	●	15	25	mA
	$I_{LOAD} = 1.5A$	●	80	120	mA
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu F, I_{LOAD} = 1.5A, BW = 10Hz$ to 100kHz		40		μV_{RMS}
ADJ Pin Bias Current	(Notes 4, 9)		3	10	μA
Shutdown Threshold	$V_{OUT} = \text{Off to On}$	●	0.90	2	V
	$V_{OUT} = \text{On to Off}$	●	0.25	0.75	V
SHDN Pin Current (Note 10)	$V_{SHDN} = 0V$		0.01	1	μA
	$V_{SHDN} = 20V$		3	30	μA
Quiescent Current in Shutdown	$V_{IN} = 6V, V_{SHDN} = 0V$		0.01	1	μA
Ripple Rejection	$V_{IN} - V_{OUT} = 1.5V$ (Avg), $V_{RIPPLE} = 0.5V_{P-P}$, $f_{RIPPLE} = 120Hz, I_{LOAD} = 0.75A$		55	63	dB
Current Limit	$V_{IN} = 7V, V_{OUT} = 0V$		2		A
	$V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1V, \Delta V_{OUT} = -0.1V$	●	1.6		A
Input Reverse Leakage Current (Note 13)	Q, T, S8 Packages $V_{IN} = -20V, V_{OUT} = 0V$	●		1	mA
	ST Package $V_{IN} = -20V, V_{OUT} = 0V$	●		2	mA
Reverse Output Current (Note 11)	LT1963-1.5 $V_{OUT} = 1.5V, V_{IN} < 1.5V$		600	1200	μA
	LT1963-1.8 $V_{OUT} = 1.8V, V_{IN} < 1.8V$		600	1200	μA
	LT1963-2.5 $V_{OUT} = 2.5V, V_{IN} < 2.5V$		600	1200	μA
	LT1963-3.3 $V_{OUT} = 3.3V, V_{IN} < 3.3V$		600	1200	μA
	LT1963 (Note 4) $V_{OUT} = 1.21V, V_{IN} < 1.21V$		300	600	μA

1963fa

LT1963 Series

電気的特性

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: 入力から出力への電圧差の絶対最大値は、INピンの定格電圧とOUTピンの定格電圧のすべての組み合わせで可能なわけではない。INピンが20Vのとき、OUTピンを0Vより下に引き下げることができない。INからOUTまでの全測定電圧は±20Vを超えることはできない。

Note 3: LT1963レギュレータは T_J が T_A にほぼ等しいなどのパルス負荷条件のもとでテストされ、仕様が規定されている。LT1963は $T_A = 25^\circ\text{C}$ で100%テストされている。-40 ~ 125 の温度範囲での性能は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 4: LT1963(可変バージョン)はADJピンがOUTピンに接続されたこれらの条件でテストされ、仕様が規定されている。

Note 5: 動作条件は最大接合部温度によって制限されている。安定化された出力電圧の仕様は、入力電圧と出力電流のすべての可能な組み合わせに対して適用されるわけではない。最大入力電圧で動作しているときは、出力電流範囲を制限しなければならない。最大出力電流で動作しているときは、入力電圧範囲を制限しなければならない。

Note 6: 最小入力電圧の条件を満たすため、LT1963(可変バージョン)は、2.4Vの出力電圧で外部抵抗分割器(2個の4.12k抵抗)を使ったこれらの条件でテスト

され、仕様が規定されている。外部抵抗分割器により300 μA DCの負荷が出力に追加される。

Note 7: ドロップアウト電圧は、規定出力電流でレギュレーションを維持するのに必要な、入力から出力への最小電圧差である。ドロップアウトでは、出力電圧は次式に等しくなる。 $V_{IN} = V_{DROPOUT}$

Note 8: GNDピンの電流は $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1\text{V}$ および電流源負荷でテストされる。さらに高い入力電圧では、GNDピンの電流は減少する。

Note 9: ADJピンのバイアス電流はADJピンに流れ込む。

Note 10: SHDNピンの電流はSHDNピンに流れ込む。

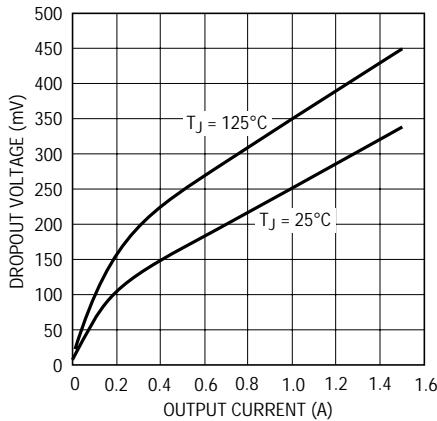
Note 11: 逆出力電流は、INピンをグランドに接続し、OUTピンを定格出力電圧に強制した状態でテストされる。この電流はOUTピンに流れ込み、GNDピンから流れ出す。

Note 12: LT1963、LT1963-1.5およびLT1963-1.8の場合、ドロップアウト電圧は、出力電圧/負荷の条件によっては最小入力電圧の仕様によって制限される。

Note 13: STパッケージの場合、入力逆洩れ電流は、(内部でINピンに接続されている)SHDNピンの逆洩れ電流が追加されるため増加する。

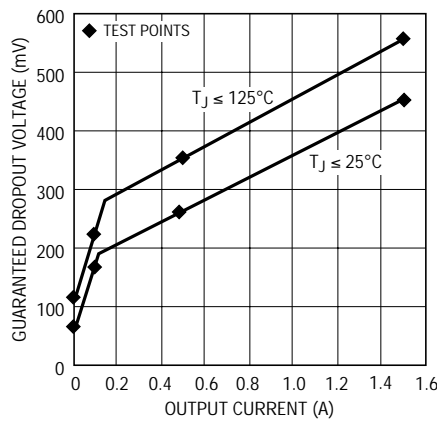
標準的性能特性

標準的ドロップアウト電圧



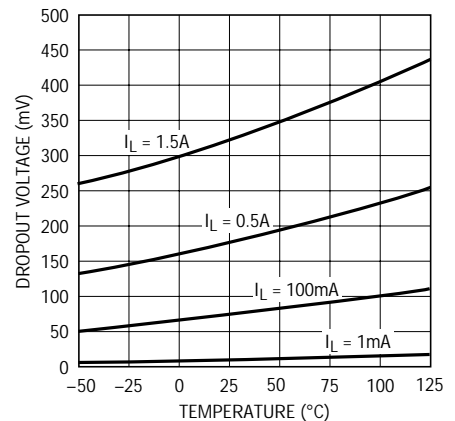
1963-G01

保証されたドロップアウト電圧



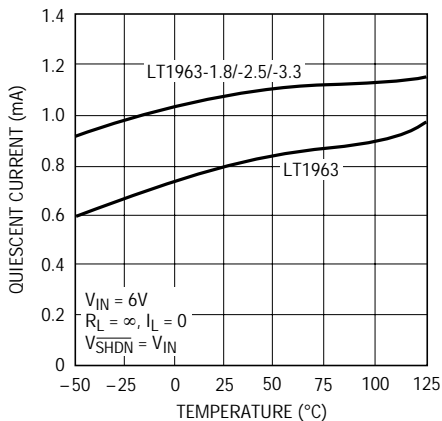
1963-G02

ドロップアウト電圧



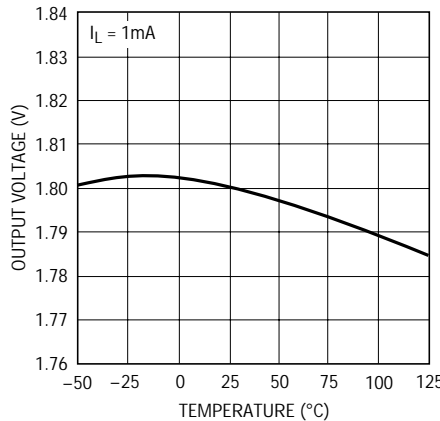
1963-G03

消費電流



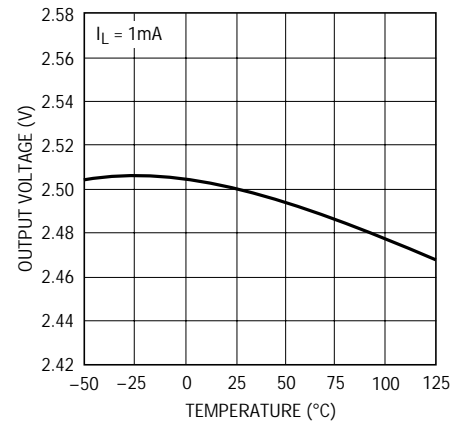
1963-G04

LT1963-1.8出力電圧



1963-G05

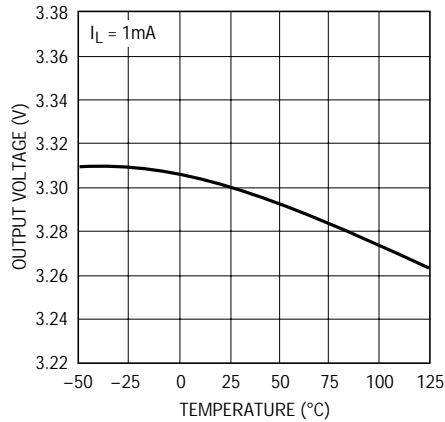
LT1963-2.5出力電圧



1963-G06

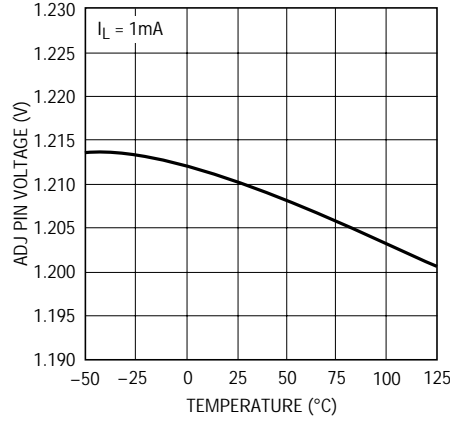
標準的性能特性

LT1963-3.3出力電圧



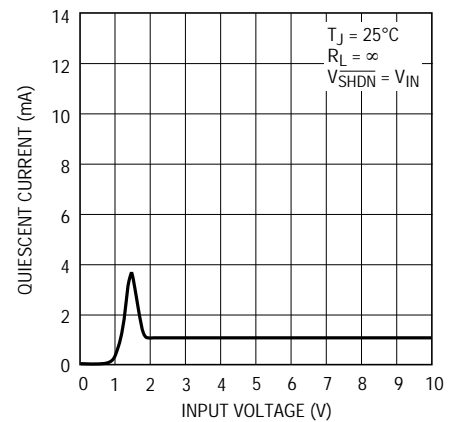
1963 G07

LT1963 ADJ.ピン電圧



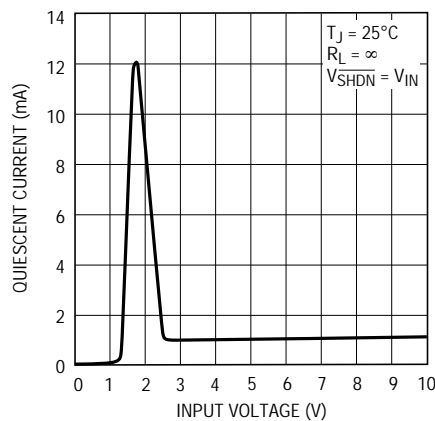
1963 G08

LT1963-1.8消費電流



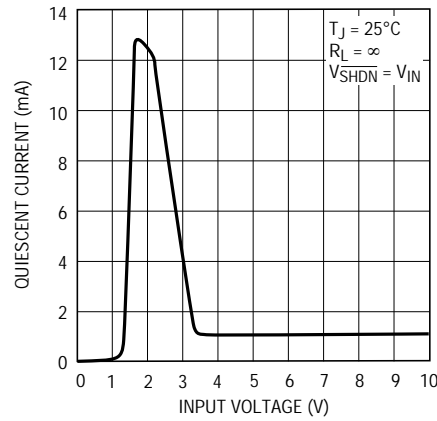
1963 G09

LT1963-2.5消費電流



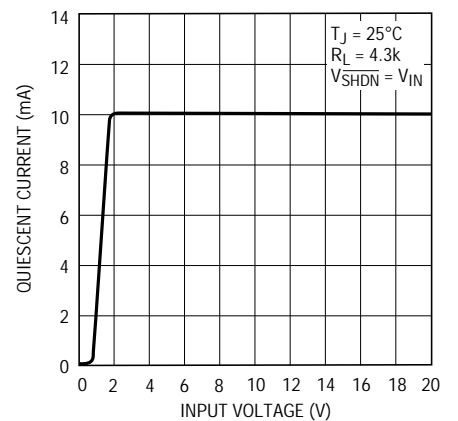
1963 G10

LT1963-3.3消費電流



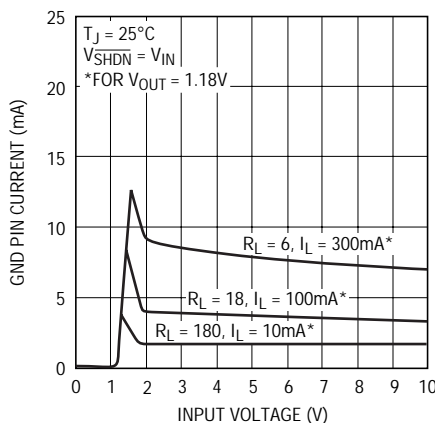
1963 G11

LT1963消費電流



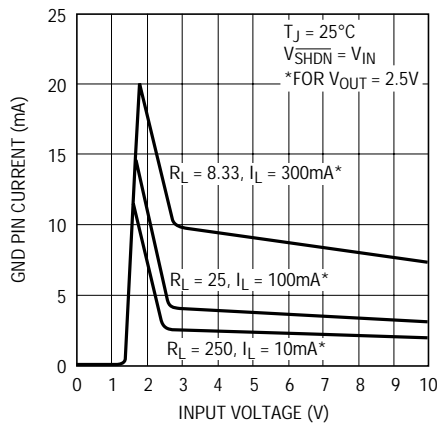
1963 G12

LT1963-1.8 GNDピン電流



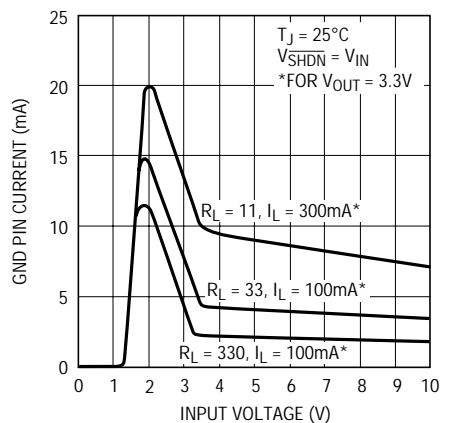
1963 G13

LT1963-2.5 GNDピン電流



1963 G14

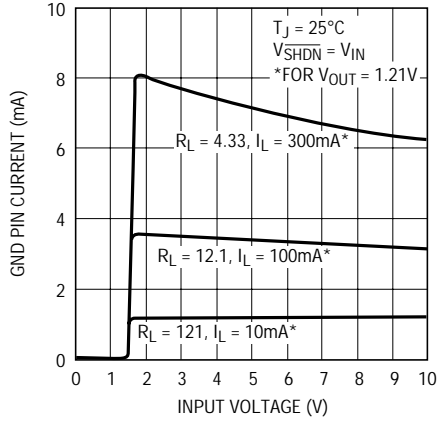
LT1963-3.3 GNDピン電流



1963 G15

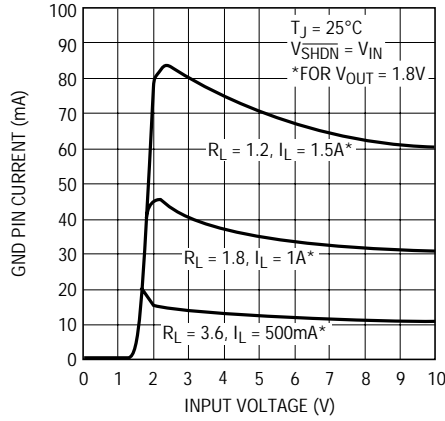
標準的性能特性

LT1963 GNDピン電流



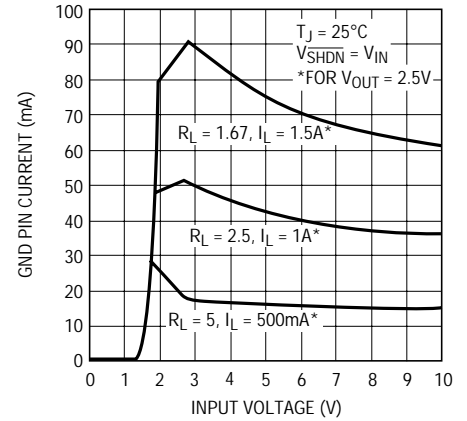
1963 G16

LT1963-1.8 GNDピン電流



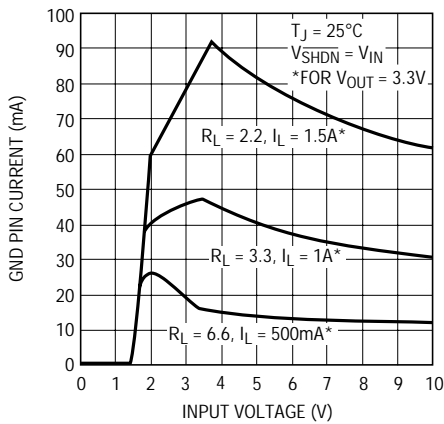
1963 G17

LT1963-2.5 GNDピン電流



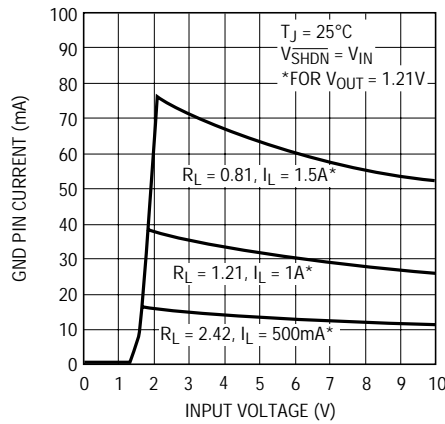
1963 G18

LT1963-3.3 GNDピン電流



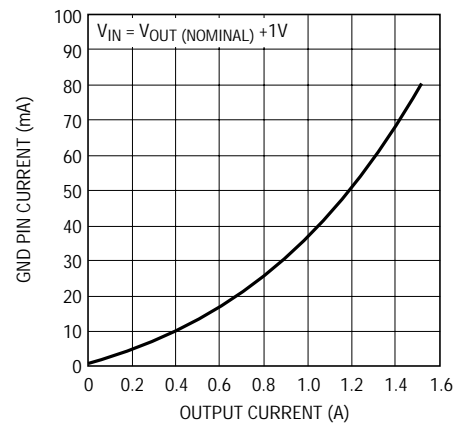
1963 G19

LT1963 GNDピン電流



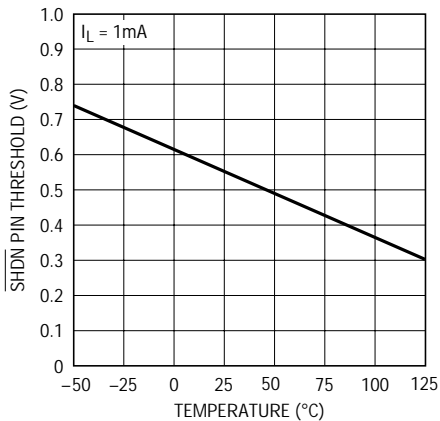
1963 G20

GNDピン電流とI_{LOAD}



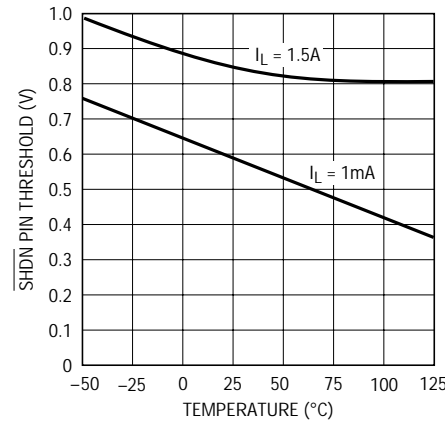
1963 G21

SHDNピン・スレッシュホールド (オンからオフ)



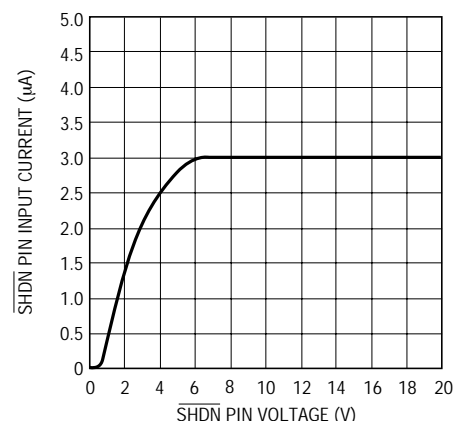
1963 G22

SHDNピン・スレッシュホールド (オフからオン)



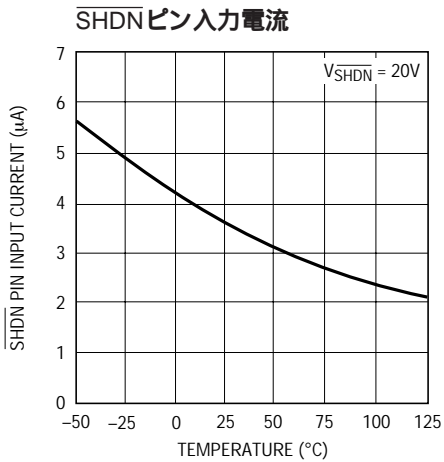
1963 G23

SHDNピン入力電流

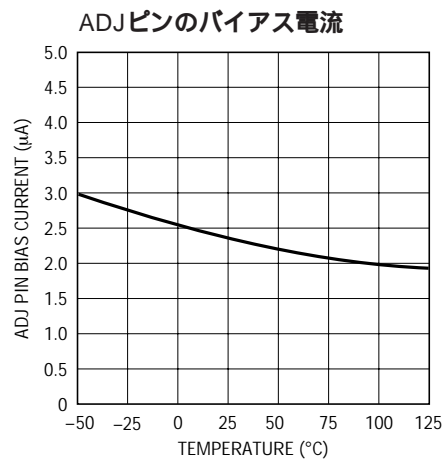


1963 G24

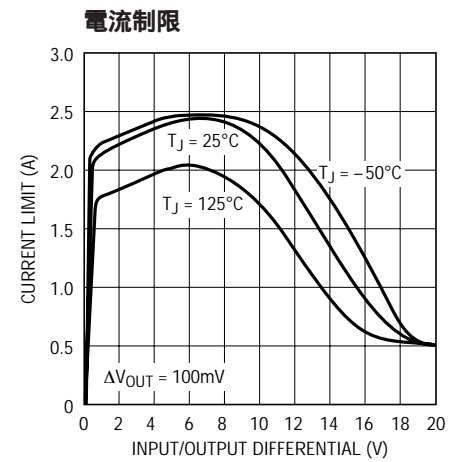
標準的性能特性



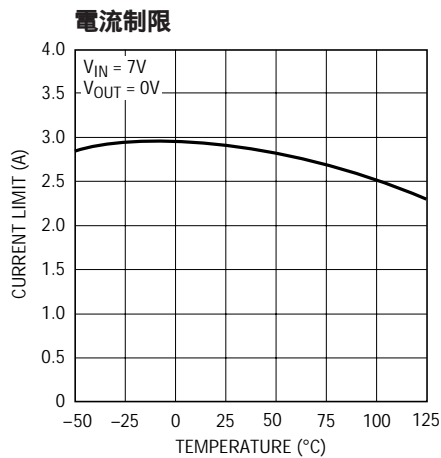
1963 G25



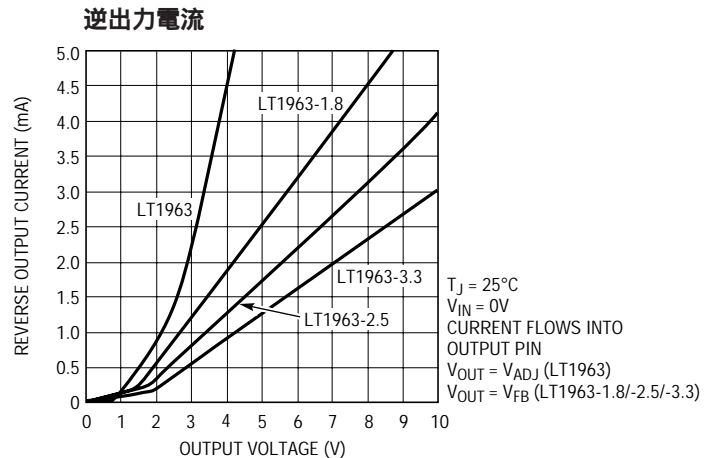
1963 G26



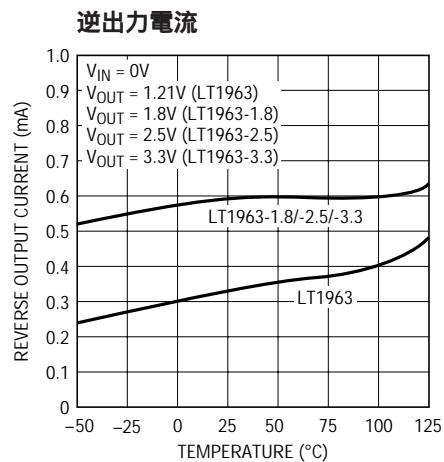
1963 G27



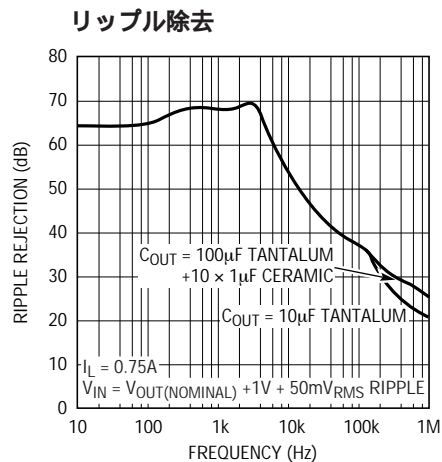
1963 G28



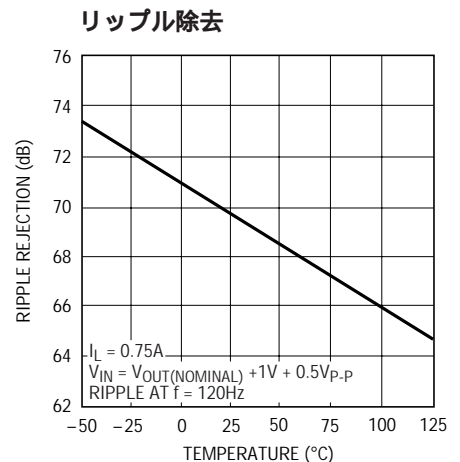
1963 G29



1963 G30



1963 G31

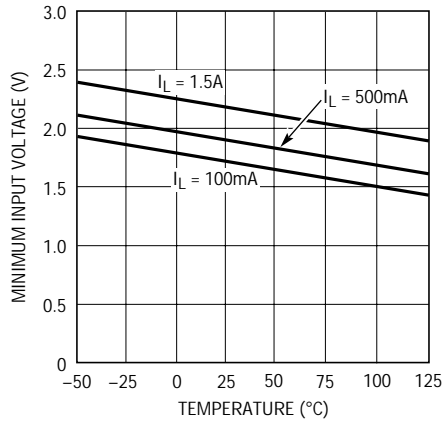


1963 G32

LT1963 Series

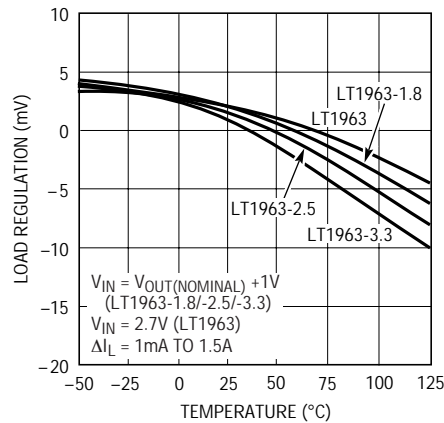
標準的性能特性

LT1963の最小入力電圧



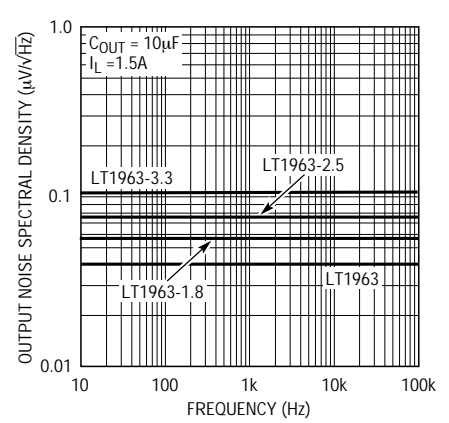
1963 G33

ロード・レギュレーション



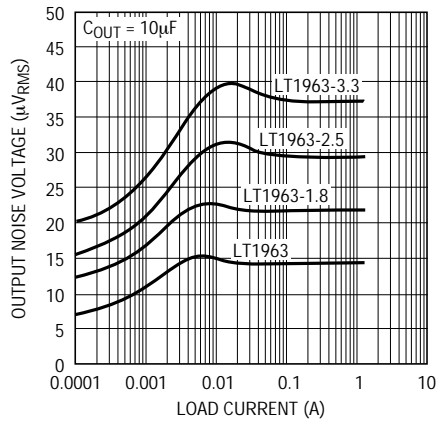
1963 G34

出力ノイズ・スペクトル密度



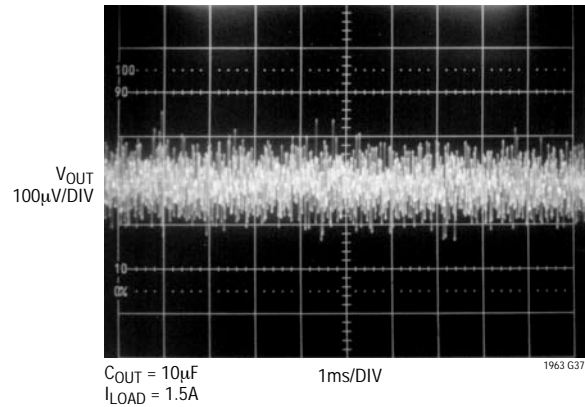
1963 G35

RMS出力ノイズと負荷電流 (10Hz ~ 100kHz)



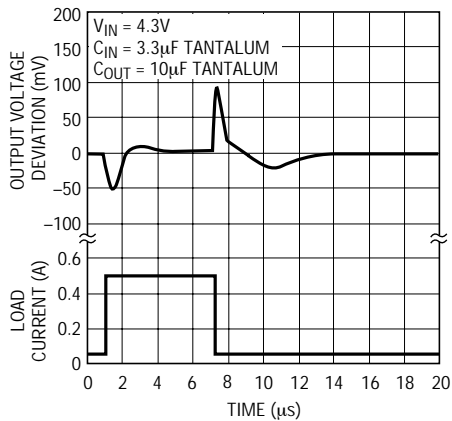
1063 G36

LT1963-3.3の10Hz ~ 100kHz出力ノイズ



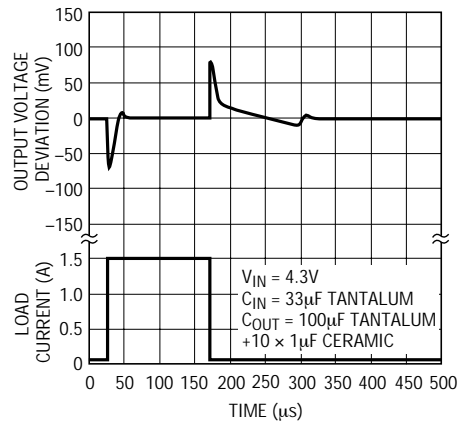
1963 G37

LT1963-3.3過渡応答



1963 G38

LT1963-3.3過渡応答



1963 G39

1963fa

ピン機能

OUT : 出力ピン。この出力は電力を負荷に供給します。発振を防ぐには最低 $10\mu\text{F}$ の出力コンデンサが必要です。大きな過渡負荷をとまなうアプリケーションでピーク過渡電圧を制限するには大きな出力コンデンサが必要です。出力容量と逆出力特性の詳細については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

SENSE : センスピン。LT1963の固定電圧バージョン (LT1963-1.8/LT1963-2.5/LT1963-3.3) の場合、SENSEピンは誤差アンプの入力です。SENSEピンがレギュレータのOUTピンに接続されている場合に最適レギュレーションが得られます。要求の厳しいアプリケーションでは、レギュレータと負荷のあいだのプリント基板のトレースの抵抗 (R_p) によって小さな電圧降下が生じます。このような電圧降下は、図1に示されているように (ケルビン検出接続)、SENSEピンを負荷のところで出力に接続することにより除去することができます。プリント基板のトレースに生じる電圧降下はレギュレータのドロップアウト電圧を増加させることに注意してください。SENSEピンのバイアス電流は公称定格出力電圧で $600\mu\text{A}$ です。SENSEピンを (レギュレータの負荷が負電源に戻される両電源システムの場合のように) グランドより下に引き下げることができ、それでもデバイスを起動して動作させることができます。

ADJ : 可変ピン。可変版のLT1963の場合、これは誤差アンプへの入力です。このピンは内部で $\pm 7\text{V}$ にクランプされています。 $3\mu\text{A}$ のバイアス電流がこのピンに流れ込みます。ADJピンの電圧は 1.21V でグランドを基準にしており、出力電圧の範囲は $1.21\text{V} \sim 20\text{V}$ です。

SHDN : シャットダウンピン。SHDNピンはLT1963レギュレータを低電力シャットダウン状態にするのに使われます。SHDNピンが“L”に引き下げられると、出力がオフになります。SHDNピンは 5V ロジックでドライブす

るか、プルアップ抵抗付きのオープンコレクタ・ロジックでドライブすることができます。プルアップ抵抗はオープンコレクタのプルアップ電流 (通常数マイクロアンペア) とSHDNピン電流 (標準 $3\mu\text{A}$) を供給するのに必要です。使用しない場合、SHDNピンは V_{IN} に接続する必要があります。SHDNピンが接続されていないと、デバイスは低電力のシャットダウン状態になります。

IN : 入力ピン。電力はINピンを通してデバイスに供給されます。デバイスが主入力フィルタ・コンデンサから6インチ以上離れている場合はこのピンにバイパス・コンデンサが必要です。一般に、バッテリーの出力インピーダンスは周波数とともに増加しますので、バッテリー駆動の回路にはバイパス・コンデンサを接続することを推奨します。 $1\mu\text{F} \sim 10\mu\text{F}$ のバイパス・コンデンサで十分です。LT1963レギュレータは、グランドとOUTピンに対してINピンに逆電圧が加わっても耐えるように設計されています。逆入力の場合 (これはバッテリーを逆に差し込むと起きます)、デバイスはダイオードが入力に直列に接続されているかのように振る舞います。逆電流がレギュレータに流れ込むことはなく、逆電圧が負荷に加わることはありません。デバイスは自己と負荷の両方を保護します。

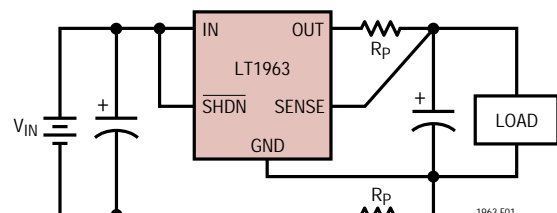


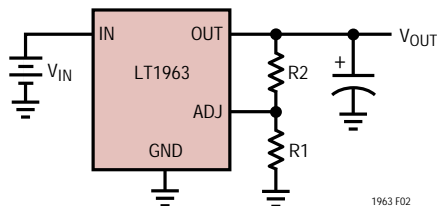
図1 . ケルビン検出接続

アプリケーション情報

LT1963シリーズは、高速過渡応答に最適化された1.5A低ドロップアウト・レギュレータです。これらのデバイスは350mVのドロップアウト電圧で1.5Aを供給できます。動作時の消費電流は1mAと低く、シャットダウン時には1μA未満になります。低消費電流に加えて、LT1963レギュレータはいくつかの保護機能を備えているので、バッテリー駆動のシステムで使用するのに最適です。デバイスは逆入力電圧と逆出力電圧の両方に対して保護されています。入力がグランドに引き下げられたときバックアップ・バッテリーによって出力を保つことができるバッテリー・バックアップのアプリケーションでは、LT1963-Xは出力に直列にダイオードが接続されているかのように振る舞って逆電流が流れるのを防ぎます。さらに、レギュレータの負荷が負電源に戻される両電源のアプリケーションでは、出力をグランドより最大20V下に引き下げることができ、それでもデバイスを起動して動作させることができます。

可変動作

LT1963の可変バージョンの出力電圧範囲は1.21V ~ 20Vです。出力電圧は、図2に示されているように、2個の外部抵抗の比によって設定されます。デバイスはグランドを基準にしたADJピンの電圧を1.21Vに維持するように出力を制御します。したがって、R1の電流は1.21V/R1に等しく、R2の電流はR1の電流にADJピンのバイアス電流を加えたものです。ADJピンのバイアス電流(25で3μA)はR2を通過してADJピンに流れ込みます。出力電圧は図2の式を使って計算することができます。R1の値は4.17k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小さく抑えます。シャットダウン時には出力がターンオフし、分割器の電流はゼロになります。



$$V_{OUT} = 1.21V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + (I_{ADJ})(R2)$$

$$V_{ADJ} = 1.21V$$

$$I_{ADJ} = 3\mu A \text{ AT } 25^\circ C$$

$$\text{OUTPUT RANGE} = 1.21V \text{ TO } 20V$$

図2. 可変動作

可変デバイスは、出力電圧が1.21VになるようにADJピンをOUTピンに接続した状態でテストされ、仕様が規定されています。1.21Vを超える出力電圧の場合の仕様は所望の出力電圧と1.21Vの比 ($V_{OUT}/1.21V$) に比例します。たとえば、1mAから1.5Aへの出力電流の変化に対する負荷レギュレーションは $V_{OUT} = 1.21V$ では標準で -3mVです。 $V_{OUT} = 5V$ では、負荷レギュレーションは次のとおりです。

$$(5V/1.21V)(-3mV) = -12.4mV$$

出力容量と過渡応答

LT1963レギュレータは広い範囲の出力コンデンサで安定するように設計されています。とくに小さなコンデンサの場合、出力コンデンサのESRが安定性に影響を与えます。発振を防ぐために、ESRが50m ~ 3 の範囲の最低10μFの出力コンデンサを推奨します。出力容量の値を大きくすると、負荷電流の大きな変化に対してピーク変動を減らし、過渡応答を改善することができます。LT1963によって電流を供給される個々の部品をデカップリングするのに使われるバイパス・コンデンサにより、出力コンデンサの有効容量値が増加します。

セラミック・コンデンサを使用するには、とくに配慮が必要です。アプリケーションによっては、ESRが50m未満のセラミック・コンデンサを使うと発振する可能性があります。セラミックの出力コンデンサの使用に関する問題については、弊社の応用技術部にご相談ください。セラミック・コンデンサは多様な誘電体を使って製造されており、それぞれ温度や電圧によって動作が異なります。最も広く使われている誘電体はZ5U、Y5V、X5R、X7Rなどです。Z5UとY5Vの誘電体は小型のパッケージで高い容量を実現するには適していますが、図3と図4に示されているように、大きな電圧係数と温度係数を示します。5Vのレギュレータに使用する場合、10μFのY5Vコンデンサは動作温度範囲でわずか1μF ~ 2μFの容量値を示す可能性があります。X5RとX7Rの誘電体を使うともっと特性が安定し、出力コンデンサとして使うのに適しています。X7Rタイプは温度範囲にわたって安定性がすぐれており、X5Rタイプは安価で、大きな値のものが入手可能です。

電圧係数と温度係数だけが問題なのではありません。セラミック・コンデンサの中には圧電効果を示すものがあります。

アプリケーション情報

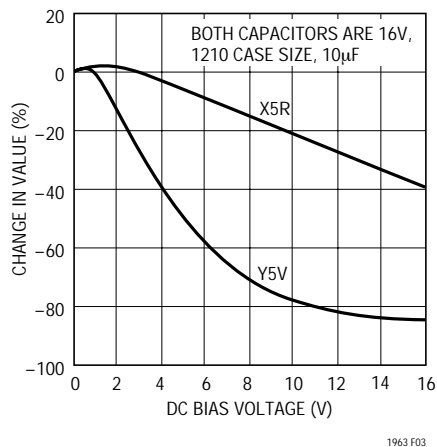


図3．セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

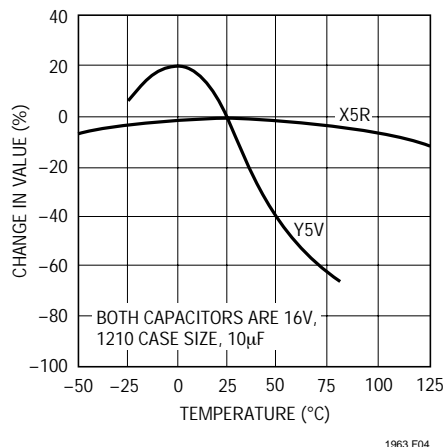


図4．セラミック・コンデンサの温度特性

圧電デバイスは、圧電加速度計やマイクロホンの動作原理と同様、機械的応力によって端子間に電圧を発生します。セラミック・コンデンサの場合、システムの振動や熱的過渡現象によって応力が生じることがあります。

過負荷からの回復

多くのICパワー・レギュレータと同様、LT1963-Xには安全な動作領域の保護が備わっています。安全領域保護により、入力から出力への電圧が増加するにつれて電流制限が減少し、入出力間のすべての電圧値に対してパワー・トランジスタを安全動作領域内に保ちます。この保護機能は、デバイスが降伏するまでの入力から出力へのすべての電圧値でいくらかの出力電流を供給するように設計されています。

電源が最初に投入される時、入力電圧が上昇するにつれて出力が入力に追随するので、非常に重い負荷に対してレギュレータは起動することができます。起動時に入力電圧が上昇しているとき、入力から出力への電圧差が小さいので、レギュレータは大きな出力電流を供給することができます。入力電圧が高いと、出力の短絡状態を取り除いても出力電圧が回復しないという問題が起きる可能性があります。LT1085など他のレギュレータもこの現象を示しますので、LT1963-Xに固有の問題ではありません。

この問題は、入力電圧が高く出力電圧が低いとき、重い出力負荷で発生します。よくある状況は、短絡状態が解消した直後、または入力電圧が既にターンオンされた後にシャットダウン・ピンが“H”に引き上げられたときです。このような負荷の負荷曲線は出力電流曲線と2点で交わる可能性があります。これが起きると、レギュレータの安定な出力動作点が2個存在します。このように2つの交点があると、出力を回復するために、入力電源を一旦ゼロにして再度立ち上げることが必要になることがあります。

出力電圧ノイズ

LT1963レギュレータは全負荷動作時に10Hz～100kHzの帯域幅にわたって低い出力電圧ノイズになるように設計されています。出力電圧ノイズはLT1963(可変バージョン)の場合この周波数帯域幅で標準40nV/√Hzです。(抵抗分割器を使って発生させた)もっと高い出力電圧では、それによって出力電圧ノイズ増大します。このため、10Hz～100kHzの帯域幅にわたるRMSノイズは、LT1963の場合の14µV_{RMS}から、LT1963-3.3の場合の38µV_{RMS}に増加します。

回路のレイアウトとテストに関して注意を払わないと、さらに大きな出力電圧ノイズが測定されるかもしれません。近くのトレースからのクロストークにより、望ましくないノイズがLT1963-Xの出力に誘起されることがあります。電源のリプル除去についても検討する必要があります。LT1963レギュレータの電源除去は無限ではなく、入力ノイズの小部分を出力に通過させます。

アプリケーション情報

熱に関する検討事項

デバイスの電力処理能力は最大定格接合部温度(125)によって制限されます。デバイスによって消費される電力には2つの成分があります。

1. 入力/出力の電圧差と出力電流の積、つまり $(I_{OUT})(V_{IN} - V_{OUT})$ 、および
2. GNDピンの電流と入力電圧の積、つまり $(I_{GND})(V_{IN})$ 。

GNDピンの電流は「標準的性能特性」のGNDピンの電流曲線を使って求めることができます。電力消費は上記の2つの成分の和に等しくなります。

LT1963シリーズのレギュレータには過負荷状態でデバイスを保護するように設計された熱制限機能が内蔵されています。連続正常状態では、125 の最大定格接合部温度を超えてはいけません。接合部から周囲までのすべての熱抵抗源について注意深く検討することが重要です。近くに実装される他の熱源についても検討する必要があります。

表面実装デバイスの場合、PCボードとその銅トレースの熱拡散能力を使ってヒートシンクを実現します。パワー・デバイスの発生する熱を拡散するのに、銅ボード硬化材とメッキ・スルーホールも使うことができます。

いくつかの異なったボード寸法と銅面積に対する熱抵抗を以下の表に示します。すべての測定は、静止空気中で、1オンス銅の1/16" 厚FR-4ボードでおこなわれました。

表1 . Qパッケージ(5ピンDDパッケージ)

銅面積		ボード面積 (接合部から周囲)	熱抵抗
トップサイド*	バックサイド		
2500mm ²	2500mm ²	2500mm ²	23°C/W
1000mm ²	2500mm ²	2500mm ²	25°C/W
125mm ²	2500mm ²	2500mm ²	33°C/W

*デバイスはトップサイドに実装。

表2 . SO-8パッケージ(8ピンSOパッケージ)

銅面積		ボード面積 (接合部から周囲)	熱抵抗
トップサイド*	バックサイド		
2500mm ²	2500mm ²	2500mm ²	55°C/W
1000mm ²	2500mm ²	2500mm ²	55°C/W
225mm ²	2500mm ²	2500mm ²	63°C/W
100mm ²	2500mm ²	2500mm ²	69°C/W

*デバイスはトップサイドに実装。

表3 . SO-223パッケージ(3ピンSOT-223パッケージ)

銅面積		ボード面積 (接合部から周囲)	熱抵抗
トップサイド*	バックサイド		
2500mm ²	2500mm ²	2500mm ²	42°C/W
1000mm ²	2500mm ²	2500mm ²	42°C/W
225mm ²	2500mm ²	2500mm ²	50°C/W
100mm ²	2500mm ²	2500mm ²	56°C/W
1000mm ²	1000mm ²	1000mm ²	49°C/W
1000mm ²	0mm ²	1000mm ²	52°C/W

*デバイスはトップサイドに実装。

Tパッケージ、5ピンTO-220パッケージ

熱抵抗(接合部からケース) = 4 /W

接合部温度の計算

例：出力電圧が3.3V、入力電圧範囲が4V~6V、出力電流範囲が0mA~500mA、最大周囲温度が50 だとすると、最大接合部温度はいくらになるでしょうか？

デバイスの消費する電力は次式に等しくなります。

$$I_{OUT(MAX)}(V_{IN(MAX)} - V_{OUT}) + I_{GND}(V_{IN(MAX)})$$

ここで、

$$I_{OUT(MAX)} = 500\text{mA}$$

$$V_{IN(MAX)} = 6\text{V}$$

$$I_{GND} \text{ at } (I_{OUT} = 500\text{mA}, V_{IN} = 6\text{V}) = 10\text{mA}$$

したがって、次のようになります。

$$P = 500\text{mA}(6\text{V} - 3.3\text{V}) + 10\text{mA}(6\text{V}) = 1.41\text{W}$$

DDパッケージを使うと、熱抵抗は銅面積にしたがって 23 /W ~ 33 /W の範囲になります。したがって、周囲温度を超える接合部温度の上昇分はおよそ次のようになります。

$$1.41\text{W}(28^\circ\text{C}/\text{W}) = 39.5^\circ\text{C}$$

アプリケーション情報

したがって、最大接合部温度は、周囲温度を超える接合部温度の最大上昇分と最大周囲温度の和に等しくなります。つまり、次のようになります。

$$T_{JMAX} = 50^{\circ}\text{C} + 39.5^{\circ}\text{C} = 89.5^{\circ}\text{C}$$

保護機能

LT1963レギュレータはいくつかの保護機能を備えているので、バッテリー駆動の回路で使用するのに最適です。電流制限や熱制限など、モノリシック・レギュレータに関連した通常の保護機能に加えて、このシリーズのデバイスは逆入力電圧、逆出力電圧、さらに出力から入力への逆電圧に対して保護されています。

電流制限保護と熱過負荷保護は、デバイスの出力の電流過負荷状態に対してデバイスを保護することを意図しています。通常の動作では、接合部温度は125 を超えてはいけません。

デバイスの入力は20Vの逆電圧に耐えます。デバイスに流れ込む電流は1mA以下(標準で100 μ A以下)に制限され、出力には負電圧は現われません。デバイスは自己と負荷の両方を保護します。これにより、逆方向に差し込まれるおそれのあるバッテリーに対して保護されます。

LT1963の出力はデバイスに損傷を与えることなしにグランドより下に引き下げることができます。入力が開放状態に置かれているか、または接地されていると、出力はグランドより20V下に引き下げることができます。固定電圧バージョンの場合、出力は通常5kまたはそれ以上の大きな抵抗のように振る舞い、電流を標準で600 μ A以下に制限します。可変バージョンの場合、出力は開放回路のように振る舞いますので、ピンから電流は流れ出しません。入力が電圧源によって駆動されると、出力はデバイスの短絡電流をソースして、熱制限によって自己を保護します。この場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンをグランドに接続すると、デバイスがターンオフして、出力は短絡電流の供給を停止します。

可変デバイスのADJピンは、デバイスに損傷を与えることなしに、最大7Vだけグランドより上または下に引くことができます。入力が開放状態に置かれているか、または接地されているとき、ADJピンはグランドより下に引き下げられると開放回路のように振る舞い、グ

ランドより上に引き上げられるとダイオードに直列に接続された大きな抵抗(標準5k)のように振る舞います。

出力が高い電圧に引き上げられるとADJピンをその7Vのクランプ電圧より上に引き上げる抵抗分割器にADJピンが接続されている状況では、ADJピンの入力電流は5mA以下に制限する必要があります。たとえば、1.21Vのリファレンスから安定化された1.5Vを供給するために抵抗分割器が使われていて、出力が20Vに強制されるとします。抵抗分割器の上側の抵抗は、ADJピンが7VのときADJピンに流れ込む電流が5mA以下に制限されるように選択する必要があります。OUTピンとADJピン間の13Vの電圧差をADJピンに流れ込む5mAの最大電流で割ると、上側の抵抗の最小値2.6kが得られます。

バックアップ・バッテリーが必要な回路では、いくつかの異なる入力/出力状態が発生する可能性があります。入力がグランドに引き下げられるか、どこか中間の電圧に引き下げられるか、または開放状態に置かれたとき、出力電圧がそのまま保たれる可能性があります。出力に戻る電流は図5に示されている曲線に従います。

LT1963のINピンがOUTピンより下に強制されるか、OUTピンがINピンより上に引き上げられると、入力電流は標準で2 μ A以下に減少します。この状態が生じる可能性があるのは、デバイスの入力が放電した(低電圧の)バッテリーに接続され、出力がバックアップ・バッテリーまたは補助レギュレータ回路によって高く保たれている場合です。出力が入力より上に引き上げられているとき、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンの状態は逆出力電流には影響を与えません。

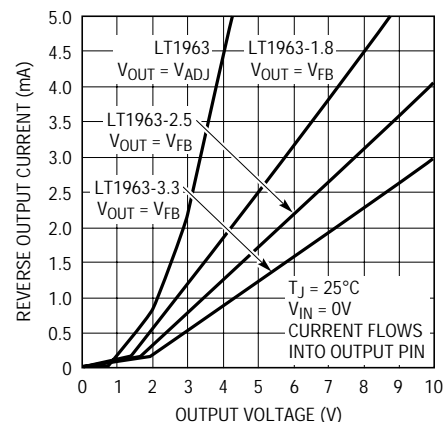
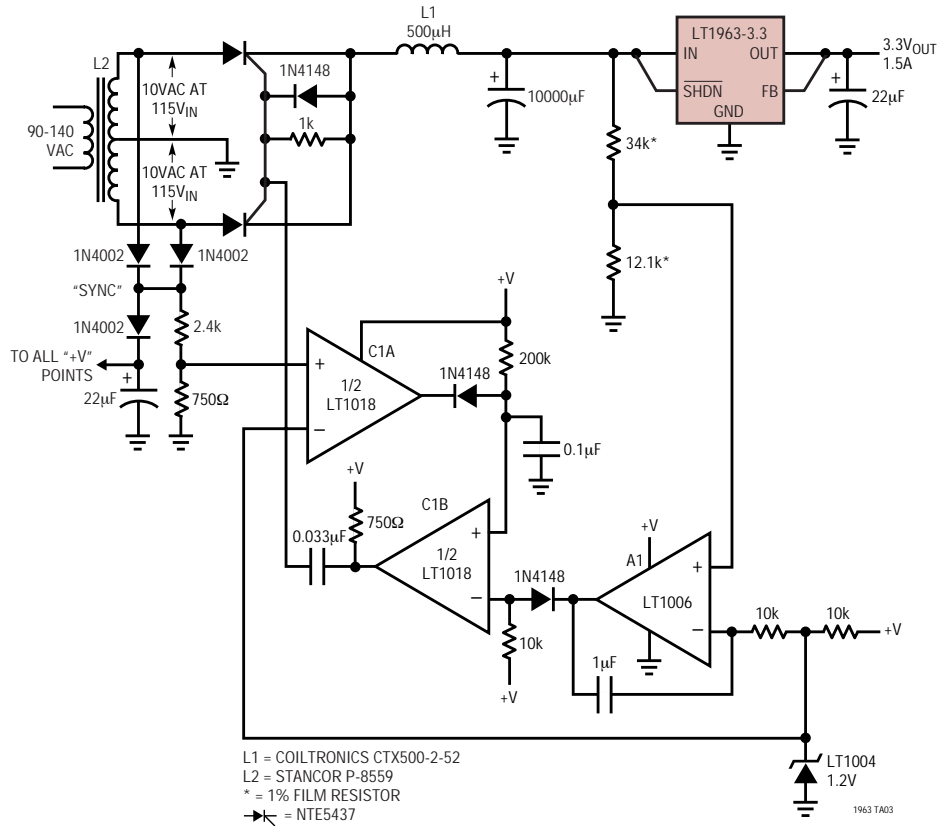


図5. 逆出力電流

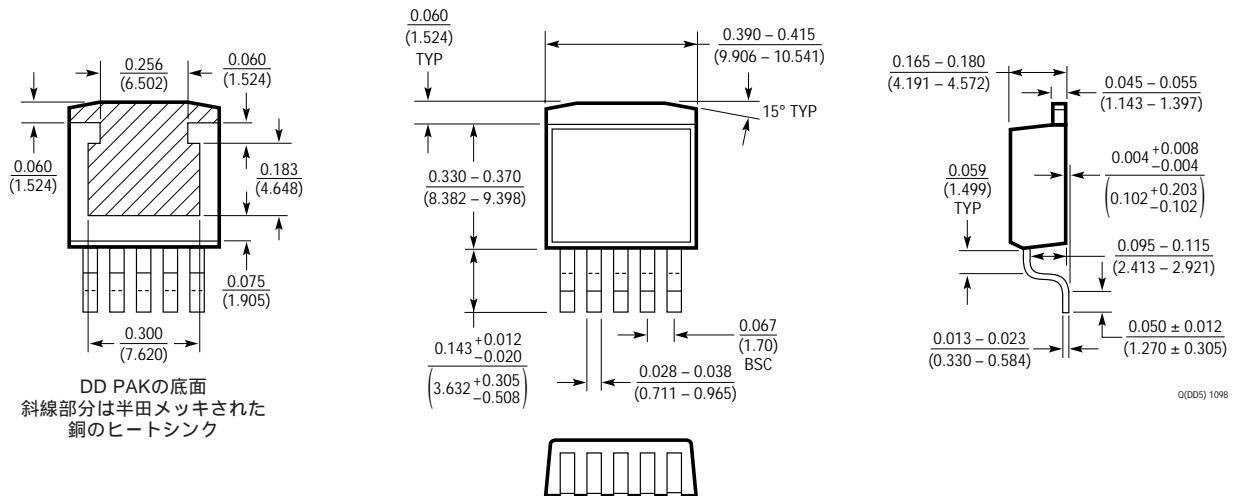
標準的応用例

SCRプリレギュレータはラインの変動に対して効率を維持する



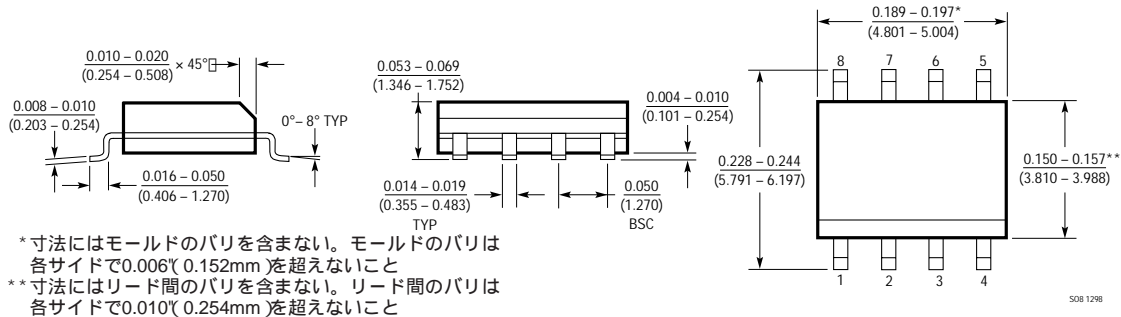
パッケージ寸法

Qパッケージ
 5ピン・プラスチックDD Pak
 (LTC DWG # 05-08-1461)

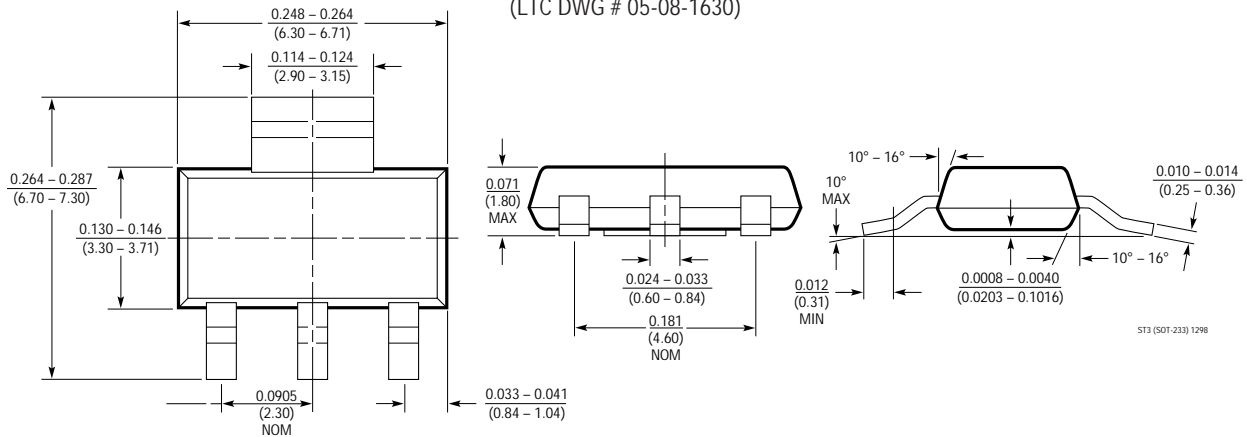


パッケージ寸法 注記がない限り寸法はインチ(ミリメートル)

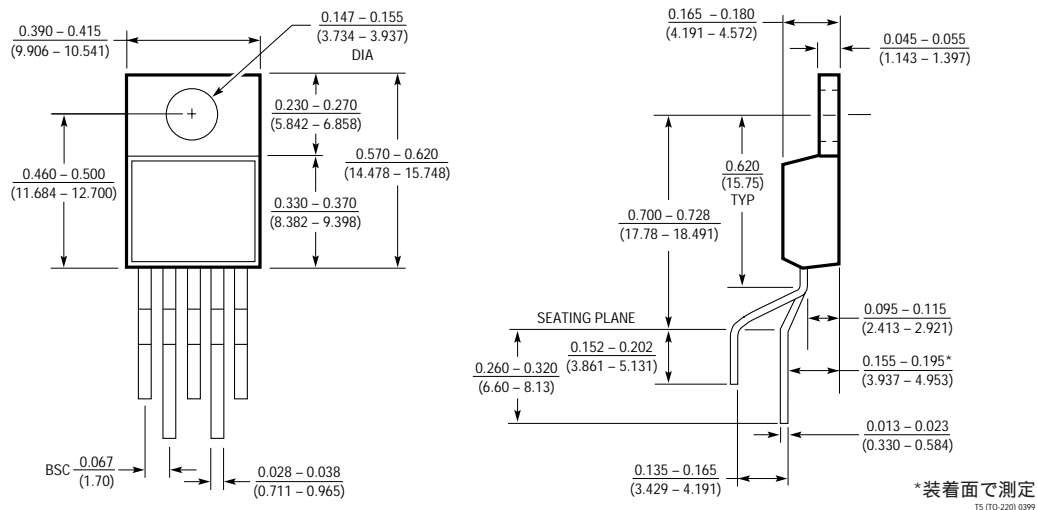
S8パッケージ
8ピン・プラスチック・スモール・アウトライン(細型0.150)
(LTC DWG # 05-08-1610)



STパッケージ
3ピン・プラスチックSOT-223
(LTC DWG # 05-08-1630)



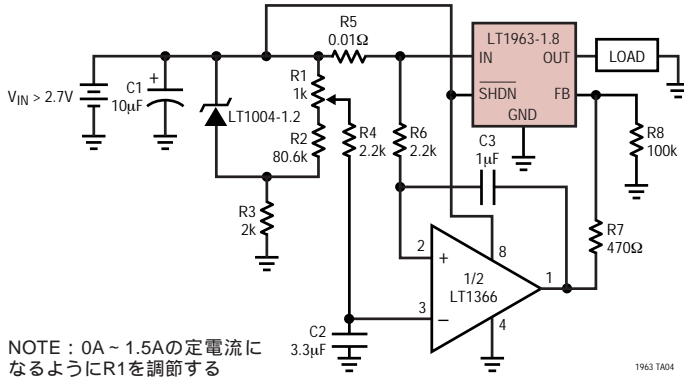
Tパッケージ
5ピン・プラスチックTO-220(標準)
(LTC DWG # 05-08-1421)



LT1963 Series

標準的応用例

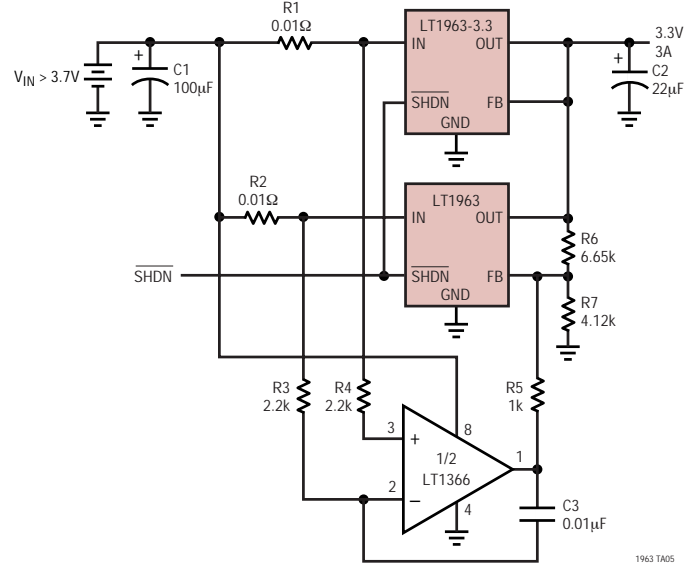
可変電流源



NOTE : 0A ~ 1.5Aの定電流になるようにR1を調節する

1963 TA04

高出力電流のために並列接続したレギュレータ



1963 TA05

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1120	125mA低ドロップアウト・レギュレータ($I_Q:20\mu A$)	2.5Vのリファレンスとコンパレータを内蔵
LT1121	150mAマイクロパワー低ドロップアウト・レギュレータ	$I_Q:30\mu A$ 、SOT-223パッケージ
LT1129	700mAマイクロパワー低ドロップアウト・レギュレータ	消費電流:50µA
LT1175	500mA負電圧低ドロップアウト・マイクロパワー・レギュレータ	$I_Q:45\mu A$ 、0.26Vドロップアウト電圧、SOT-223パッケージ
LT1521	シャットダウン機能付き300mA低ドロップアウト・マイクロパワー・レギュレータ	$I_Q:15\mu A$ 、逆バッテリー保護
LT1529	3A低ドロップアウト・レギュレータ($I_Q:50\mu A$)	500mVドロップアウト電圧
LT1772	固定周波数、電流モード降圧DC/DCコントローラ	効率:最大94%、SOT-23パッケージ、100%デューティ・サイクル
LTC1627	高効率同期式降圧スイッチング・レギュレータ	Burst Mode™動作、モノリシック、100%デューティ・サイクル
LT1761シリーズ	100mA低ノイズ低ドロップアウト・マイクロパワー・レギュレータ、SOT-23	消費電流:20µA、ノイズ:20µV _{RMS} 、SOT-23パッケージ
LT1762シリーズ	150mA、低ノイズ、LDOマイクロパワー・レギュレータ	消費電流:25µA、ノイズ:20µV _{RMS} 、MSOPパッケージ
LT1763シリーズ	500mA、低ノイズ、LDOマイクロパワー・レギュレータ	消費電流:30µA、ノイズ:20µV _{RMS} 、SO-8パッケージ
LT1764シリーズ	3A、高速過渡応答、低ドロップアウト・レギュレータ	ドロップアウト電圧:340mV、ノイズ:40µV _{RMS}
LT1962シリーズ	300mA、低ノイズ、LDOマイクロパワー・レギュレータ	消費電流:30µA、ノイズ:20µV _{RMS} 、MSOPパッケージ

Burst Modelはリニアテクノロジー社の商標です。

1963fa