

高効率ステップダウン DC/DCコンバータ 内部ショットキ・ダイオード付き

特長

- 高効率：最大94%
- ノイズに敏感な製品にも使用可能
- ピーク・インダクタ電流はインダクタ値と無関係
- 短絡保護回路内蔵
- 順電圧降下の低いショットキ・ダイオード内蔵
- 3個の外付け部品のみで動作
- 広い V_{IN} 範囲：4V ~ 18.5V(絶対最大値)
- 低ドロップアウト動作
- 低バッテリー電圧検出
- ピン選択可能な電流制限
- 内部0.9 Ω パワー・スイッチ： $V_{IN} = 12V$
- 待機時消費電流：130mA
- アクティブ L のマイクロパワー・シャットダウン

アプリケーション

- 反転コンバータ
- ステップダウン・コンバータ
- メモリ・バックアップ電源
- 携帯用計測器
- バッテリー駆動機器
- 分配型パワー・システム

LT, LTC, LT はリニアテクノロジー社の登録商標です。

概要

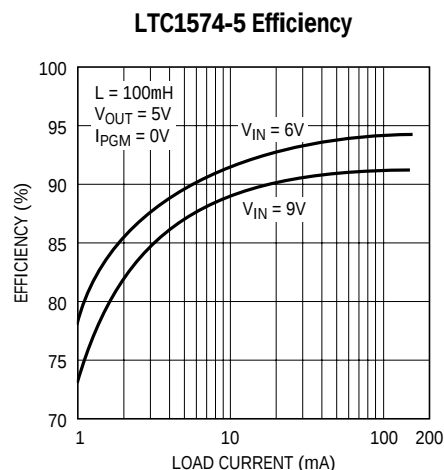
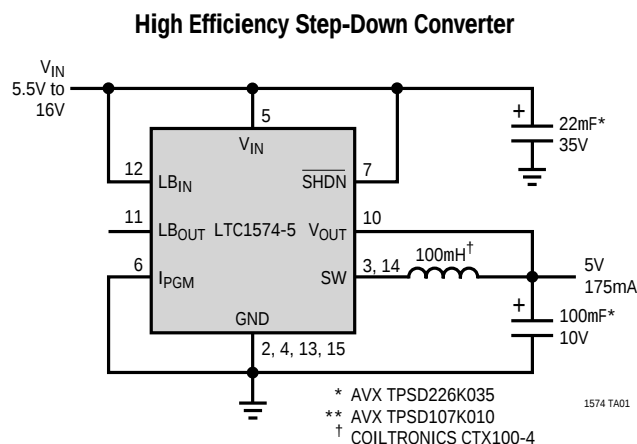
LTC[®]1574は使いやすい電流モードDC/DCコンバータ・ファミリのメンバで、9Vから5V、5Vから3.3V、および反転動作に最適です。LTC1574は、0.9 Ω (電源電圧12V時)の内部スイッチと低順方向電圧降下(200mA、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ で標準0.450V)のショットキ・ダイオードを備えており、わずか3個の部品を外付けするだけで、完全な高効率DC/DCコンバータを構築できます。

無負荷状態では、LTC1574はわずか130mAの電流しか消費しません。シャットダウン時の消費電流はわずか2mAであるため、このコンバータはバッテリー動作アプリケーションに最適です。ドロップアウト時には、内部PチャネルMOSFETスイッチが連続してターンオンし、バッテリー電源の寿命を延長します。

LTC1574ファミリの最大インダクタ電流は、340mAまたは600mAのいずれかをピンで選択でき、広範なアプリケーションに対して効率を最適化します。最大200kHzまでの周波数で動作し、小さな表面実装型インダクタおよびコンデンサが使用可能です。

高出力電流または超高効率が要求されるアプリケーションの場合は、LTC1148およびLTC1265のデータシートを参照してください。詳細なアプリケーション情報については、LT1174のデータシートを参照してください。

TYPICAL APPLICATION



LTC1574

LTC1574-3.3/LTC1574-5

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltage Referred to GND Pin)

Input Supply Voltage (Pin 5)	–0.3V to 18.5V
Switch Current (Pin 3, 14)	1A
Switch Voltage (Pin 3, 14)	$V_{IN} - 18.5V$
Operating Temperature Range	0 °C to 70 °C
Junction Temperature (Note 1)	125 °C
Storage Temperature Range	–65 °C to 150 °C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300 °C

PACKAGE/ORDER INFORMATION

	ORDER PART NUMBER
	LTC1574CS LTC1574CS-3.3 LTC1574CS-5

Consult factory for Industrial and Military grade parts.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 9V$, $V_{SHUTDOWN} = V_{IN}$, $I_{PGM} = 0V$, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{FB}	Feedback Current into Pin 10	LTC1574			1	mA
V_{FB}	Feedback Voltage	LTC1574	● 1.20	1.25	1.30	V
V_{OUT}	Regulated Output Voltage	LTC1574-3.3	● 3.14	3.30	3.46	V
		LTC1574-5	● 4.75	5.00	5.25	V
DV_{OUT}	Output Voltage Line Regulation	$V_{IN} = 6V$ to $12V$, $I_{LOAD} = 100mA$, $I_{PGM} = V_{IN}$ (Note 2)		10	70	mV
	Output Voltage Load Regulation	LTC1574-3.3 (Note 2)		–5	–70	mV
		$20mA < I_{LOAD} < 175mA$, $I_{PGM} = 0V$		–45	–70	mV
		$20mA < I_{LOAD} < 400mA$, $I_{PGM} = V_{IN}$				
		LTC1574-5 (Note 2)		–5	–70	mV
		$20mA < I_{LOAD} < 175mA$, $I_{PGM} = 0V$		–50	–70	mV
		$20mA < I_{LOAD} < 400mA$, $I_{PGM} = V_{IN}$				
I_Q	Input DC Supply Current (Note 3)					
	Active Mode	$4V < V_{IN} < 16V$, $I_{PGM} = 0V$		450	600	mA
	Sleep Mode	$4V < V_{IN} < 16V$		130	180	mA
	Shutdown (Note 4)	$V_{SHUTDOWN} = 0V$, $4V < V_{IN} < 16V$		2	25	mA
V_{LBTRIP}	Low-Battery Trip Point			1.25	1.4	V
I_{LBIN}	Current into Pin 12				0.5	mA
I_{LBOUT}	Current Sunk by Pin 11	$V_{LBOUT} = 0.4V$, $V_{LBIN} = 0V$		0.5	1.0	mA
		$V_{LBOUT} = 5V$, $V_{LBIN} = 10V$			1.0	mA
V_{HYST}	Comparator Hysteresis			7.5	15	mV
I_{PEAK}	Current Limit	$I_{PGM} = V_{IN}$, $V_{OUT} = 0V$	● 0.54	0.60	0.78	A
		$I_{PGM} = 0V$, $V_{OUT} = 0V$	● 0.27	0.34	0.50	A
R_{ON}	ON Resistance of Switch		●	0.9	1.55	W
t_{OFF}	Switch Off Time	V_{OUT} at Regulated Value		3	4	ms
V_{IH}	Shutdown Pin High	Minimum Voltage at Pin 7 for Device to Be Active		1.2		V
V_{IL}	Shutdown Pin Low	Maximum Voltage at Pin 7 for Device to Be in Shutdown			0.75	V
I_{IH}	Shutdown Pin Input Current	$V_{SHUTDOWN} = 16V$			2	mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 9\text{V}$, $V_{SHUTDOWN} = V_{IN}$, $I_{PGM} = 0\text{V}$, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{IL}	Shutdown Pin Input Current	$0 \leq V_{SHUTDOWN} \leq 0.8\text{V}$			0.5	mA
V_F	Schottky Diode Forward Voltage	Forward Current = 200mA		0.450	0.570	V
I_R	Schottky Reverse Current	Reverse Voltage = 5V		10	25	mA
		Reverse Voltage = 18.5V		100	250	mA

The ● denotes specifications which apply over the full operating temperature range.

Note 1: T_J is calculated from the ambient temperature T_A and power dissipation P_D according to the following formulas:

$$T_J = T_A + (P_D \cdot 110^\circ\text{C/W})$$

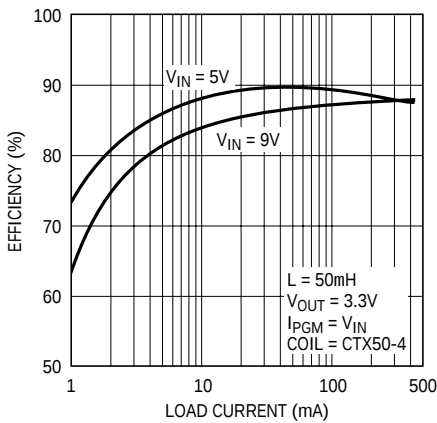
Note 2: Guaranteed by Design.

Note 3: Does not include Schottky reverse current. Dynamic supply current is higher due to the gate charge being delivered at the switching frequency.

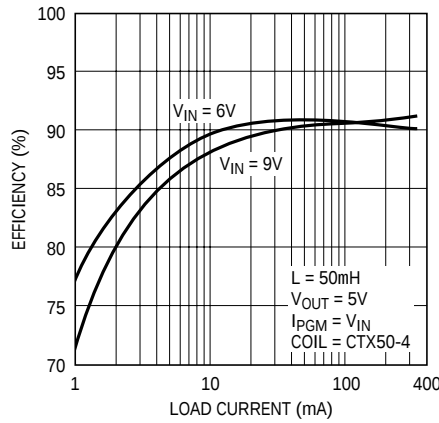
Note 4: Current into Pin 5 only, measured without electrolytic input capacitor.

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

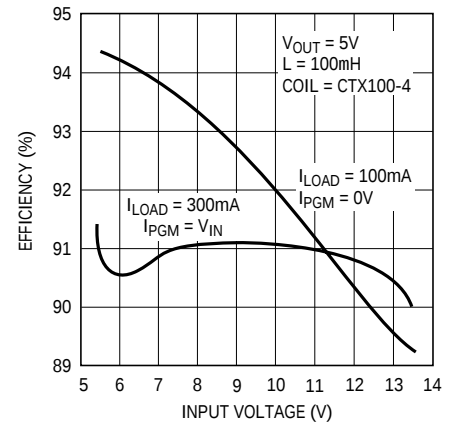
Efficiency vs Load Current



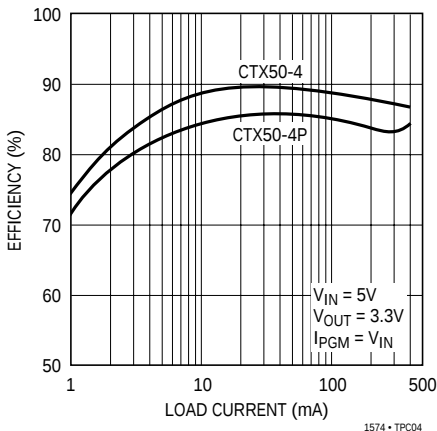
Efficiency vs Load Current



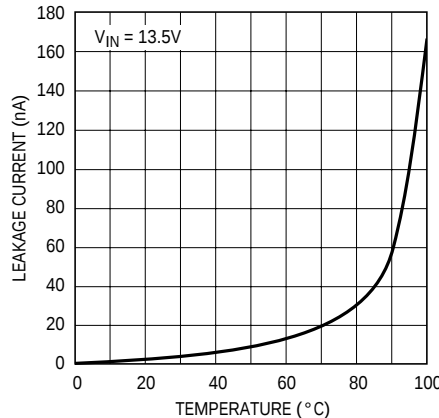
Efficiency vs Input Voltage



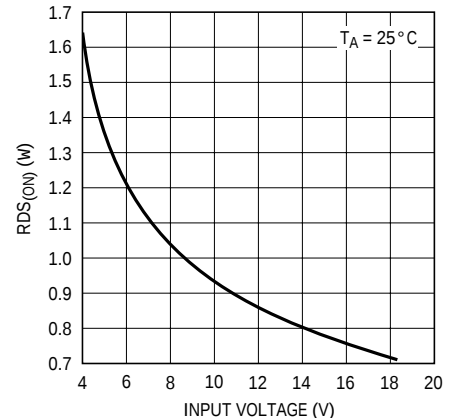
Efficiency Using Different Types of Inductor Core Material



Switch Leakage Current vs Temperature



Switch Resistance vs Input Voltage



LTC1574

LTC1574-3.3/LTC1574-5

ピン機能

NQ(ピン1、8、9、16): 接続しない。

GND(ピン2、4、13、15): グランド。

SW(ピン3、14): PチャネルMOSFETスイッチのドレインとショットキ・ダイオードのカソード。

V_{IN}(ピン5): 入力電源電圧です。グランド(ピン4)の近くでデカップリングしてください。

I_{PGM}(ピン6): このピンはPチャネル・スイッチの電流制限を選択します。I_{PGM} = V_{IN}のとき電流トリップ・ポイントは600mAですが、I_{PGM} = 0Vのときには電流トリップ・ポイントは340mAまで低減されます。

SHDN(ピン7): このピンをグランドにプルダウンする

と、内部スイッチがオフに保持され、LTC1574はマイクロパワー・シャットダウンになります。

V_{OUT}またはV_{FB}(ピン10): LTC1574の場合、このピンはメイン電圧コンパレータ入力に接続します。LTC1574-5とLTC1574-3.3では、このピンは出力電圧を設定する内部抵抗分周器に接続します。

LB_{OUT}(ピン11): Nチャネル・プルダウンのオープン・ドレインです。このピンは、LB_{IN}ピンが1.25V以下になると電流をシンクします。

LB_{IN}(ピン12): 低バッテリー電圧コンパレータの(-)入力。(+)入力は1.25Vのリファレンス電圧に接続されます。

アプリケーション情報

動作周波数とインダクタ

LTC1574はコンスタント・オフタイム・アーキテクチャを採用しているため、動作周波数はV_{IN}の値に依存します。動作周波数は次式で表すことができます。

$$f = \frac{1}{t_{\text{OFF}} \pm \frac{V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}} + V_{\text{D}} \pm 1}} \quad (\text{Hz})$$

ここで、t_{OFF} = 4ms、V_Dは内部ショットキ・ダイオードの電圧降下です。動作周波数は入力電圧と出力電圧の関数であることに注意してください。

インダクタの大きさは周波数やインダクタのピーク電流には影響はありませんが、リップル電流に影響を与えます。ピーク・ピーク・リップル電流は次式から求められます。

$$I_{\text{RIPPLE}} = 4 \cdot 10^{-6} \frac{V_{\text{OUT}} + V_{\text{D}}}{L \pm 1} \quad (\text{A}_{\text{P-P}})$$

小さなインダクタを選択する場合は、低ESR(実効直列抵抗)の出力フィルタ・コンデンサを使用しなければなりません。さらに、リップル電流が高いため、鉄損も増加します。

短絡保護回路

LTC1574は内部電流制限によって出力短絡から保護されています。I_{PGM}ピンの状態に応じて、電流制限が340mAま

たは600mAのいずれかに設定されます。さらに、スイッチのオフ時間が引き延ばされ、インダクタの電流が減少し電流増大を防止することができます(図1を参照)。

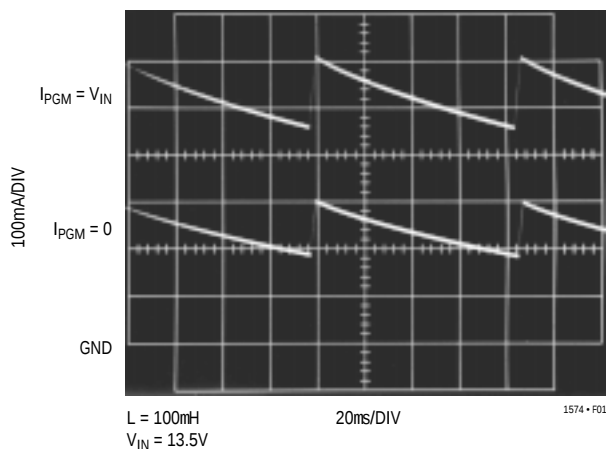


Figure 1. Inductor Current with Output Shorted

低バッテリー電圧検出器

低バッテリー電圧インジケータは、外付け抵抗分圧回路を通して入力電圧を感知します。この分圧された電圧は、電圧コンパレータの(-)入力(ピン12)に接続されており、1.25Vの基準電圧と比較されます。ピン12に流れる電流

アプリケーション情報

を無視すれば、次式を用いてトリップ限界を設定することができます。

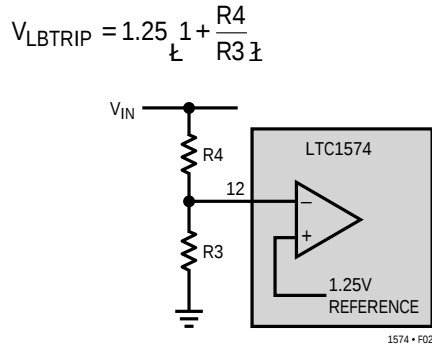


Figure 2. Low-Battery Comparator

LTC1574可変電圧アプリケーション

LTC1574は、帰還端子(ピン10)とグランド間に1.25Vの基準電圧を発生します(図3を参照)。抵抗R1を選択すれば、R1とR2を通して一定の電流が流れ、全体の出力電圧が設定されます。レギュレートされた出力電圧は次式から求められます。

$$V_{OUT} = 1.25 \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

ほとんどのアプリケーションでは、R1には30kΩ抵抗を使用することをお勧めします。寄生ピックアップを防止するには、LTC1574の近くに配置したR1の両端に100pFコンデンサを接続してください。

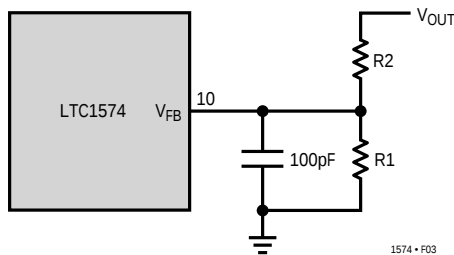


Figure 3. LTC1574 Adjustable Configuration

反転アプリケーション

LTC1574は、簡単に負電圧を出力するように構成できます。-5Vが必要な場合、部品点数が最も少なくすむため、このアプリケーションにはLTC1574-5が最適です。図4に、このアプリケーションの回路図を示します。ここでは出力電圧をGNDピンから取り出していることに注意してください。したがって、最大入力電圧

は、絶対最大電圧定格と出力電圧の差によって決まります。図4の回路は最大12Vで規定されており、 V_{IN} に対して1.5Vの余裕があります。この回路は最小4Vで動作可能なため、4個のNiCd電池を使用するアプリケーションに最適です。これより出力電流が高い回路については、代表的なアプリケーションのセクションを参照してください。

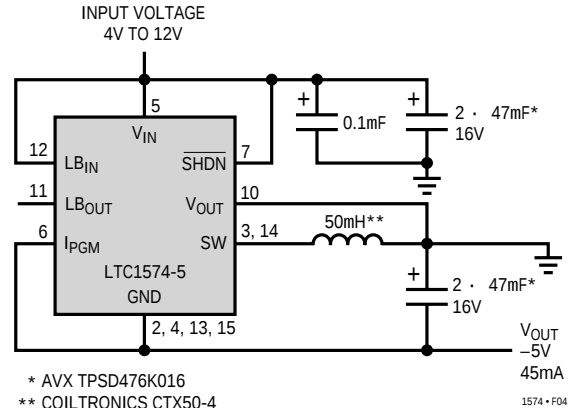


Figure 4. Positive-to-Negative 5V Converter

低ノイズ・レギュレータ

アプリケーションによっては、オーディオ周波数範囲内でスイッチング・ノイズを発生しないことが重要です。LTC1574のバースト・モード™動作時の特性のために、負荷電流によってはオーディオ・ノイズを発生する可能性があります。この問題に対処するために、フィードフォワード・コンデンサを使用して、ノイズ・スペクトルをオーディオ・バンドの上下にシフトすることができます。図5に、C2をフィードフォワード・コンデンサとして接続した低ノイズ接続図を示します。ピーク・ツー・ピークの出力リップルは、負荷範囲全体で30mVに低減されます。自己シールド特性が優れているため、バースト・モードはリアテクノロジー社の商標です。

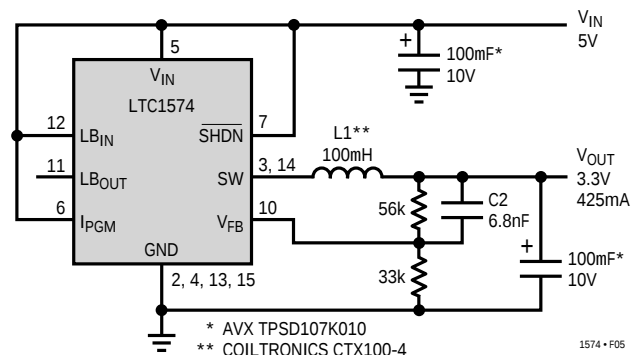


Figure 5. Low Noise 5V to 3.3V Regulator

LTC1574

LTC1574-3.3/LTC1574-5

アプリケーション情報

トロイダル表面実装インダクタL1を選択しました。ドラムやロッド・コアなどのオープン磁気構造体は、周囲に高いフラックス・レベルを放射するため使用しないでください。どのコンバータ回路でもこれが主なノイズの発生源になる可能性があります。

設計例

設計例として、 $V_{IN} = 9V$ (公称値)、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{OUT} = 350mA$ (最大) の場合を仮定します。このアプリケーションでは、LTC1574-5を使用し I_{PGM} (ピン6) を V_{IN} に接続しています。LTC1574-5が連続モードで動作していると仮定して、Lの最小値を決定します。

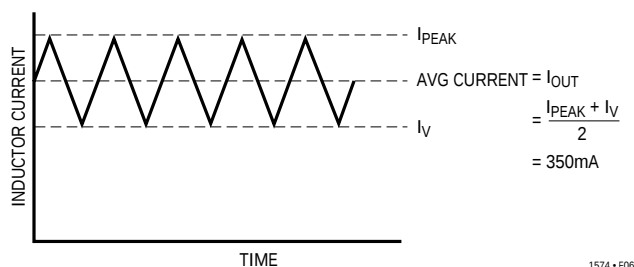


Figure 6. Continuous Inductor Current

$I_{OUT} = 350mA$ および $I_{PEAK} = 0.6A$ ($I_{PGM} = V_{IN}$) では $I_V = 0.1A$ になります。ピーク・リップル・インダクタ電流 I_{RIPPLE} は $0.5A$ であり、次式のようにになります。

$$I_{RIPPLE} = 4 \cdot 10^{-6} \frac{V_{OUT} + V_D}{L} \left(A_{P-P} \right)$$

上式でLを求めると、 $V_D = 0.5V$ のときに、 $L = 44mH$ となります。50mHより大きなLの標準値は50mHです(例: Coiltronics CTX50-4)。ダイオード両端の電圧 V_D を無視すれば、動作周波数は次のようになります。

$$f \gg 2.5 \cdot 10^5 \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \\ = 111kHz$$

求めたLの値に対し、 C_{IN} と C_{OUT} に必要な値を計算することができます。 C_{IN} の場合、実効電流定格は少なくとも次の値でなければなりません。

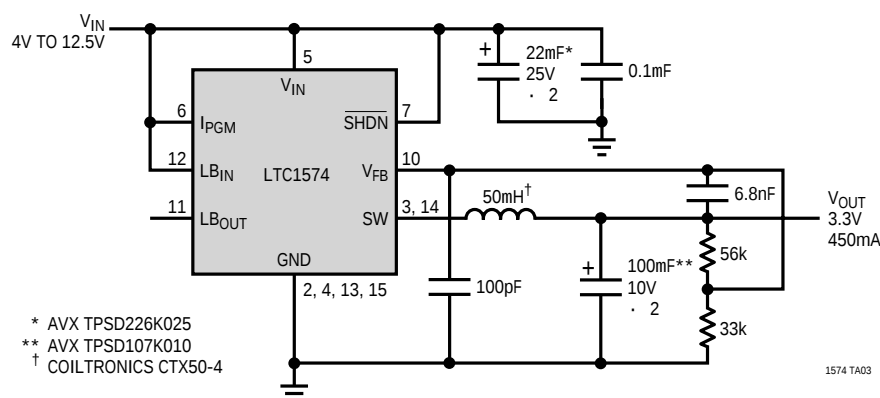
$$I_{RMS} = \frac{I_{OUT} \left[V_{OUT} (V_{IN} - V_{OUT}) \right]^{1/2}}{V_{IN}} \left(A_{RMS} \right) \\ = 174mA$$

C_{OUT} の場合、実効電流定格は少なくとも次の値でなければなりません。

$$I_{RMS} \gg \frac{I_{PEAK}}{2} \left(A_{RMS} \right) \\ = 300mA$$

TYPICAL APPLICATIONS

Low Noise, High Efficiency 3.3V Regulator



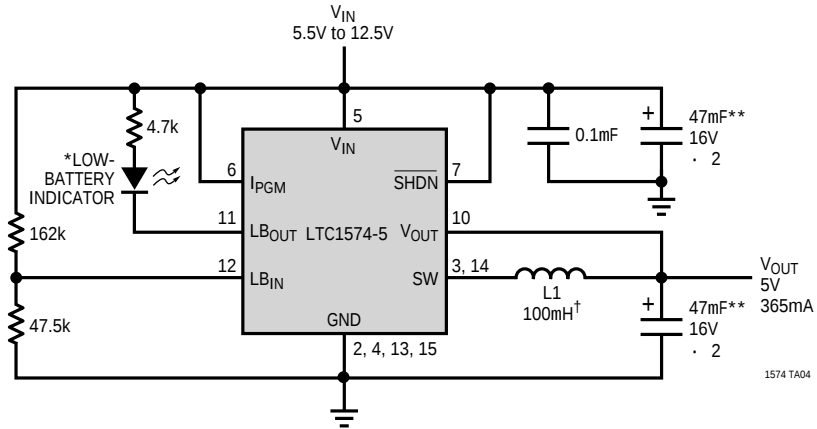
TYPICAL APPLICATIONS

Low Dropout 5V Step-Down Regulator with Low-Battery Detection

* LOW-BATTERY INDICATOR IS SET UP TO TRIP AT $V_{IN} = 5.5V$
** AVX TPSD476K016

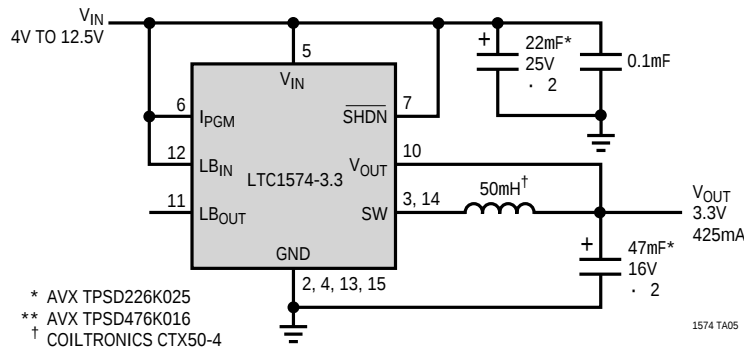
† SELECTION

MANUFACTURER	PART NO.	TYPE
COILTRONICS	CTX100-4	SURFACE MOUNT
SUMIDA	CD75-101	SURFACE MOUNT
GOWANDA	GA10-103K	THROUGH HOLE



1574 TA04

High Efficiency 3.3V Regulator



* AVX TPSD226K025
** AVX TPSD476K016
† COILTRONICS CTX50-4

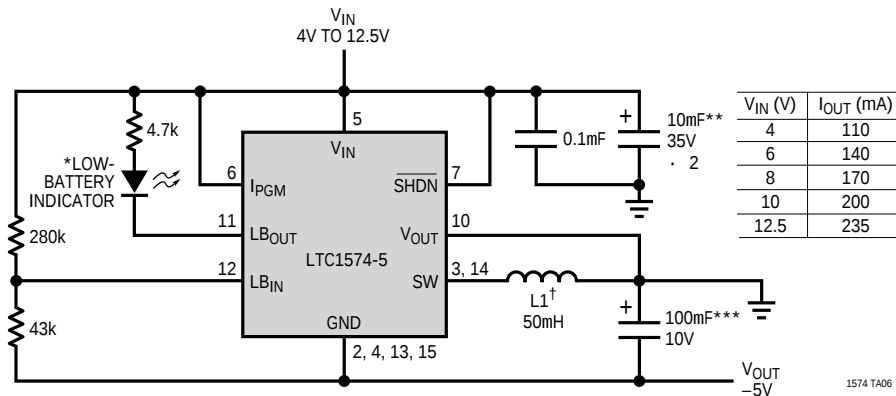
1574 TA05

Positive to -5V Converter

* LOW-BATTERY INDICATOR IS SET TO TRIP AT $V_{IN} = 4.4V$
** AVX TPSD106K035
*** AVX TPSD107K010

† SELECTION

MANUFACTURER	PART NO.	TYPE
COILTRONICS	CTX50-3	SURFACE MOUNT
COILCRAFT	DT3316-473	SURFACE MOUNT
SUMIDA	CD54-470	SURFACE MOUNT
GOWANDA	GA10-472K	THROUGH HOLE



V_{IN} (V)	I_{OUT} (mA)
4	110
6	140
8	170
10	200
12.5	235

1574 TA06

LTC1574

LTC1574-3.3/LTC1574-5

RELATED PARTS

PART NUMBER	DESCRIPTION	COMMENTS
LT®1076	Step-Down Switching Regulator	2A Monolithic Bipolar Switcher for V_{IN} to 60V
LTC1174	High Efficiency Step-Down/Inverting DC/DC Converter	Same as LTC1574 Without Schottky Diode in SO-8 Package
LTC1265	1.2A, High Efficiency Step-Down DC/DC Converter	Current Mode with 0.3W Switch for Higher Current
LT1375/LT1376	1.5A, 500kHz Step-Down Switching Regulator	High Frequency, Synchronizable in SO-8 Package