

マイクロパワー、安定化 5Vチャージ・ポンプ DC/DCコンバータ

特長

- 超低消費電流：動作時 $I_{CC}=12\mu\text{A}$ (標準)
- 短絡/サーマル保護機能
- 安定化された $5V \pm 4\%$ 出力
- 2V ~ 5Vの入力電圧範囲
- インダクタ不要
- シャットダウン時の $I_{CC} < 1\mu\text{A}$
- 出力電流：20mA($V_{IN} > 2V$)
50mA($V_{IN} > 3V$)
- シャットダウンにより V_{IN} から負荷を遮断
- 内部発振器：600kHz
- コンパクトなアプリケーション回路(0.1平方インチ)
- 8ピンSOパッケージ

アプリケーション

- 2セル 5V変換
- リチウムイオン・バッテリー・バックアップ電源
- 3V 5Vローカル変換
- 5Vフラッシュ・メモリ・プログラマ
- スマート・カード・リーダー

概要

LTC[®]1516は、2V ~ 5Vの電源電圧から安定化された5V出力を供給するマイクロパワー・チャージポンプDC/DCコンバータです。消費電流が非常に低く(無負荷時に標準12 μA 、シャットダウン時には1 μA 以下)、外付け部品点数も少ない(V_{IN} と V_{OUT} に2個の0.22 μF フライング・コンデンサと2個の10 μF コンデンサ)、小型・軽負荷バッテリー電源アプリケーションに最適です。負荷電流が50 μA ~ 50mAで標準効率($V_{IN} = 3V$)が70%を超えます。SHDNピンを変調すれば、70%以上の標準効率を維持しながら、負荷電流を10 μA に抑えます。

LTC1516は V_{IN} および負荷条件に応じて、タブラまたはトリブラとして動作し、総合効率を向上させます。また、サーマル・シャットダウン機能を備えているため、 V_{OUT} からGNDに連続的に短絡しても、損傷することはありません。シャットダウン時には負荷が V_{IN} から切り離されます。

LTC1516はコマーシャル温度グレードとインダストリアル温度グレードの8ピンSOパッケージで供給されます。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

TYPICAL APPLICATION

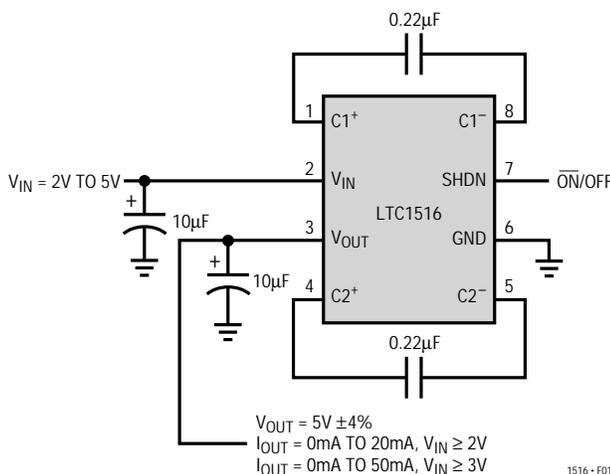
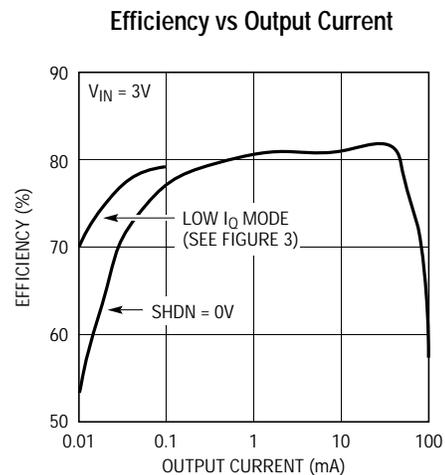


Figure 1. Regulated 5V Output from a 2V to 5V Input



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Note 1)

V_{IN} to GND	-0.3V to 6V
V_{OUT} to GND	-0.3V to 6V
SHDN to GND	-0.3V to 6V
V_{OUT} Short-Circuit Duration	Indefinite
Operating Temperature Range	
Commercial	0°C to 70°C
Industrial	-40°C to 85°C
Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300°C

PACKAGE/ORDER INFORMATION

<p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO</p> <p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 150^{\circ}\text{C}/\text{W}$</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC1516CS8 LTC1516IS8
	S8 PART MARKING
	1516 1516I

Consult factory for Military grade parts.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $V_{IN} = 2\text{V to } 5\text{V}$, $C1 = C2 = 0.22\mu\text{F}$, $C_{IN} = C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, T_{MIN} to T_{MAX} unless otherwise specified (Note 3).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN}	Input Voltage		●	2	5	V
V_{OUT}	Output Voltage	$2\text{V} \leq V_{IN} \leq 5\text{V}$, $I_{OUT} \leq 20\text{mA}$	●	4.8	5.2	V
		$3\text{V} \leq V_{IN} \leq 3.6\text{V}$, $I_{OUT} \leq 50\text{mA}$	●	4.8	5.2	V
		$3.6\text{V} \leq V_{IN} \leq 5\text{V}$, $I_{OUT} \leq 50\text{mA}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)	●	4.8	5.2	V
I_{CC}	Supply Current	$2\text{V} \leq V_{IN} \leq 5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$, SHDN = 0V	●		12	μA
		$2\text{V} \leq V_{IN} \leq 5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$, SHDN = V_{IN}	●		0.005	1
	Output Ripple	Full Load			100	mV
	Efficiency	$V_{IN} = 3\text{V}$, $I_{OUT} = 20\text{mA}$			82	%
f_{OSC}	Switching Frequency	Full Load			600	kHz
V_{IH}	SHDN Input Threshold		●	(0.7)(V_{IN})		V
V_{IL}			●		0.4	V
I_{IH}	SHDN Input Current	$V_{SHDN} = V_{IN}$	●	-1	1	μA
I_{IL}		$V_{SHDN} = 0\text{V}$	●	-1	1	μA
t_{ON}	V_{OUT} Turn-On Time	$V_{IN} = 3\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$ (Note 3)			500	μs

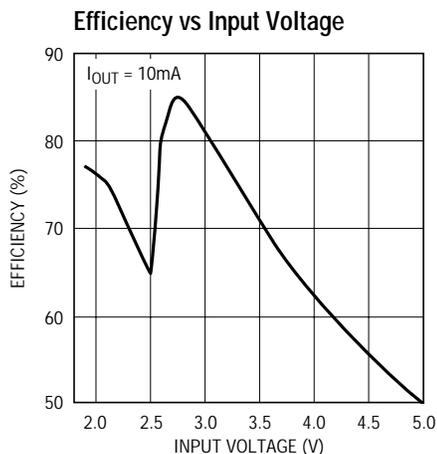
The ● denotes specifications which apply over the full operating temperature range.

Note 1: Absolute Maximum Ratings are those values beyond which the life of the device may be impaired

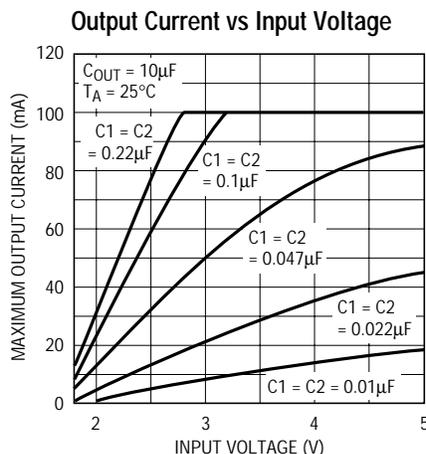
Note 2: At input voltages $> 3.6\text{V}$ and ambient temperatures $> 70^{\circ}\text{C}$, continuous power dissipation must be derated to maintain junction temperatures below 125°C . Derate $6\text{mW}/^{\circ}\text{C}$ above 70°C in SO-8.

Note 3: The LTC1516 is tested with the capacitors shown in Figure 1.

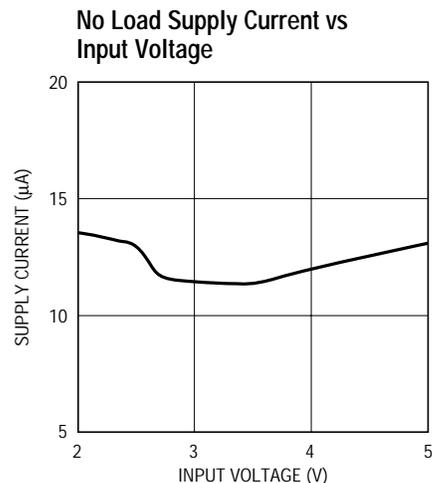
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



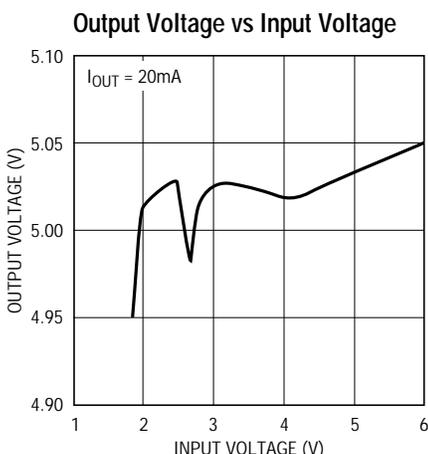
1516 • G01



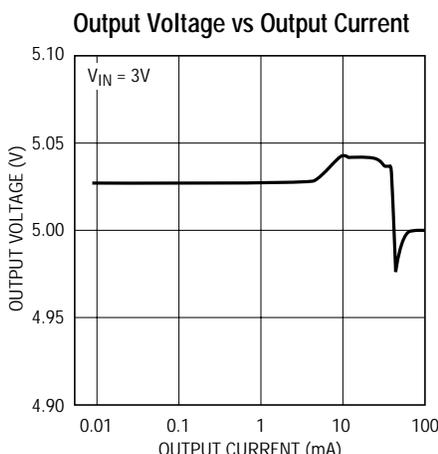
1516 • G02



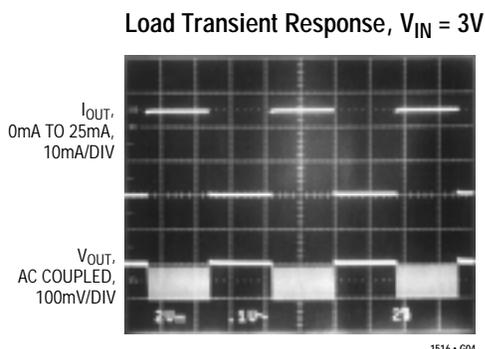
1516 • G03



1516 • G04



1516 • G05



1516 • G04

ピン機能

C1⁺ (ピン1): フライイング・コンデンサ1、正端子

V_{IN} (ピン2): 入力電源電圧

V_{OUT} (ピン3): 5V出力電圧(シャットダウン時には V_{OUT} = 0V)

C2⁺ (ピン4): フライイング・コンデンサ2、正端子

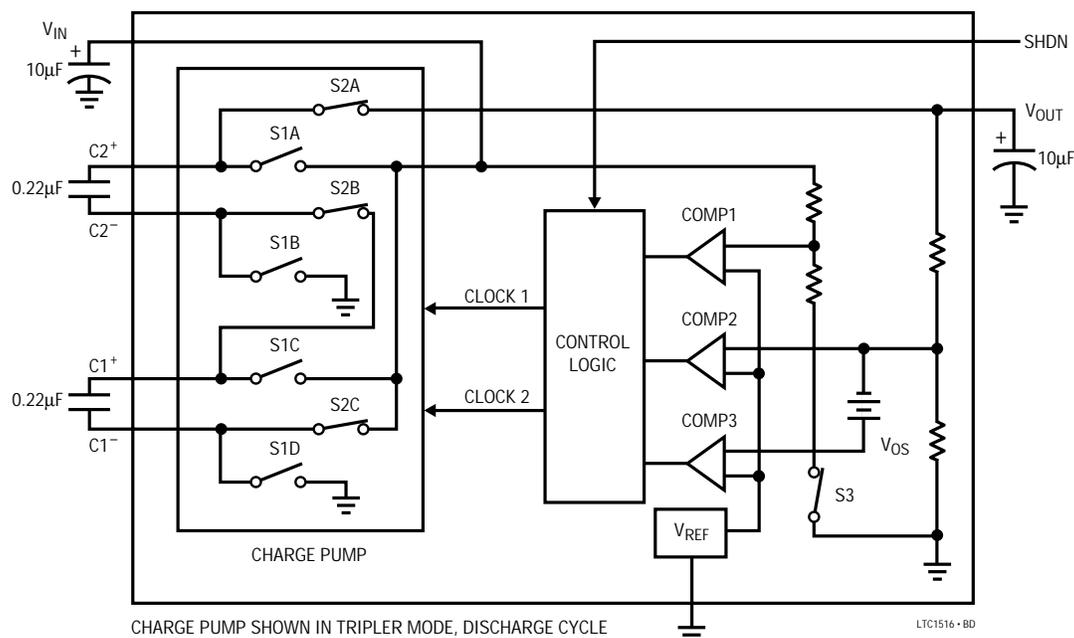
C2⁻ (ピン5): フライイング・コンデンサ2、負端子

GND(ピン6): グランド

SHDN(ピン7): アクティブ“H”CMOS論理レベルのシャットダウン入力

C1⁻ (ピン8): フライイング・コンデンサ1、負端子

BLOCK DIAGRAM



アプリケーション情報

動作説明

LTC1516はスイッチト・キャパシタ・チャージポンプを使用して、2V ~ 5Vの V_{IN} を安定化された $5V \pm 4\%$ 出力電圧に昇圧します。安定化は内部抵抗分圧回路を介して出力電圧を検知し、出力電圧がCOMP2の低トリップ・ポイントより低下するとチャージポンプをイネーブルすることによって実行されます。チャージポンプがイネーブルされると、2相の非重複クロックでチャージポンプ・スイッチを制御します。クロック1がS1スイッチを閉じると、フライング・コンデンサC1およびC2がイネーブルされ、電圧 V_{IN} まで充電されます。クロック2がS2スイッチを閉じると、C1およびC2を V_{IN} と直列にスタックして、C2のトップ・プレートが V_{OUT} の出力コンデンサに接続します。この充電および放電シーケンスは、出力がCOMP2のアップ・トリップ・ポイントに上昇し、チャージポンプがディスエーブルされるまで、600kHz (標準)の自走周波数で続きます。チャージ・ポンプがディスエーブルされると、LTC1516は V_{IN} からわずかに $8\mu A$ (標準)しか消費せず、低負荷条件で高い効率を実現します。

全 V_{IN} 範囲で最高の効率を達成するために、LTC1516は V_{IN} および出力負荷条件に応じて、ダブルまたはトリプルと

して動作します。COMP1とCOMP2は、チャージ・ポンプがダブル・モードか、またはトリプル・モードかを判定します。 $V_{IN} < 2.55V$ の場合、COMP1は出力負荷に関係なく強制的にトリプル・モードになります。 $V_{IN} > 2.55V$ の場合にはダブル・モードになり、C2だけをフライング・コンデンサとして使用します。ダブル・モードでは出力が重負荷で50mVほど低下すると、COMP3は V_{OUT} がCOMP3のアップ・トリップ・ポイントより高く上昇するまで、チャージ・ポンプを強制的にトリプル・モードにします。これらの V_{IN} および負荷条件では、公称 V_{OUT} は無負荷時の公称 V_{OUT} より約50mV低くなります。この V_{IN} および出力負荷の検知方法により、 V_{IN} が2.5V ~ 3Vのときに効率は80%以上になります。

シャットダウン・モードでは、すべての回路がターンオフし、デバイスは V_{IN} 電源からわずかにリーク電流 ($1\mu A$ 未満)しか消費しません。 V_{OUT} も V_{IN} から切り離されます。SHDNピンは約 $V_{IN}/2$ のスレッシュホールドを有するCMOS入力ですが、 V_{IN} 電圧を超える論理レベルでドライブ可能です。SHDNピンに論理‘H’が印加されると、デバイスはシャットダウン・モードに入ります。SHDNピンはフロートさせてはならず、論理‘H’または‘L’でドライブしなければなりません。

アプリケーション情報

短絡/サーマル保護

短絡状態では、LTC1516は V_{IN} から200mA ~ 400mAの電流を消費するため、接合部温度が上昇します。内蔵サーマル・シャットダウン回路は、接合部温度が135 °Cを超えるとチャージ・ポンプをディスエーブルし、接合部温度が115 °Cまで低下すると再びチャージ・ポンプをイネーブルします。LTC1516は、 V_{OUT} の短絡状態がなくなるまで、ラッチアップを起こしたり損傷することなく、無制限にサーマル・シャットダウンの入り切りを繰り返します。

コンデンサの選択

最良の性能を実現するには、 C_{IN} と C_{OUT} に低ESRコンデンサを使用してノイズやリップルを低減してください。 C_{IN} および C_{OUT} コンデンサは、セラミックまたはタンタルの容量10 μ F以上のものでなければなりません。入力ソース・インピーダンスが非常に低い場合は、 C_{IN} が必要ないこともあります。 C_{OUT} のサイズを22 μ F以上に増やすと、出力電圧リップルが減少します。

フライング・コンデンサC1およびC2には、0.1 μ F ~ 1 μ Fの範囲のセラミックまたはタンタル・コンデンサが推奨されます。大きな容量のフライング・コンデンサ(0.22 μ F以上)を使用した場合は、 C_{OUT} も大きくしないと出力リップルが増加することに注意してください。負荷が非常に軽いアプリケーションでは、C1とC2を0.01 μ F ~ 0.047 μ Fに低減できることがあります。これによって出力リップルは減少しますが、効率と最大出力電流も低下します。

出力リップル

LTC1516の通常の動作では V_{OUT} ピンに電圧リップルが形成されます。出力電圧リップルは、LTC1516が安定化を行うのに必要です。センス・コンパレータのヒステリシスおよびチャージ・ポンプ・イネーブル/ディスエーブル回路の伝搬遅延のために、低周波数リップルが存在します。また、主に出力コンデンサのESR(等価直列抵抗)が原因で高周波数リップルも発生します。最大負荷での標準出力リップルは、低ESRの10 μ F出力コンデンサにより100mV_{p-p}に低減されます。

リップル電圧の大きさは、いくつかの要因に関係があります。入力電圧が高くなると($V_{IN} > 3.3V$)クロック・サイクルごとに C_{OUT} に供給される電荷が増えるため、出力リップルも増加します。大容量(0.22 μ F以上)のC1およびC2フライング・

コンデンサを使用した場合も同じ理由でリップルが増加します。出力電流が大きい(または出力コンデンサの容量が小さい(10 μ F以下))あるいはその両方の場合は、出力電圧dV/dtが高くなるためリップルが増加します。出力ピンに高ESR(ESR > 0.5 Ω)のコンデンサを使用すると、各クロック・サイクルごとに V_{OUT} に高周波電圧スパイクが発生します。

出力電圧リップルを低減する方法がいくつかあります。大容量 C_{OUT} コンデンサ(22 μ F以上)を使用すれば、大容量(ケース・サイズが大きい)コンデンサに一般的な低 C_{OUT} 充電・放電dV/dtおよび低ESRによって、低周波および高周波リップルが低減されます。低ESRのセラミック出力コンデンサによって高周波リップルが低減されますが、大容量コンデンサを選択しない限り、低周波リップルは低減されません。低周波および高周波リップルを低減するため妥当な方法は、 V_{OUT} の1 μ F ~ 3.3 μ Fセラミック・コンデンサと並列に10 μ F ~ 22 μ Fのタンタル・コンデンサを使用することです。RCフィルタを使用して、高周波電圧スパイクを低減することもできます(図2参照)。

低負荷または高 V_{IN} アプリケーションでは、C1およびC2に小容量値を使用すれば出力リップルを低減できます。C1およびC2フライング・コンデンサが小容量(0.022 μ F ~ 0.1 μ F)の場合は、クロック・サイクル毎に出力コンデンサに供給される電荷が少なくなり、出力リップルも減少します。ただし、フライング・コンデンサの容量を小さくすると、効率や最大 I_{OUT} 能力も低下します。

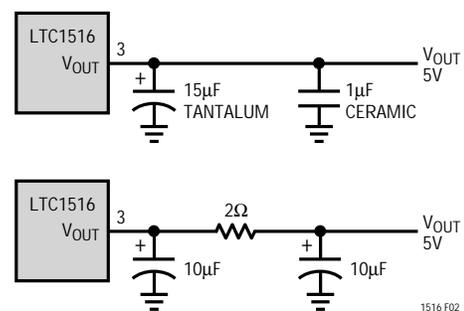


Figure 2. Output Ripple Reduction Techniques

突入電流

通常動作中にチャージ・ポンプがイネーブルされるごとに、 V_{IN} には100mA ~ 200mAの範囲の過渡電流が発生します。スタートアップ時にはこれらの突入電流が500mAに達することがあります。このため、入力電源と V_{IN} ピンの間のソース抵抗を小さくして、スタートアップ問題と大きな入力過渡電圧を防止することが重要です。

アプリケーション情報

超低静止電流 $I_Q < 5\mu A$ 安定化電源

LTC1516は抵抗分圧回路(ブロック図を参照)を内蔵し、 V_{OUT} からわずか $1.5\mu A$ (標準)の電流しか消費しません。無負荷条件では、 $C_{OUT} = 10\mu F$ とした場合、内部負荷によって V_{OUT} での減衰速度は、わずか $150mV/秒$ になります。5Hz~100Hz、デューティ・サイクル95%~98%の信号をSHDNピンに印加すれば、図3の回路は無負荷または低負荷状態で安定化を維持できるよう頻りにシャットダウンから解放することができます。デバイスはほとんど全部の時間をシャットダウン状態で費やすため、無負荷静止電流(図4a参照)は、約 $(V_{OUT})(1.5\mu A)/(V_{IN})$ (効率)となります。

LTC1516は最低 $200\mu s$ の間シャットダウンから解放し、出力を検知して安定化を維持できるようにしなければなりません。 V_{OUT} 負荷電流が増加したら、デバイスがシャットダウンから解放される周波数を高くして、OFF位相中に V_{OUT} が $4.8V$ 以下に低下しないようにする必要があります(図4b参照)。SHDNピンに100Hzデューティ・サイクル98%の信号を印加すると、負荷電流が $100\mu A$ でも適切な安定化が保証されます。 $100\mu A$ 以上の負荷電流が必要なときには、SHDNピンは通常動作時と同様に“L”にしなければなりません。 $V_{IN} = 3V$ でのこの回路の標準無負荷電源電流はわずか $3.2\mu A$ です。

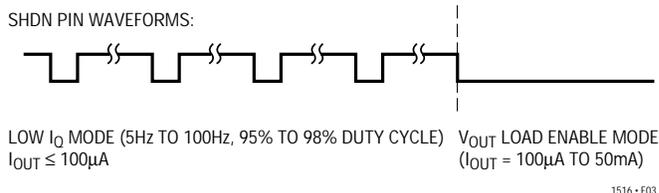
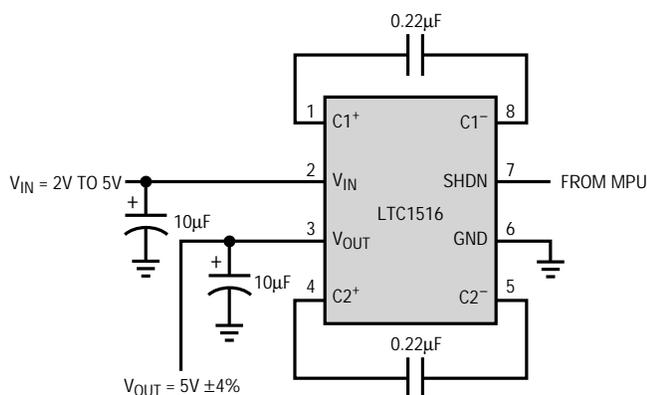


Figure 3. Ultralow Quiescent Current ($<5\mu A$) Regulated Supply

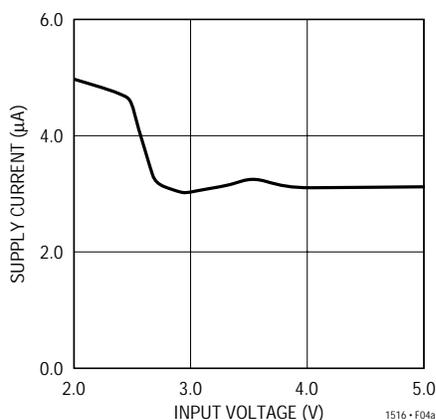


Figure 4a. No Load I_{CC} vs Input Voltage for Circuit in Figure 3

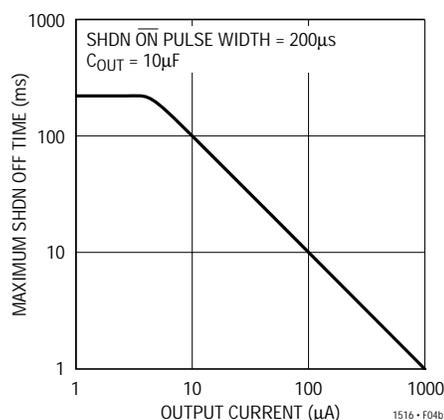


Figure 4b. Maximum SHDN OFF Time vs Output Load Current for Ultralow I_Q Operation

アプリケーション情報

デバイスの並列接続

2個以上のLTC1516を並列に接続して、高い出力電流を供給することができます。V_{IN}、V_{OUT}、GND、およびSHDNピンを互いに接続できますが、C1ピンとC2ピンは分離しておかなければなりません(図5参照)。並列接続したデバイスを近づけて配置できないときには、出力ノイズやリップルを低減するために、C_{IN}コンデンサとC_{OUT}コンデンサを別々にしたほうが効果的な場合もあります。別々に配置できない場合には、C_{IN}コンデンサとC_{OUT}コンデンサを1個ずつそれぞれの値を2倍(3個のデバイスを並列接続する場合は3倍)にして使用することができます。

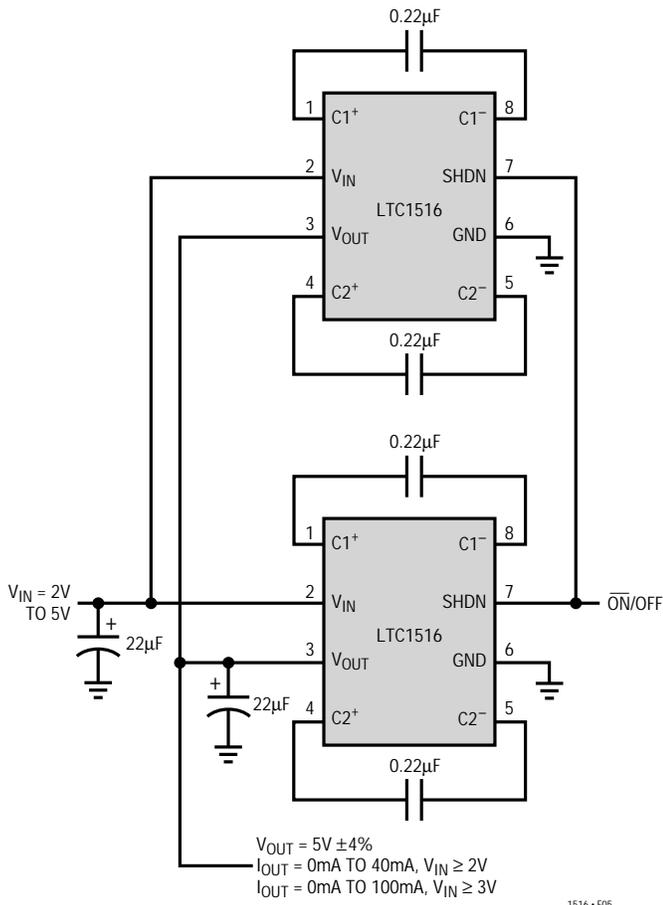


Figure 5. Paralleling Devices

レイアウトの一般的考慮事項

LTC1516は高いスイッチング周波数と過渡電流を生成するため、ボードのレイアウトを慎重に行う必要があります。グラウンド・プレーンを使用したクリーンなボード・レイアウトやすべてのコンデンサへの接続を短くすると、性能が向上し、あらゆる条件で適切な安定化を保証します(図6参照)。

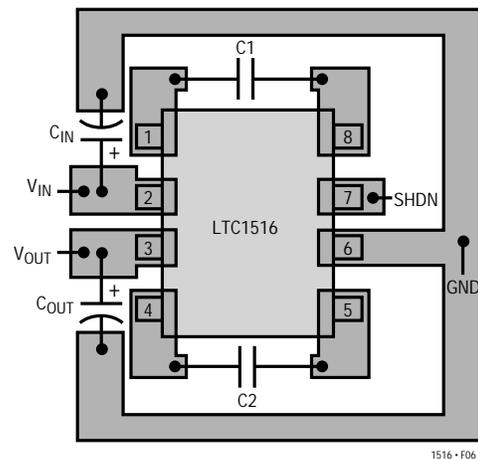
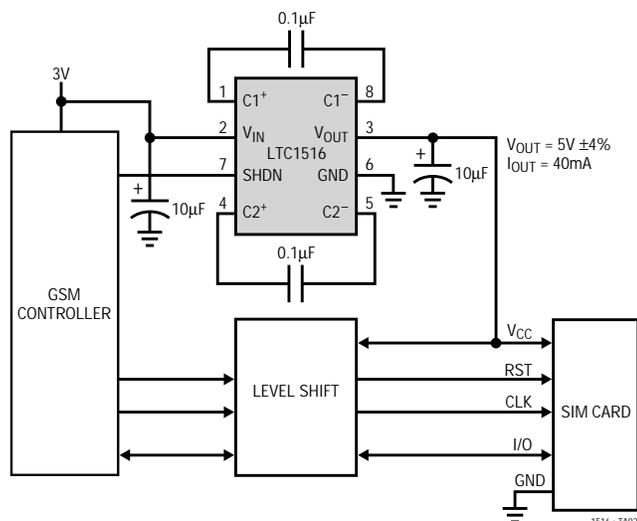


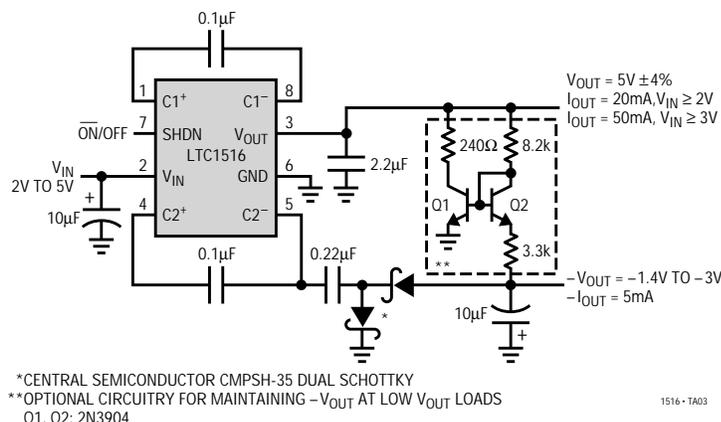
Figure 6. Suggested Component Placement for LTC1516

TYPICAL APPLICATIONS

Fault-Protected SIM Interface Supply for GSM Cellular Phones



Generating 5V and a Negative Supply



RELATED PARTS

PART NUMBER	DESCRIPTION	COMMENTS
LT [®] 1054	100mA Switched Capacitor Converter	Includes Reference and Amplifier for Regulation
LTC1144	20mA Switched Capacitor Converter for Up to 20V Inputs	Includes Micropower Shutdown (8µA)
LTC1261	Positive to Negative Regulated Switched Capacitor Converter	Low Noise (5mV) Output for Up to 10mA Loads
LTC1262	5V to 12V Regulated Switched Capacitor Converter	Up to 30mA at Regulated Output
LTC1550/51	Low Noise Switched Capacitor Regulated Converter	Provides -4.1V at 20mA with <1mV Ripple