

デューティ・サイクルを制御できる 低ノイズ、1A、1MHz プッシュプル DC/DCドライバ

特長

- 広い入力動作範囲: 2.7V ~ 36V
- プログラム可能な電流制限機能を備えたデュアル1Aスイッチ
- プログラム可能なスイッチング周波数: 50kHz ~ 1MHz
- 周波数同期: 最大1MHz
- デューティ・サイクル制御を使用した ΔV_{IN} 補償
- 低ノイズの回路構成
- プログラム可能な入力過電圧および低電圧ロックアウト
- 相互導通防止回路
- プログラム可能なソフトスタート
- 低シャットダウン電流: < 1 μ A
- 10ピンMSOPおよびDFNパッケージ

アプリケーション

- 低ノイズの絶縁型電源
- 医療機器および安全装置
- 分散型電源
- 複数出力電源
- 正負反転電源
- データ収集時の耐ノイズ性確保、RS232およびRS485

概要

LT[®]3999は、ソリューション実装面積の小さい、絶縁された電力を供給するモノリシック、高電圧、高周波数のDC/DCトランス・ドライバです。

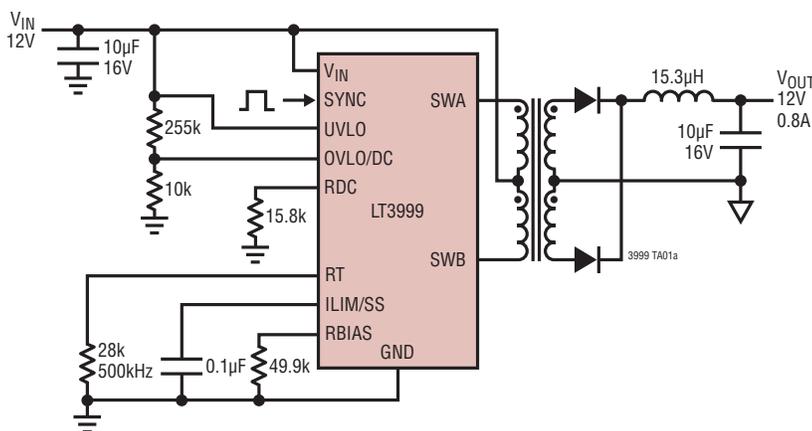
LT3999には、位相のずれを切り替える1A電流制限パワー・スイッチが2つあります。デューティ・サイクルをプログラムして出力電圧を調整できます。スイッチング周波数のプログラム範囲は最大1MHzであり、外部クロックに同期させてスイッチャの高調波をより高精度に配置できます。入力動作範囲は、高精度の低電圧および過電圧ロックアウトを使用して設定します。シャットダウン時には電源電流が1 μ A未満に減少します。RC時定数がユーザ定義なので、起動時の突入電流を制限することにより、調整可能なソフトスタート機能が得られます。

LT3999は、露出パッドを備えた10ピンMSOPパッケージおよび3mm×3mm DFNパッケージで供給されます。

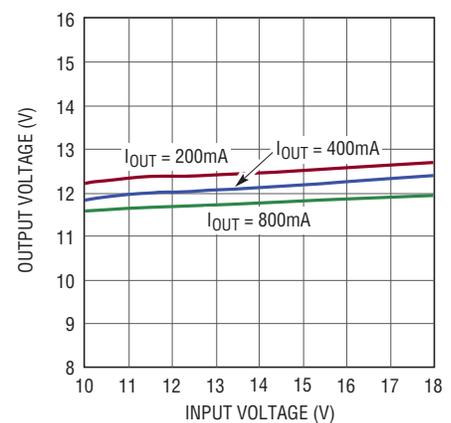
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

12V入力/12V出力、低ノイズの10W絶縁型DC/DCコンバータ



デューティ・サイクル制御による
LT3999の入力レギュレーション



3999 TA01b

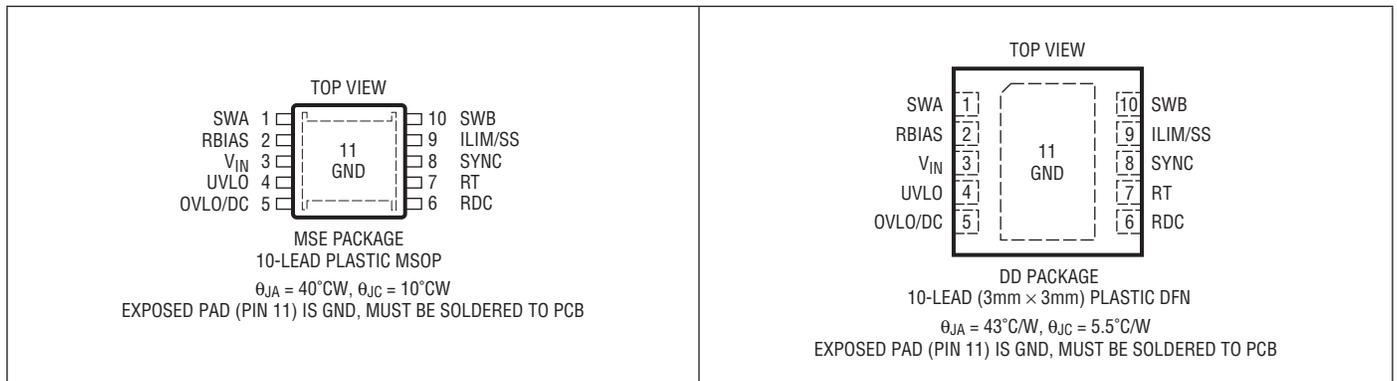
LT3999

絶対最大定格 (Note 1)

SWA, SWB	-0.3V ~ 80V
V _{IN} , UVLO	-0.3V ~ 60V
OVLO/DC, SYNC	-0.3V ~ 8V
動作接合部温度範囲 (Note 2)	
LT3999E	-40°C ~ 125°C
LT3999I	-40°C ~ 125°C
LT3999H	-40°C ~ 150°C
LT3999MP	-55°C ~ 150°C

保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	
MSOP.....	300°C

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	テープ・アンド・リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT3999EMSE#PBF	LT3999EMSE#TRPBF	LTGKR	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3999IMSE#PBF	LT3999IMSE#TRPBF	LTGKR	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3999HMSE#PBF	LT3999HMSE#TRPBF	LTGKR	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3999MPMSE#PBF	LT3999MPMSE#TRPBF	LTGKR	10-Lead Plastic MSOP	-55°C to 150°C
LT3999EDD#PBF	LT3999EDD#TRPBF	LGKQ	10-Lead (3mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3999IDD#PBF	LT3999IDD#TRPBF	LGKQ	10-Lead (3mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 15\text{V}$ での値。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
入力電源とシャットダウン						
V_{IN} Minimum Operating Voltage		●			2.7	V
V_{IN} Overvoltage Lockout	Internal, Rising	●	36	40	42	V
V_{IN} Supply Current	(Note 3)			4.3		mA
V_{IN} Shutdown Current	$V_{UVLO} = 0.3\text{V}$			0.1	1	μA
UVLO Threshold (Rising)		●	1.15	1.25	1.35	V
UVLO Hysteresis				125		mV
UVLO Pin Current	$V_{UVLO} = 1.25\text{V}$			10	100	nA
OVLO/DC Threshold (Rising)		●	1.15	1.25	1.35	V
OVLO/DC Hysteresis				125		mV
OVLO/DC Pin Current	$V_{OVLO/DC} = 1.25\text{V}$			10	100	nA
パワー・スイッチ (SWA、SWB)						
Switch Saturation Voltage	$I_{SW} = 1\text{A}$			350		mV
Switch Current Limit	Internal Default	●	1.0	1.4	1.7	A
Non Overlap Time				70		ns
Switch Base Drive Current	$I_{SW} = 1\text{A}$			35		mA
発振器 / 同期						
Switching Frequency	$R_T = 316\text{k}$ $R_T = 49.9\text{k}$ $R_T = 12.1\text{k}$	●	280	50 300 1000	320	kHz kHz kHz
Synchronization Frequency Range			100		1000	kHz
SYNC Voltage Threshold				1.5		V
SYNC Pin Input Resistance				200		k Ω
ILIM/SS						
SWA and SWB Current Limit	$R_{ILIM/SS} = 43.2\text{k}$	●	0.4	0.5	0.6	A
ILIM/SS Pin Current				10		μA
デューティサイクル						
Switch Duty Cycle	$OVLO/DC = 0.8\text{V}$, $R_{DC} = 24.3\text{k}$, $R_T = 49.9\text{k}$ $OVLO/DC = 0.612\text{V}$, $R_{DC} = 24.3\text{k}$, $R_T = 49.9\text{k}$ $OVLO/DC = 0.3\text{V}$, $R_{DC} = 24.3\text{k}$, $R_T = 49.9\text{k}$	●	22	20 25 48	30	% % %

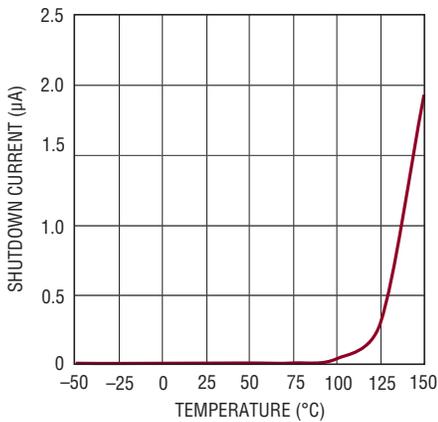
Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに回復不可能な損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: LT3999E は、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT3999I は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証されている。LT3999H は $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で動作することが保証されている。LT3999MP は $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の接合部温度範囲で全数テストされ、保証されている。高い接合部温度は動作寿命に悪影響を及ぼす。 125°C を超える接合部温度では動作寿命はディレーティングされる。

Note 3: 電源電流仕様には、スイッチ駆動電流は含まれない。実際の電源電流は、さらに高くなる。

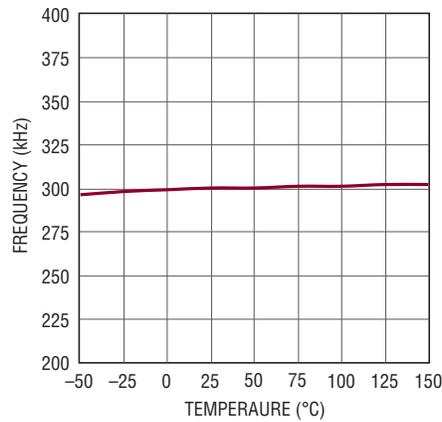
標準的性能特性

V_{IN} のシャットダウン電流



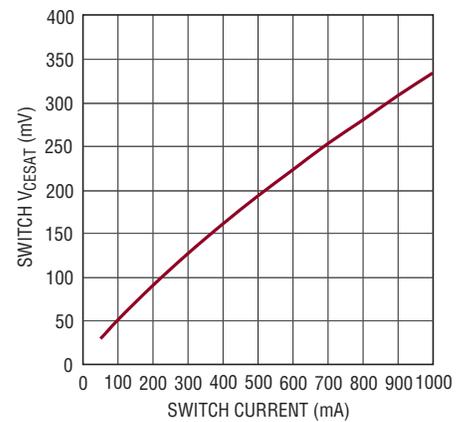
3999 G01

スイッチング周波数



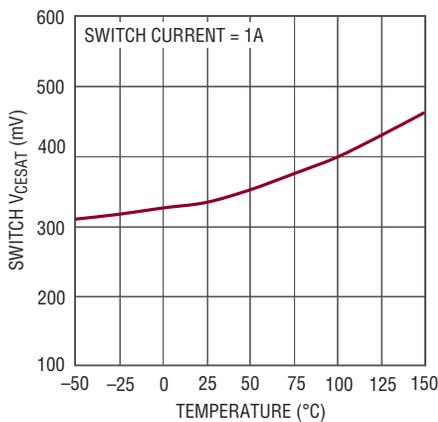
3999 G02

V_{CESAT} とスイッチ電流



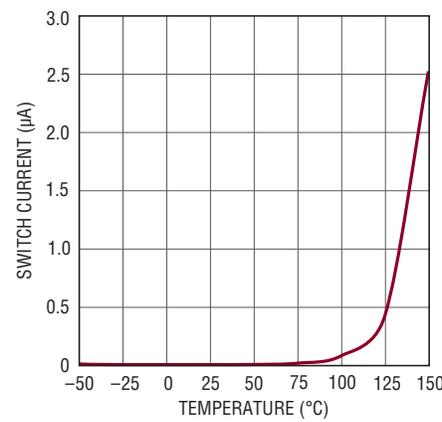
3999 G03

スイッチの V_{CESAT}



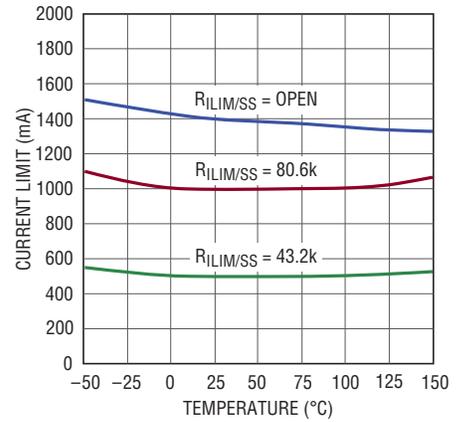
3999 G04

スイッチの漏れ電流



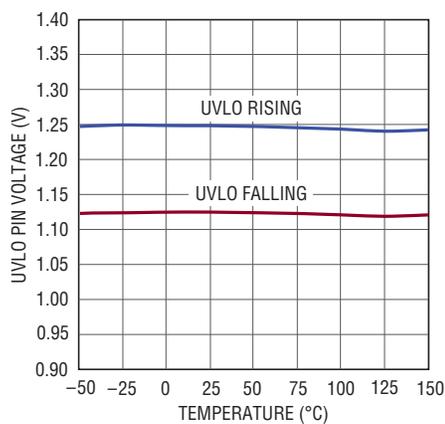
3999 G05

スイッチの電流制限



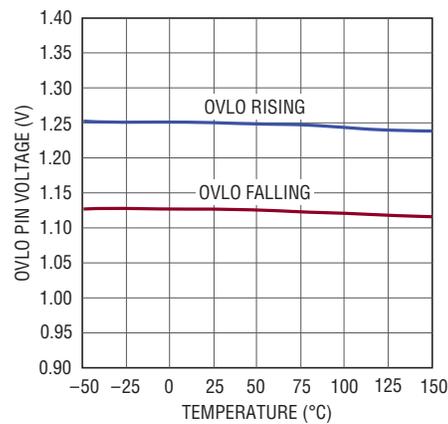
3999 G06

UVLOのしきい値電圧



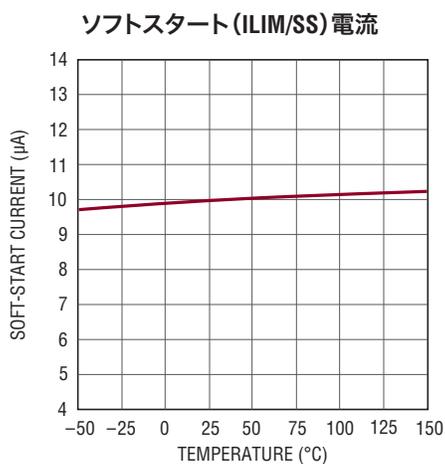
3999 G07

OVLOのしきい値電圧

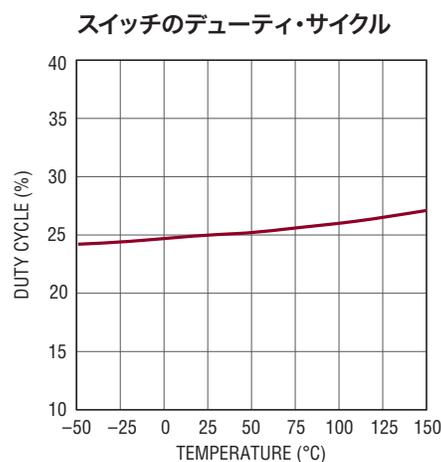


3999 G08

標準的性能特性



3999 G09



3999 G10

ピン機能

SWA, SWB (ピン1, ピン10) : SWAピンとSWBピンは、パワー・スイッチのオープンコレクタ・ノードです。これらのピンは、トランスを駆動し、センタータップ付きトランスの出力端子に接続されます。これらのピンには大きな電流が流れるため、PCBトレースを短くし、その幅を広くしてください。

V_{IN} (ピン2) : V_{IN}ピンは、スイッチ・ドライバと内部レギュレータの主電源ピンです。パワー・スイッチのオン/オフの間に、短時間、高電流パルスが発生します。4.7µF以上の低ESRコンデンサを接続します。

UVLO (ピン3) : UVLOピンは、V_{IN}の正確な低電圧ロックアウトを実装するために、ヒステリシス付きの高精度なしきい値を備えています。UVLO機能は、スイッチングをディスエーブルし、デバイスを低電流シャットダウン・モードに設定します。UVLOピンは、V_{IN}に直接接続するか、抵抗分割器列に接続します。

OVLO/DC (ピン4) : OVLO/DCピンは、V_{IN}の正確な過電圧ロックアウトを実装するために、ヒステリシス付きの高精度なしきい値を備えています。OVLO機能は、スイッチングをディスエーブルします。この機能をディスエーブルする場合はOVLO/DCピンをグラウンドに接続し、デューティ・サイクルを設定する場合はOVLO/DCピンを抵抗分割器列に接続します。

RBIAS (ピン5) : RBIASピンは、パワー・スイッチ(SWAおよびSWB)のバイアス電流を設定します。このピンとGNDの間に、49.9kの抵抗を接続します。

RDC (ピン6) : RDCピンは、デューティ・サイクル制御ピンです。このピンとグラウンドの間に抵抗を接続して、デューティ・サイクルを設定します。使用しない場合は、このピンをフロート状態のままにするか、OVLO/DCピンに接続します。

RT (ピン7) : RTピンは、パワー・スイッチのスイッチング周波数を設定します。

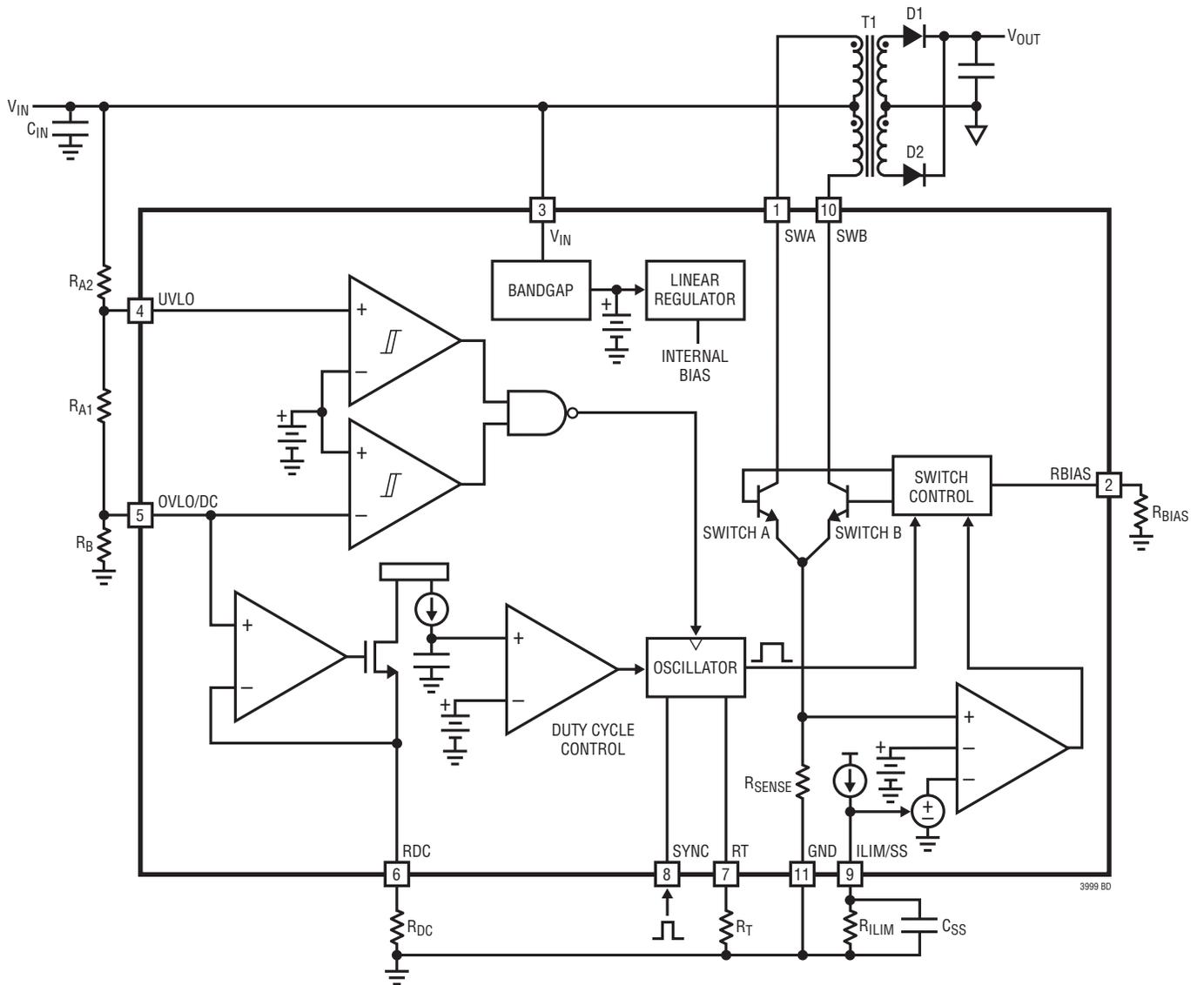
SYNC (ピン8) : SYNCピンは、デバイスを外部クロックと同期させます。内部発振器周波数は、外部クロック周波数よりも低く設定します。外部リファレンスとのクロックの同期は、スイッチャの電圧または電流高調波の位置をさらに安定化するのに役立ちます。使用しない場合は、SYNCピンをグラウンドに接続します。

ILIM/SS (ピン9) : ILIM/SSピンは、サイクルごとの最大スイッチ電流のしきい値レベルを設定します。コンデンサC_{SS}をこのピンとグラウンドの間に配置して、ソフトスタートを実装します。内部電流源がこのコンデンサを充電します。R_{ILIM}、C_{SS}時定数は、ソフトスタート時間を設定し、起動時の最大スイッチ電流しきい値を上昇させます。

ILIM/SS機能を使用しない場合は、このピンをフロート状態にします。その場合、電流制限はデフォルトで内部制限に設定されます。

GND (ピン11) : グラウンド・ピンは、パッケージの露出パッドです。露出パッドは直接グラウンド・プレーンに半田付けしてください。

ブロック図



動作

概要

LT3999はモノリシック、絶縁型プッシュプルDCトランス・ドライバです。デューティ・サイクル制御、ソフトスタート、保護機能などの機能を備えています。

プッシュプル回路構成

プッシュプル回路構成では、異なる位相で動作する2つのスイッチが、センタータップ付きトランスの1次側で方形波電圧パルスを生成します。2次側のダイオードが電圧を整流し、出力電圧を生成します。この電圧は、単に V_{IN} にトランスの巻数比を掛けた値になります。

デューティ・サイクル制御

LT3999のデューティ・サイクル制御は、ある程度の入力レギュレーションを提供します。デューティ・サイクルは、RDCピンの抵抗とOVLO/DCの電圧によって設定されます。OVLO/DCの電圧を V_{IN} の関数にすることによって、デューティ・サイクルが V_{IN} の変化に伴って調整され、それによって V_{OUT} 電流が一定に保たれます。

この機能は、LDOを使用してLT3999の出力のポスト・レギュレーションを行う場合に役立ちます。デューティ・サイクル制御を使用して出力を擬似的に安定化することによって、LDOでの電力損失が最小限に抑えられます。

RDCピンをフロート状態のままにするか、OVLO/DCピンに接続すると、デューティ・サイクル機能がディスエーブルされ、LT3999は約50%のデューティ・サイクルで動作します。

電流制限とソフトスタート

LT3999のILIM/SSピンは、サイクルごとのスイッチ電流制限とソフトスタート時間を設定します。ILIM/SSピンの抵抗は、電流制限を設定します。このピンに接続されたコンデンサを抵抗と共に使用して、ソフトスタート時間を設定します。

設定された電流制限に達すると、スイッチが直ちにオフになり、残りのサイクルの間、オフのままになります。ILIM/SSピンを未接続のままにすると、プログラム可能な電流制限がディスエーブルされ、LT3999の電流制限はデフォルトで内部電流制限に設定されます。

ソフトスタート機能は、設定されたソフトスタート時間の間、最大スイッチ電流を上昇させます。ソフトスタート時間の目的は、入力電源からの突入電流を低減することです。

その他の機能

LT3999の保護機能には、過電圧ロックアウト(OVLO)、低電圧ロックアウト(UVLO)、およびサーマル・シャットダウンがあります。

OVLO機能は、OVLO/DCピンを使用して設定します。OVLOの発生時に、スイッチングはディスエーブルされます。LT3999を保護するために、 V_{IN} ピンにも内部過電圧ロックアウトが備わっています。

UVLO機能は、UVLOピンを使用して設定します。UVLOの発生時に、スイッチングはディスエーブルされます。UVLOピンは、LT3999を低静止電流シャットダウン状態にするためにも使用されます。

接合部温度が動作温度範囲を超えると、サーマル・シャットダウン機能によって両方のスイッチがオフになります。

アプリケーション情報

スイッチング周波数

LT3999は、位相の異なる2つの出力パワー・スイッチを駆動します。そのため、発振器周波数は、各パワー・スイッチの実際のスイッチング周波数の2倍になります。スイッチング周波数の選択は、電力効率と、容量性および誘導性蓄積部品のサイズとの間のトレードオフになります。

低いスイッチング周波数で動作すると、スイッチング損失(遷移損失)が減少し、その結果、電力変換効率が向上します。ただし、スイッチング周波数を低くすると、与えられたリップル電流量に対してインダクタンスを大きくする必要があり、その結果、設計の実装面積が大きくなり、コストが上昇します。

LT3999のスイッチング周波数は、50kHz～1MHzの範囲で設定します。与えられた動作周波数での R_T の値は、表1または次の式から選択します。

表1. 推奨される1%精度の抵抗の標準値

R_T	fsw
316k Ω	50kHz
158k Ω	100kHz
76.8k Ω	200kHz
49.9k Ω	300kHz
36.5k Ω	400kHz
28k Ω	500kHz
22.6k Ω	600kHz
19.1k Ω	700kHz
16.2k Ω	800kHz
14k Ω	900kHz
12.1k Ω	1000kHz

$$R_T (\text{k}\Omega) = \left(\frac{1}{2 \cdot f_{\text{sw}}} - 70\text{ns} \right) \cdot 3.25 \cdot 10^{10}$$

発振器の同期

高周波数の高調波を正確に配置するために、より高精度な周波数が必要なアプリケーションでは、LT3999の発振器を外部クロックと同期させることができます。内部発振器周波数を、外部同期周波数よりも10%～50%低く設定します。スイッチング周波数は、同期周波数の1/2になります。

2V以上の方形波を使用してSYNCピンを駆動します。SYNCピンの方形波の立ち上がりエッジで、クロックの放電が開始されます。使用しない場合、SYNCピンをグランドに接続します。

デューティ・サイクル

LT3999を最大デューティ・サイクル・レベルで動作させるには、RDCピンを未接続のままにします。

V_{IN} の変動は、LT3999のデューティ・サイクル制御機能によって1次まで補償されます。デューティ・サイクル機能は、抵抗分割器を V_{IN} とOVLO/DCピンの間に接続し、抵抗をRDCピンとグランドの間に接続して実装します。以下の式を使用して、RDCの抵抗またはデューティ・サイクルを計算します。

$$\text{Duty Cycle (DC)} = \frac{1.25 \cdot \text{RDC}}{V_{\text{IN}} \cdot \frac{R_B}{R_A + R_B} \cdot R_T \cdot 4}$$

$$\text{RDC} = \frac{V_{\text{IN}} \cdot \frac{R_B}{R_A + R_B} \cdot R_T \cdot \text{DC} \cdot 4}{1.25}$$

ここで、 R_A と R_B は V_{IN} とOVLO/DCの間の抵抗分割器の抵抗、 R_T は周波数設定抵抗です。図1を参照してください。公称 V_{IN} 電圧でOVLO/DCピンを0.612Vに設定すると、広い入力範囲で良好な入力レギュレーションが得られます。

このデューティ・サイクルは、個々のスイッチのデューティ・サイクルを指しています。通常、各スイッチは、約50%のデューティ・サイクルで動作します。

アプリケーション情報

ソフトスタートと電流制限

LT3999のソフトスタートは、ILIM/SSピンでコンデンサまたは抵抗とコンデンサのいずれかによって設定された時間の間、ピーク・スイッチ電流を上昇させます。

コンデンサのみを使用してソフトスタートを設定する場合は、次の式を使用してソフトスタート時間を計算します。

$$t_{ss} \text{ (ms)} = C_{SS} \cdot 80$$

ここで、 C_{SS} は μF 単位です。

このピンに抵抗が接続されないため、電流制限はデフォルトで内部設定値になります。

ILIM/SSピンで抵抗とコンデンサを使用してソフトスタート時間を設定する場合は、次の式を使用してソフトスタート時間を計算します。

$$\tau = RC$$

ここで、 3τ は最大電流の95%になります。

LT3999のサイクルごとの電流制限は、ILIM/SSピンの抵抗で設定します、次の式を使用して抵抗の値を計算します。

$$R_{ILIM} \text{ (k}\Omega\text{)} = I_{LIM} \cdot 86.4$$

OVLO/DCおよびUVLO

UVLOピンは、LT3999をイネーブルするヒステリシス付き高精度電圧しきい値を備えています。通常、このピンは、抵抗分割器を介して V_{IN} に接続しますが、 V_{IN} に直接接続することもできます。

OVLO/DCピンは、LT3999のスイッチング動作をディスエーブルするヒステリシス付き高精度電圧しきい値を備えています。通常、このピンは、抵抗分割器を介して V_{IN} に接続します。この機能をディスエーブルする場合は、OVLO/DCピンをGNDに直接接続します。2つ抵抗分割器列をOVLO/DCピンとUVLOピンとで別々に使用するか、それらを一緒に結合して1つの抵抗分割器列として使用して両方のピンを駆動することができます。図1を参照してください。

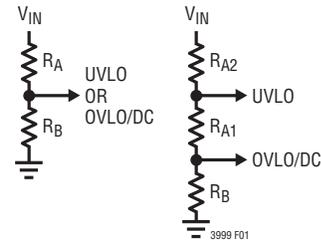


図1. 高精度なUVLO、およびOVLOの抵抗分割器

最初に R_B を選択してから、各抵抗を選択します。次に、次式を用いて R_A を計算します。

$$R_A = R_B \left(\frac{V_{TH}}{1.25V} - 1 \right)$$

ここで、 V_{TH} は、電源をイネーブル(UVLO)またはディスエーブル(OVLO/DC)する、 V_{IN} を基準とする電圧です。

トランスの設計

各種の入力電圧、出力電圧、および電力の組み合わせに対して推奨されるセンタータップ付きトランスを表3に示します。これらのトランスには、若干高い出力電圧が発生するため、LDOレギュレータを出力に接続することができます。

目的のアプリケーションに適したトランスが表にない場合は、トランスの選択または設計(あるいは、その両方)をサポートするために、LTCアプリケーション・グループが提供されています。トランスの設計または選択では、以下に示す特性が極めて重要であり、これらを考慮する必要があります。

表3. 推奨されるセンタータップ付きトランス

公称入力電圧(V)	公称出力電圧(V)	出力電力(W)	製品番号
5	5	5	Coilcraft PA6383
5	12	1	Coilcraft PA6381
5	12	3	Cooper Bussman CTX02-19064
12	12	10	Coilcraft PA6384
24	24	20	Cooper Bussman CTX02-19061

アプリケーション情報

巻数比

トランスの巻数比は、出力電圧を決定します。初期値を求めるために、以下の式を使用して巻数比を計算します。

$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{V_{OUT} + V_F}{2(V_{IN} - V_{SW})DC}$$

ここで、 V_F は出力ダイオードの順方向電圧、 V_{SW} は内部スイッチの両端の電圧降下（「標準的性能特性」のグラフを参照）、DCはデューティ・サイクルです。トランスの巻線抵抗に起因する電圧降下を考慮して、巻数比には十分なマージンを追加する必要があります。

磁化電流

トランスの磁化インダクタンスによって、負荷電流とは無関係にリップル電流が発生します。このリップル電流は、次式で計算されます。

$$\Delta I = \frac{V_{IN} \cdot DC}{f_{SW} \cdot L_M}$$

ここで、 ΔI と L_M は、それぞれ、トランスの1次側を基準にする1次側リップル電流および磁化インダクタンスです。トランスの磁化インダクタンス(L_M)が増えると、リップル電流が減少します。リップル電流の式は、磁化インダクタンスに対するスイッチング周波数の影響を示しています。LT3999を高いスイッチング周波数に設定すると、磁化インダクタンスが同じ場合に、リップル電流が減少します。そのため、トランスの巻数を減らしても、低いリップル電流を達成することができます。これによって、電力コンバータの実装面積も減らすことができます。トランスの磁化インダクタンスは、ワーストケースのデューティ・サイクルと入力ライン電圧の組み合わせに対して設計する必要があります。

目安としては、1次側電流リップル振幅を、1次側平均電流(次式の I_P)の10%～30%に設定します。

$$I_P = \frac{P_{OUT}}{V_{IN} \cdot \text{eff}}$$

ここで、 P_{OUT} はコンバータの出力電力、 eff はコンバータの効率(標準で約85%)です。

巻線抵抗

1次側巻線と2次側巻線のどちらの抵抗も全体の効率を低下させ、負荷レギュレーションを悪化させます。効率または負荷レギュレーションが不十分な場合、トランスの巻線の電圧降下が過剰でないことを確認します。

コンデンサ

最大デューティ・サイクルで動作するアプリケーションでは、入力電源電流はほぼ一定です。そのため、大きい「ホールドアップ・タイプ」の入力コンデンサは必要ありません。入力で高周波ノイズをフィルタリングするには、小さい値(>4.7 μ F)の低ESRセラミック・コンデンサで十分です。出力コンデンサは、スイッチの遷移中のみ、出力負荷にエネルギーを供給します、そのため、出力では、大きい容量値は不要です。

トランスの絶縁された1次側と2次側の間の巻線容量には、グラウンドにノイズを発生させる可能性のある寄生電流が生じます。1次側と2次側の間に高周波数、低インピーダンスの経路を設け、寄生電流にローカルなリターン経路を与えます。2.2nF、1kVのセラミック・コンデンサを推奨します。

オプションのLCフィルタ

極めて低いノイズとリップルが必要な場合は、このデータシート最初のページにある「標準的応用例」に示すように、オプションのLCフィルタを含める必要があります。スイッチ・ノイズを1/100に減衰させるために、フィルタのコーナー周波数を、スイッチング周波数よりも1桁低く設定することを推奨します。例えば、 f_{OSC} が100kHzである場合、 f_{CORNER} を10kHzにします。ここで、

$$f_{CORNER} = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{LC}}$$

スイッチング・ダイオードの選択

ショットキー・ダイオードなどの、回復が速い表面実装ダイオードを推奨します。ダイオードをトランスの出力に近づけることは重要です。短く幅の広いトレースを使用して、これらをできるだけ近づけて接続してください。

アプリケーション情報

出力電圧のレギュレーション

DCトランス回路構成の出力電圧は、安定化されません。出力電圧は、入力電圧とトランスの巻数比の関数であるため、入力電圧の変動によって変化します。出力電圧は、トランスのDC抵抗やパワー・スイッチのオン抵抗などの回路の寄生要素のために、出力負荷の変動によっても変化します。レギュレーションが必要な場合は、電源の出力にリニア・レギュレータなどのポスト・レギュレータを追加できます。リニア・レギュレータを追加する例については、「標準的応用例」を参照してください。

電力に関する検討事項

V_{IN} ピンから供給される電流およびSWAとSWBのスイッチング電流は、LT3999の電力損失の発生源です。電力損失は、以下の合計になります。

- 1) 静止電流とスイッチ駆動の電力損失:

$$P_{VIN} = V_{IN} \left(\frac{I_{SW} \cdot DC}{30} + 4mA \right)$$

ここで、 I_{SW} は平均スイッチ電流です。

- 2) オン状態の間のスイッチの導通電力損失:

$$P_{VCESAT} = V_{CESAT} \cdot I_{SW} \cdot 2DC$$

ここで、DCはデューティ・サイクル、 V_{CESAT} はスイッチの飽和時のコレクタとエミッタ間の電圧降下です。

- 3) スwitching遷移に起因する動的電力損失:

$$P_{SW} = V_{IN} \cdot I_{SW} \cdot f_{OSC} \cdot (t_r + t_f)$$

ここで、 t_r は立ち上がり時間、 t_f は立ち下がり時間です。

接合部温度は次式で計算されます。

$$T_J = T_{AMB} + P_D \cdot \theta_{JA}$$

ここで、

$P_D = P_{VIN} + P_{VCESAT} + P_{SW}$ と θ_{JA} はパッケージの熱抵抗です。

レイアウトに関する検討事項のチェック・リスト

以下に、推奨されるレイアウトに関する検討事項を示します。

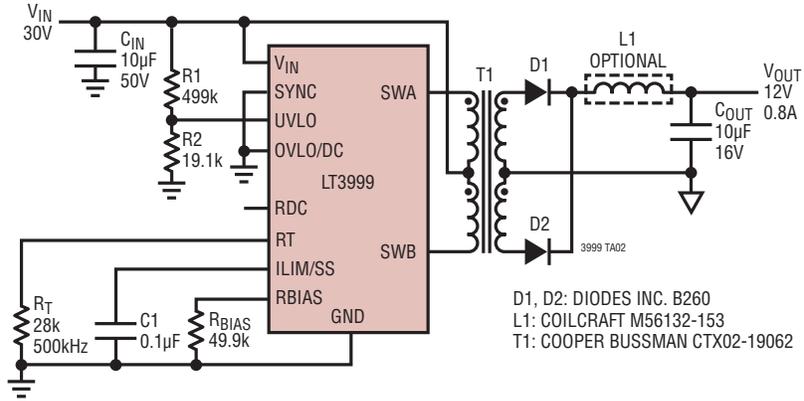
- トランスの V_{IN} ピンのバイパス・コンデンサをトランスの近くに配置します。
- 切れ目のないGNDプレーンを、できればPCBの2つの層上に作成します。
- 短く幅の広いトレースを使用してトランスに接続します。
- 2つのスイッチングの1/2サイクル間の対称性が最大になるように、トランスとPCBの配線を慎重に設計する必要があります。
- LT3999の露出パッドをPCBに半田付けします。複数のビアを追加して、露出パッドをGNDプレーンに接続します。

その他の情報

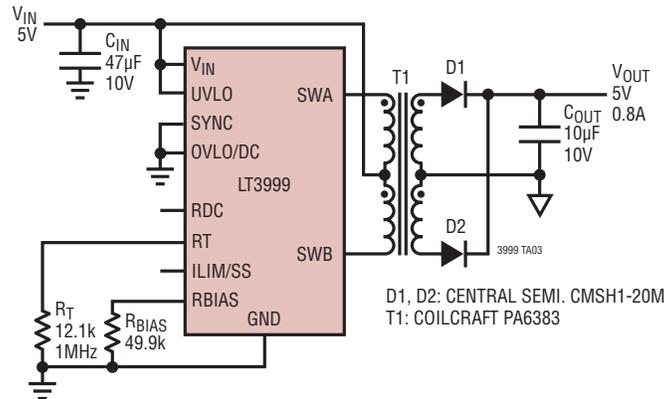
AN70:「A Monolithic Switching Regulator with 100mV Output Noise」には、アプリケーションとノイズ測定手法に関する多くの情報が記載されています。

標準的応用例

30V入力/12V出力、10WプッシュプルDCトランス

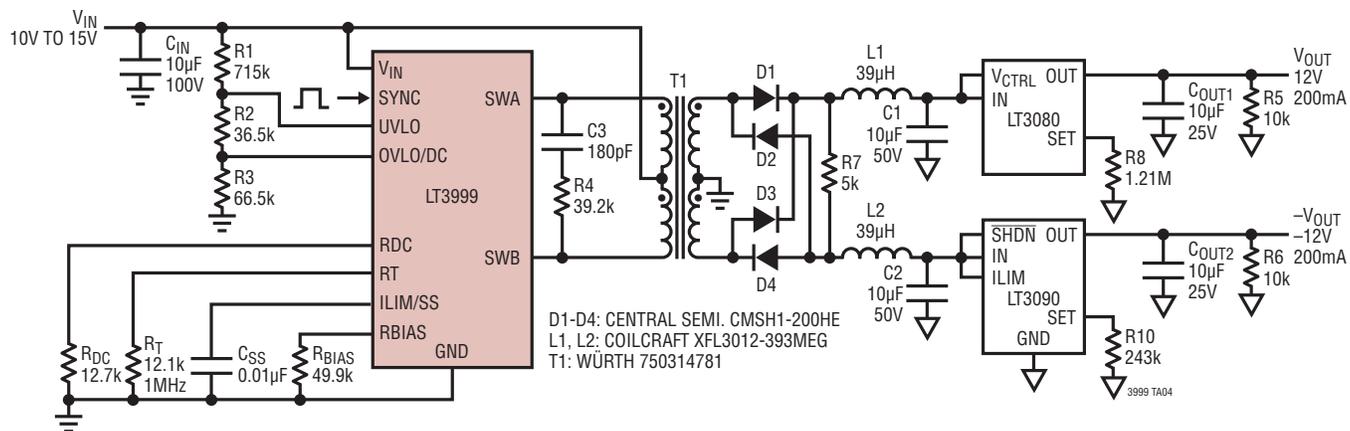


5V入力/5V出力、部品数の少ない4WプッシュプルDCトランス



標準的応用例

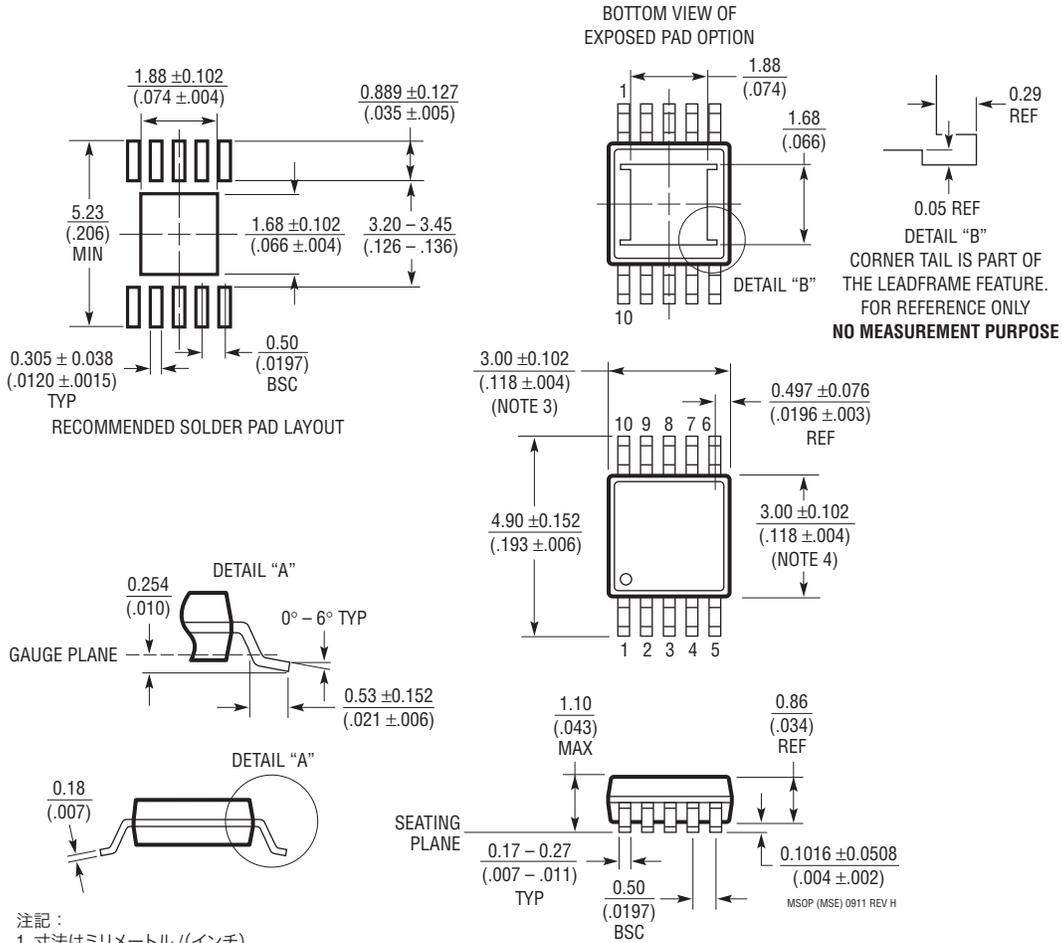
10V~15V 入力/±12V 出力、200mA 絶縁型スイッチング・レギュレータ



パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/>を参照してください。

MSE Package 10-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1664 Rev H)



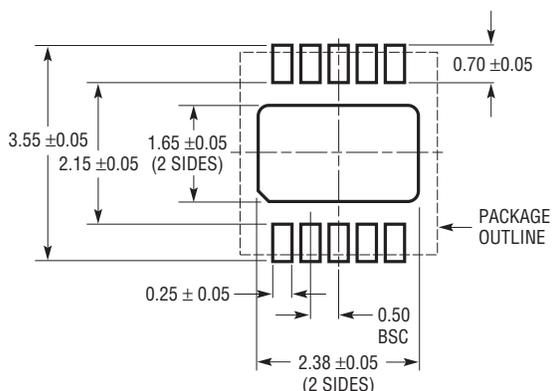
注記:

1. 寸法はミリメートル / (インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
5. リードの平坦度 (整形後のリードの底面) は最大 0.102mm (0.004") であること
6. 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含む
E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (0.010") を超えないこと

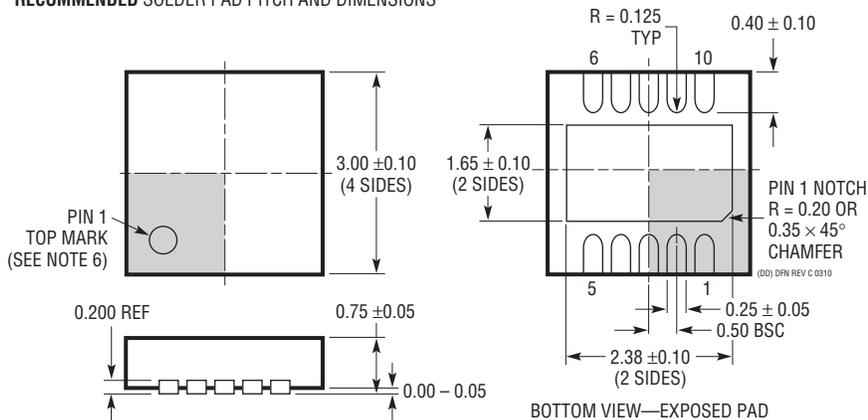
パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/>を参照してください。

DD Package
10-Lead Plastic DFN (3mm × 3mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1699 Rev C)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS

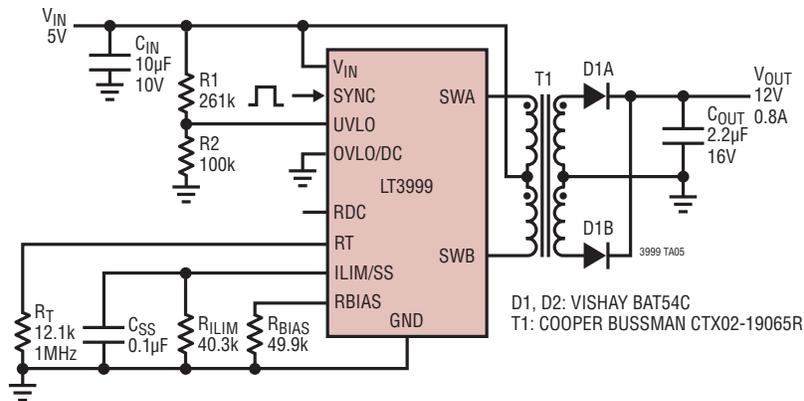


注記:

1. 図は JEDEC のパッケージ外形 M0-229 のバリエーション (WEED-2) になる予定
バリエーションの指定の現状については LTC の Web サイトのデータシートを参照
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

標準的応用例

5V入力/12V出力、1W低電力プッシュプルDCトランス



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3439	スルーレート制御超低ノイズ 1A 絶縁型DC/DCトランス・ドライバ	V_{IN} : 2.7V ~ 17.5V、 I_Q (電源) = 12mA、 $I_{SD} < 12mA$ 、SO-16、低ノイズ: <100mV _{P-P} 、スイッチ電圧と電流スルーレートの独立制御
LT1533	スルーレート制御超低ノイズ絶縁型 1A スイッチング・レギュレータ	V_{IN} : 2.7V ~ 23V、 I_Q (電源) = 12mA、 $I_{SD} < 12mA$ 、SO-16、低ノイズ: <100mV _{P-P} 、スイッチ電圧と電流スルーレートの独立制御
LT1683	スルーレート制御超低ノイズ・プッシュプル・コントローラ	V_{IN} : 2.7V ~ 20V、 I_Q (電源) = 25mA、 $I_{SD} < 24mA$ 、SSOP-20、低ノイズ: <200mV _{P-P} 、スイッチ電圧と電流スルーレートの独立制御
LT1738	スルーレート制御超低ノイズ DC/DC コントローラ	V_{IN} : 2.7V ~ 20V、 I_Q (電源) = 12mA、 $I_{SD} < 24mA$ 、SSOP-20、伝導および放射 EMI を大幅に削減、スイッチ電圧と電流スルーレートの独立制御