

LM2736

LM2736 Thin SOT23 750mA Load Step-Down DC-DC Regulator



Literature Number: JAJSA96

LM2736

薄型 SOT23 750mA 負荷 降圧型 DC/DC レギュレータ

概要

LM2736 は、6 ピンの薄型 SOT23 パッケージに封止された、モノリシック型、高周波数動作、PWM 制御を特徴とする降圧型 DC/DC コンバータです。局所的な DC/DC 変換に必要な能動機能をすべて内蔵し、高速負荷応答と正確なレギュレーションを、可能な限り小さな PCB 面積上に実現します。

必要な外付け部品が少ない点に加え、オンラインの設計支援ツール WEBENCH[®] を使用できるため、LM2736 を用いた回路の設計は容易です。最先端の 0.5 μm BiCMOS 技術を用いて 750mA の駆動能力を持つオン抵抗 350m Ω の NMOS トランジスタを内蔵したことで、現時点で最高クラスの電力密度を達成しています。世界レベルの制御回路によって 13ns という短いオン時間を実現し、高速な変換動作の結果、3V から 18V の全入力範囲にわたって最小出力電圧 1.25V を得ています。スイッチング周波数は 550kHz (LM2736Y) または 1.6MHz (LM2736X) に固定され、表面実装の微小インダクタとチップ・コンデンサを使用することが可能です。動作周波数がきわめて高い一方で最高 90% の効率を容易に達成します。外部シャットダウン機能を内蔵し、スタンバイ電流はきわめて小さく 30nA です。LM2736 は電流モード制御と内部補償を備え、幅広い動作条件で高性能レギュレーションを実現します。このほか、突入電流を抑えるソフトスタート回路、パルスごとの電流制限、サーマル・シャットダウン、出力オーバervoltage 保護機能を内蔵しています。

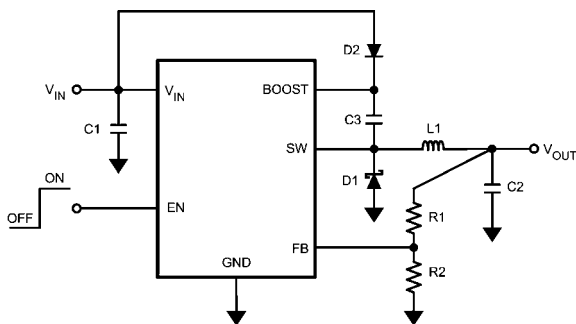
特長

- 薄型 SOT23-6 パッケージ
- 3.0V ~ 18V 入力電圧範囲
- 1.25V ~ 16V 出力電圧範囲
- 750mA 出力電圧
- スイッチング周波数 550kHz (LM2736Y) または 1.6MHz (LM2736X)
- 350m Ω NMOS スイッチ内蔵
- 30nA シャットダウン時電流
- 1.25V、精度 2%、内部電圧リファレンス
- 内部ソフトスタート
- 電流モード、PWM 動作
- WEBENCH[®] オンライン設計ツール
- サーマル・シャットダウン

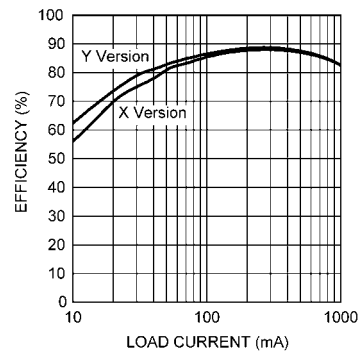
アプリケーション

- ポイント・オブ・ロード・レギュレーション
- HDD のコア電源
- セットトップ・ボックス
- バッテリー動作機器
- USB 動作機器
- DSL モデム
- ノートパソコン

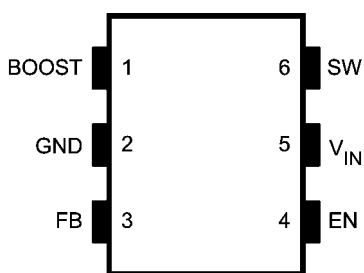
代表的なアプリケーション回路



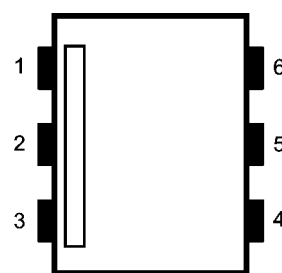
Efficiency vs Load Current "X"
 $V_{IN} = 5V, V_{OUT} = 3.3V$



WEBENCH[®] はナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。

 配置図


6-Lead TSOT
NS Package Number MK06A



Pin 1 Indentification

製品情報

Order Number	Package Type	NSC Package Drawing	Package Marking	Supplied As
LM2736XMK	TSOT-6	MK06A	SHAB	1000 Units on Tape and Reel
LM2736YMK			SHBB	1000 Units on Tape and Reel
LM2736XMKX			SHAB	3000 Units on Tape and Reel
LM2736YMKX			SHBB	3000 Units on Tape and Reel

* 鉛フリー・パッケージに関しては、最寄りのナショナル セミコンダクターの販売代理店にお問い合わせください。

端子説明

ピン	名称	機能
1	BOOST	内蔵 NMOS 制御スイッチを駆動するブースト電圧です。ブートストラップ・コンデンサを BOOST ピンと SW ピンの間に接続します。
2	GND	信号と電源のグラウンド・ピン。精度の高いレギュレーションを行うために、帰還ネットワークの下側抵抗はこのピンのできるだけ近くに配置してください。
3	FB	帰還ピン。FB ピンを抵抗分圧回路に接続して出力電圧を設定します。
4	EN	イネーブル制御ピン。HIGH を与えるとデバイスの動作がオンになります。開放のまま使用しないでください。また $V_{IN} + 0.3V$ を超える電圧を与えてはなりません。
5	V_{IN} 電圧	入力電源電圧。バイパス・コンデンサをこのピンに接続してください。
6	SW	出力スイッチ信号です。インダクタ、キャッチ・ダイオード、ブートストラップ・コンデンサを接続します。

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。

V _{IN} 電圧	- 0.5V ~ 22V
SW 電圧	- 0.5V ~ 22V
Boost 電圧	- 0.5V ~ 28V
BoostとSWの間のピン間電圧	- 0.5V ~ 6.0V
FB 電圧	- 0.5V ~ 3.0V
EN 電圧	- 0.5V ~ (V _{IN} + 0.3V)
接合部温度	150
ESD 定格 (Note 2)	2kV
保存温度範囲	- 65 ~ 150

ハンダ付け情報

赤外線または対流リフロー (15 秒)	220
ウェーブ・ハンダ付けリード温度 (10 秒)	260

動作定格 (Note 1)

V _{IN} 電圧	3V ~ 18V
SW 電圧	- 0.5V ~ 18V
Boost 電圧	- 0.5V ~ 23V
BoostとSWの間のピン間電圧	1.6V ~ 5.5V
接合部温度範囲	- 40 ~ + 125
熱抵抗 J _A (Note 3)	118 /W

電気的特性

標準字体で記載された仕様は T_J = 25 の場合であり、太字で記載された上限または下限値は「全動作温度範囲」(T_J = - 40 ~ 125)に適用されます。特記のない限り、V_{IN} = 5V、V_{BOOST} - V_{SW} = 5V です。Min/Max リミット値は、設計、検査、統計的解析により保証されています。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 4)	Typ (Note 5)	Max (Note 4)	Units
V _{FB}	Feedback Voltage		1.225	1.250	1.275	V
ΔV _{FB} /ΔV _{IN}	Feedback Voltage Line Regulation	V _{IN} = 3V to 18V		0.01		% / V
I _{FB}	Feedback Input Bias Current	Sink/Source		10	250	nA
UVLO	Undervoltage Lockout	V _{IN} Rising		2.74	2.90	V
	Undervoltage Lockout	V _{IN} Falling	2.0	2.3		
	UVLO Hysteresis		0.30	0.44	0.62	
F _{SW}	Switching Frequency	LM2736X	1.2	1.6	1.9	MHz
		LM2736Y	0.40	0.55	0.66	
D _{MAX}	Maximum Duty Cycle	LM2736X	85	92		%
		LM2736Y	90	96		
D _{MIN}	Minimum Duty Cycle	LM2736X		2		%
		LM2736Y		1		
R _{DS(ON)}	Switch ON Resistance	V _{BOOST} - V _{SW} = 3V		350	650	mΩ
I _{CL}	Switch Current Limit	V _{BOOST} - V _{SW} = 3V	1.0	1.5	2.3	A
I _Q	Quiescent Current	Switching		1.5	2.5	mA
	Quiescent Current (shutdown)	V _{EN} = 0V		30		
I _{BOOST}	Boost Pin Current	LM2736X (50% Duty Cycle)		2.2	3.3	mA
		LM2736Y (50% Duty Cycle)		0.9	1.6	
V _{EN_TH}	Shutdown Threshold Voltage	V _{EN} Falling			0.4	V
	Enable Threshold Voltage	V _{EN} Rising	1.8			
I _{EN}	Enable Pin Current	Sink/Source		10		nA
I _{SW}	Switch Leakage			40		nA

Note 1: 「絶対最大定格」とは、デバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」とは、デバイスが正常に機能する条件をいいますが、性能のリミット値を保証するものではありません。保証された仕様とそのテスト条件については「電気的特性」を参照してください。

Note 2: 人体モデルでは、1.5k と 100pF を直列に接続します。

Note 3: 接合部温度が 165 を超えるとサーマル・シャットダウンが生じます。最大消費電力は、T_{J(MAX)}、J_A、T_A の関数として求められます。任意の周囲温度に対する最大許容消費電力は、P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / J_A で算出されます。すべての数値は、2 オンス (70μm) 銅箔を 4 層構成にした 3 インチ (約 75mm) 平方の基板に直接ハンダ付けし、周囲が無風状態に置かれたパッケージに適用されます。1 オンス (35μm) 銅箔の 2 層基板で無風の場合は、J_A = 204 /W です。

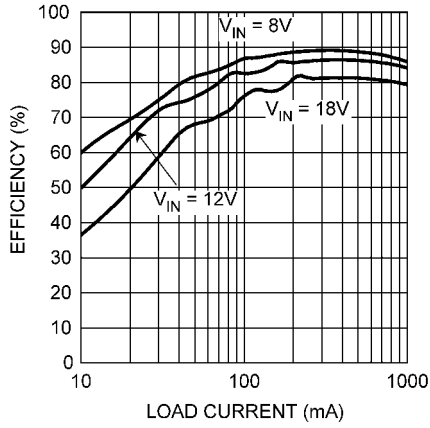
Note 4: ナショナル セミコンダクターの平均出荷品質レベル (AOQL) で保証されています。

Note 5: 代表値 (Typ 値) とは最も平均的な特性を示します。

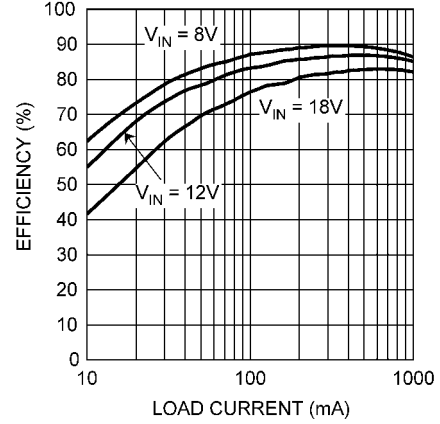
代表的な性能特性

すべての特性グラフは、特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{BOOST} - V_{SW} = 5V$ 、 $L1 = 4.7\mu H$ ("X")、 $L1 = 10\mu H$ ("Y")、 $T_A = 25$ の条件で取得しています。

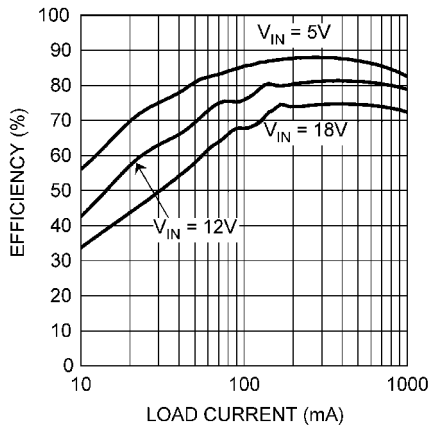
Efficiency vs Load Current - "X" $V_{OUT} = 5V$



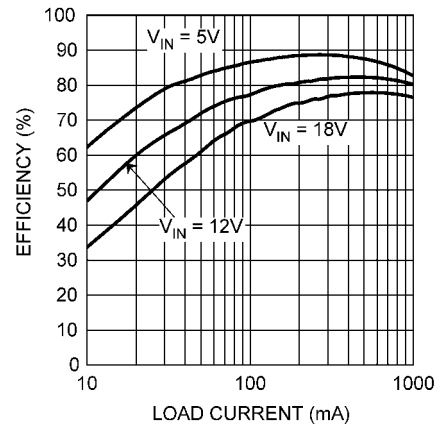
Efficiency vs Load Current - "Y" $V_{OUT} = 5V$



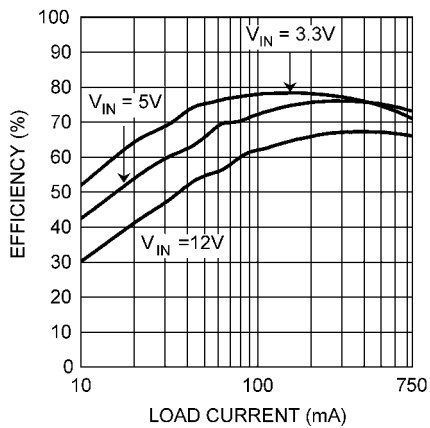
Efficiency vs Load Current - "X" $V_{OUT} = 3.3V$



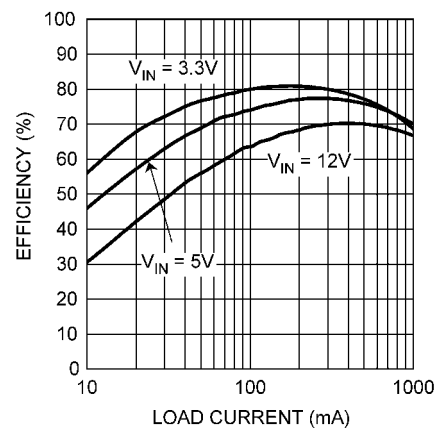
Efficiency vs Load Current - "Y" $V_{OUT} = 3.3V$



Efficiency vs Load Current - "X" $V_{OUT} = 1.5V$



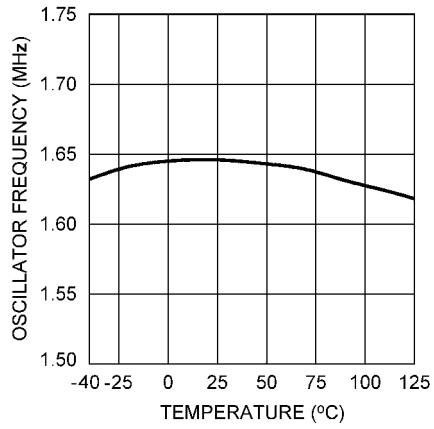
Efficiency vs Load Current - "Y" $V_{OUT} = 1.5V$



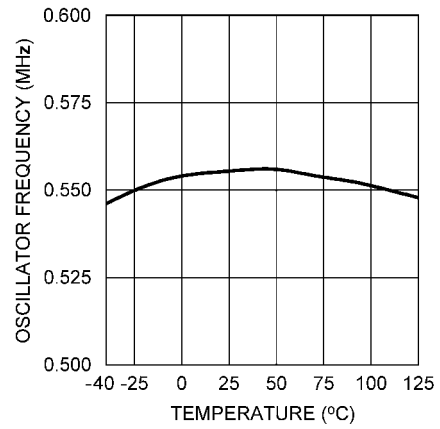
代表的な性能特性 (つづき)

すべての特性グラフは、特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{BOOST} - V_{SW} = 5V$ 、 $L1 = 4.7\mu H$ ("X")、 $L1 = 10\mu H$ ("Y")、 $T_A = 25$ の条件で取得しています。

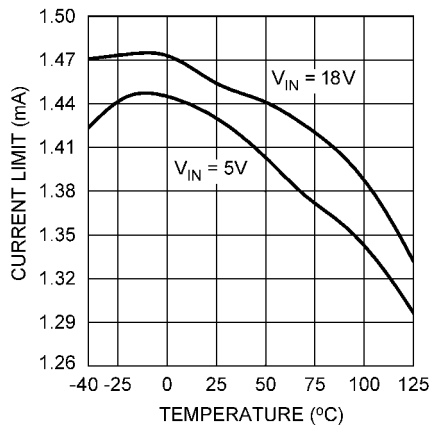
Oscillator Frequency vs Temperature - "X"



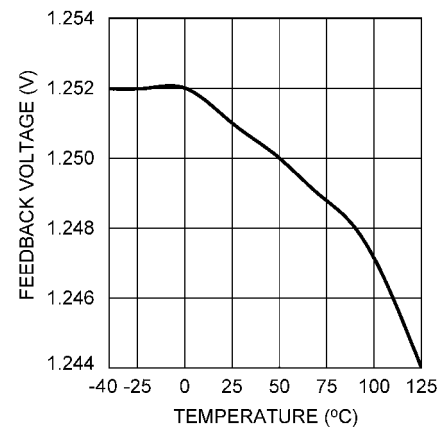
Oscillator Frequency vs Temperature - "Y"



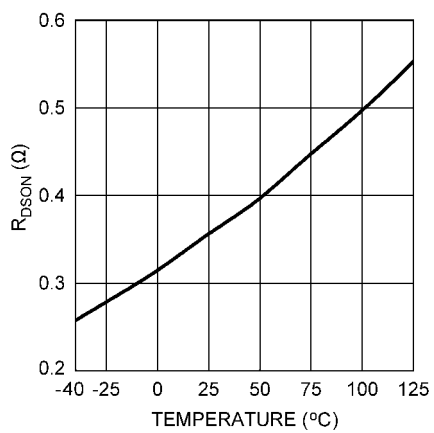
Current Limit vs Temperature $V_{IN} = 18V$, $V_{IN} = 5V$



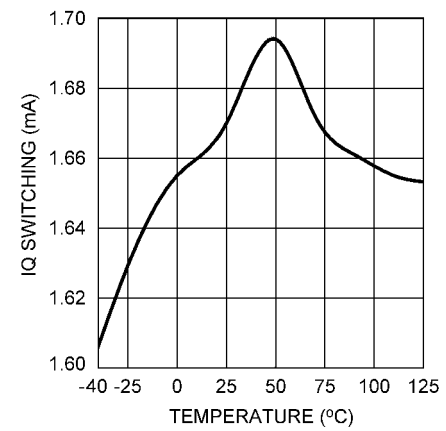
V_{FB} vs Temperature



$R_{DS(on)}$ vs Temperature

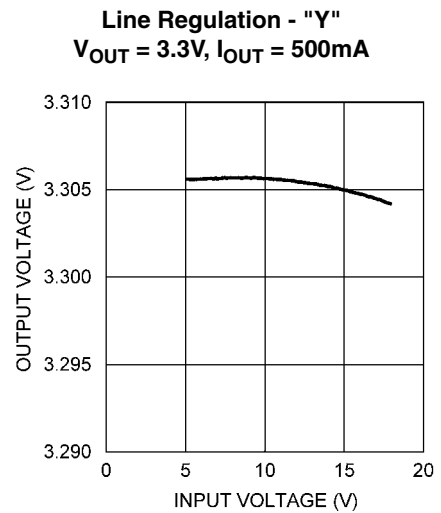
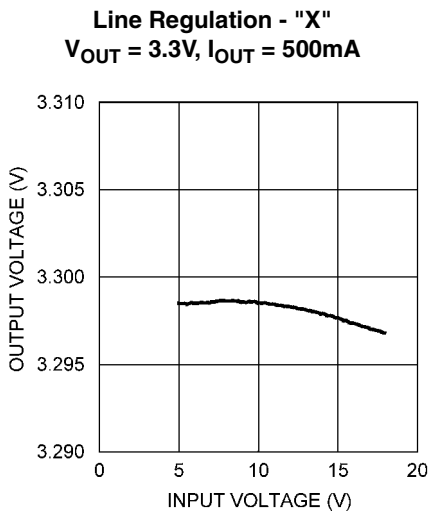
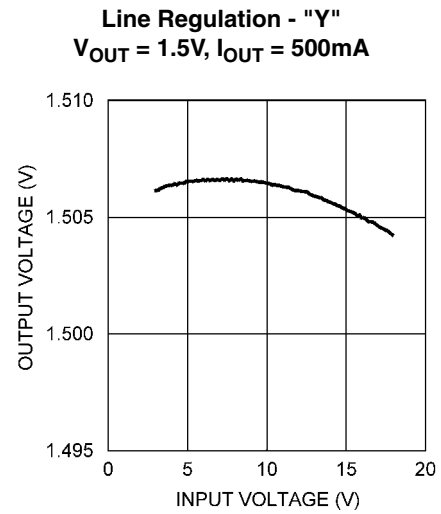
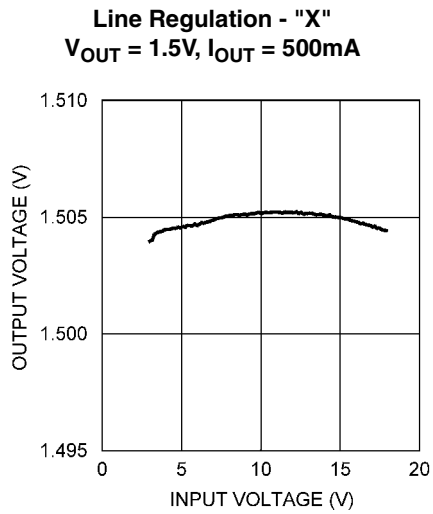


I_Q Switching vs Temperature



代表的な性能特性 (つづき)

すべての特性グラフは、特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{BOOST} - V_{SW} = 5V$ 、 $L1 = 4.7\mu H$ ("X")、 $L1 = 10\mu H$ ("Y")、 $T_A = 25$ の条件で取得しています。



ブロック図

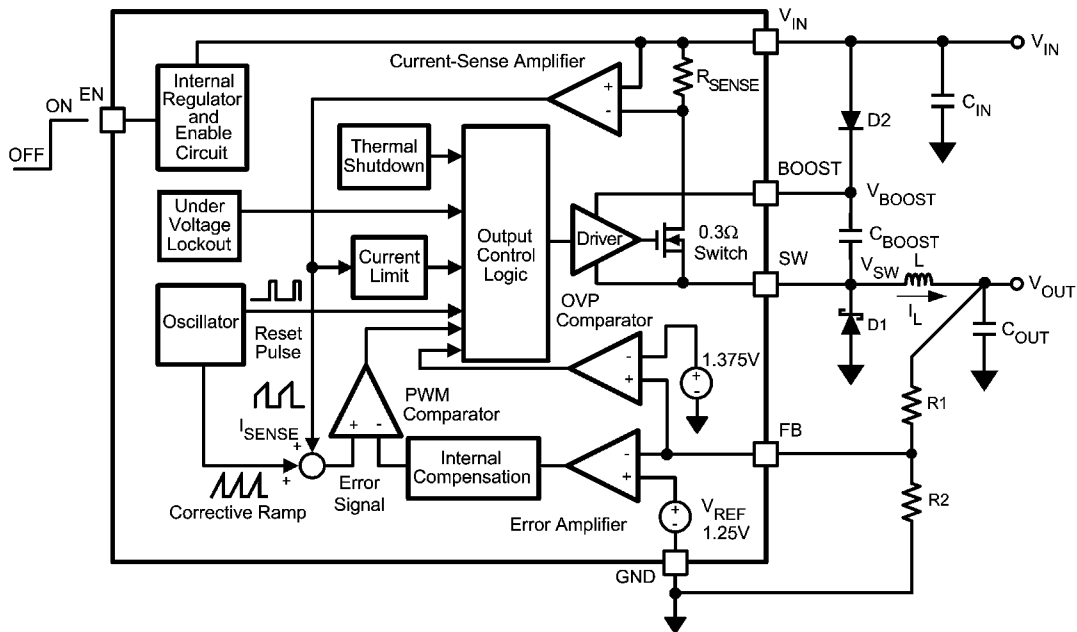


FIGURE 1.

アプリケーション情報

動作原理

LM2736 は 750mA の負荷電流を供給する一定周波数動作の PWM 降圧型レギュレータ IC です。レギュレータは、550kHz (LM2736Y) または 1.6MHz (LM2736X) のいずれかが決められたスイッチング周波数で動作します。このような高いスイッチング周波数を採用したことにより、LM2736 は小型表面実装のコンデンサとインダクタで動作し、その結果きわめて小さな基板面積のみを占有する DC/DC コンバータを実現できます。LM2736 は補償回路を内蔵しているため、使用方法は簡単であり、必要な外付け部品もわずかです。LM2736 は出力電圧のレギュレーションに電流モード制御を採用しています。

以下に述べる LM2736 の動作説明では、単純化したブロック図 (Figure 1) と動作波形 (Figure 2) を参照します。LM2736 は、内蔵 NMOS 制御スイッチをデューティ・サイクルを変えながら一定の周波数でスイッチングして、レギュレートされた出力電圧を外部に供給します。スイッチング・サイクルは内部発振器が生成するリセット・パルスの立ち上がりエッジで始まります。このパルスが LOW になると出力制御論理が内蔵 NMOS 制御スイッチをオンにします。オンの間、SW ピン電圧 (V_{SW}) はおよそ V_{IN} まで振幅し、またインダクタ電流 (I_L) は直線的な傾きで増加していきます。 I_L は、スイッチ電流に比例した出力を生む電流センス・アンプによって計測されます。センス信号はレギュレータの調整ランプ信号が加算され、帰還電圧と V_{REF} 電圧の差に比例したエラー・アンプ出力と比較されます。PWM コンパレータ出力が HIGH になると、次のスイッチング・サイクルが始まるまで出力スイッチはオフになります。スイッチオフ期間中、インダクタ電流は、キャッチ・ダイオードの順方向電圧 (V_D) によって SW ピン電圧をグラウンド電圧以下に振幅させるショットキ・ダイオード D1 を通じて放電されます。レギュレータ・ループはデューティ・サイクル (D) を調整して一定の出力電圧を維持します。

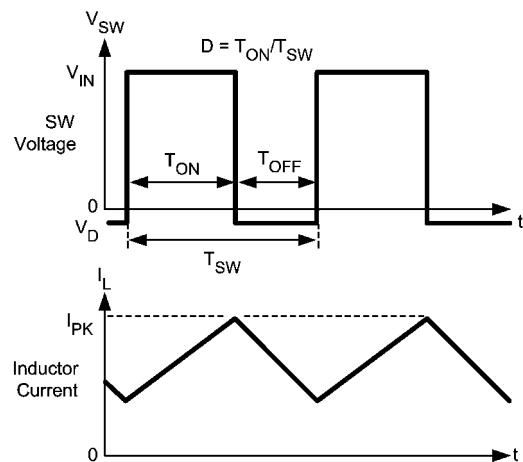


FIGURE 2. LM2736 Waveforms of SW Pin Voltage and Inductor Current

昇圧機能

Figure 3 に記載したコンデンサ C_{BOOST} とダイオード D2 を使用して電圧 V_{BOOST} を生成します。 $V_{BOOST} - V_{SW}$ が内部 NMOS 制御スイッチのゲート駆動電圧になります。オン期間中に内部 NMOS スwitch を適切に駆動するには、 V_{BOOST} は V_{SW} より 1.6V 以上高くしなければなりません。最低電圧である 1.6V でも LM2736 の内蔵 NMOS スwitch は動作しますが、大きな出力電流を供給するゲート駆動としては十分ではない場合があります。したがって高い効率を得るには、 V_{BOOST} は、 V_{SW} より先 2.5V 以上高くしなければなりません。また、 $V_{BOOST} - V_{SW}$ は最大動作上限電圧である 5.5V を超えてはなりません。

アプリケーション情報 (つづき)

5.5V > V_{BOOST} - V_{SW} 2.5V で適切な性能が得られます。

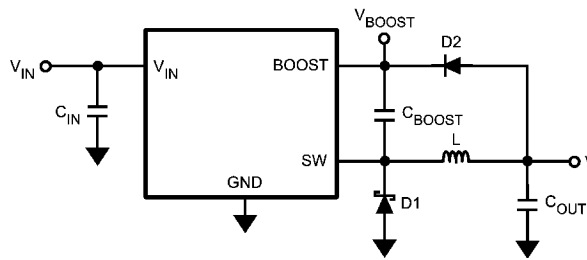


FIGURE 3. V_{OUT} Charges C_{BOOST}

LM2736 のスタートアップ時に、内部回路は BOOST ピンから C_{BOOST} に対して最大 20mA の電流を供給します。C_{BOOST} は、この電流によってスイッチオンに十分な電圧に充電されます。帰還ピンの電圧が 1.18V を超えるまで BOOST ピンは C_{BOOST} に対して電流を供給し続けます。

V_{BOOST} を生成するには複数の方法が考えられます。

1. 入力電圧 (V_{IN}) を用いる方法
2. 出力電圧 (V_{OUT}) を用いる方法
3. 外部分配電圧レール (V_{EXT}) を用いる方法
4. ショット・ダイオードまたは直列ツェナー・ダイオードを用いる方法

Figure 1 に示す簡略化したブロック図で、コンデンサ C_{BOOST} とダイオード D2 は NMOS スイッチのゲート駆動電流を供給します。コンデンサ C_{BOOST} はダイオード D2 を介して V_{IN} によって充電されます。通常のスイッチング・サイクルで内部 NMOS 制御スイッチがオフのとき (T_{OFF}) (Figure 2 参照)、V_{BOOST} は V_{IN} から D2 の順方向電圧 (V_{FD2}) を引いた電圧となり、その間インダクタ (L) 内の電流がショットキ・ダイオード D1 を順方向にバイアス (V_{FD1}) します。以上から C_{BOOST} の両端電圧は、

$$V_{BOOST} - V_{SW} = V_{IN} - V_{FD2} + V_{FD1}$$

NMOS スイッチがターンオン (T_{ON}) すると、SW ピンの電圧は、

$$V_{SW} = V_{IN} - (R_{DS(on)} \times I_L)$$

に上昇して V_{BOOST} を引き上げ、ゆえに D2 を逆バイアスします。したがって V_{BOOST} 電圧は、

$$V_{BOOST} = 2V_{IN} - (R_{DS(on)} \times I_L) - V_{FD2} + V_{FD1}$$

となり、この値はほとんどのアプリケーションでおよそ、

$$2V_{IN} - 0.4V$$

となります。そのため、NMOS スイッチのゲート駆動電圧はおよそ、次のようになります。

$$V_{IN} - 0.2V$$

C_{BOOST} を充電する別の方法は、Figure 3 に示すように、D2 を出力に接続することです。出力電圧は 2.5V から 5.5V の範囲となるため、内部スイッチに適したゲート電圧が与えられます。この回路で C_{BOOST} は、V_{OUT} より先わずかに低いゲート駆動電圧を与えます。

V_{IN} と V_{OUT} の両方が 5.5V を超えるアプリケーション、または両方が 3V を下回るアプリケーションでは、C_{BOOST} をこれら電圧から直接充電できません。V_{IN} と V_{OUT} が 5.5V を超える場合、Figure 4 に示すようにツェナー・ダイオード D3 を D2 に直列に配置すれば、V_{IN} または V_{OUT} からツェナー電圧を引いた電圧で C_{BOOST} を充電できます。入力にツェナー・ダイオードを直列接続して使用する場合、入力電源を与える外部レギュレーション回路

が、推奨 V_{BOOST} 電圧の範囲外の電圧を生成しないことが保証されていなければなりません。

$$(V_{INMAX} - V_{D3}) < 5.5V$$

$$(V_{INMIN} - V_{D3}) > 1.6V$$

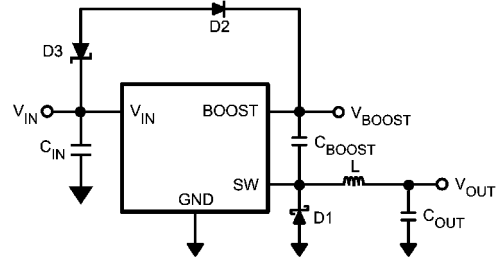


FIGURE 4. Zener Reduces Boost Voltage from V_{IN}

C_{BOOST} を充電するさらに別の方法は、Figure 5 に示すように、シャント回路構成のツェナー・ダイオード D3 を追加することです。SOT-23 または SOD パッケージに入った 350mW から 500mW の 5.1V 小型ツェナーがこの目的に適します。6.3V、0.1μF などの小型セラミック・コンデンサ (C4) をツェナー・ダイオードに並列に接続してください。内部 NMOS スイッチがターンオンすると、電流パルスが引き込まれ内部 NMOS のゲート容量を充電します。この間 0.1μF の並列シャント・コンデンサが V_{BOOST} 電圧を維持します。

抵抗 R3 はツェナー・ダイオード (D3) と BOOST ピンに十分な RMS 電流を供給できるように選択します。ツェナー電流の推奨値 (I_{ZENER}) は 1mA です。BOOST ピンに流れる電流 I_{BOOST} が NMOS 制御スイッチのゲート電流を供給し、通常は X バージョンの次の式に従って変化します。

$$I_{BOOST} = 0.49 \times (D + 0.54) \times (V_{ZENER} - V_{D2}) \text{ mA}$$

Y バージョンの I_{BOOST} は次の式で計算できます。

$$I_{BOOST} = 0.20 \times (D + 0.54) \times (V_{ZENER} - V_{D2}) \text{ μA}$$

ここで D はデューティ・サイクル、V_{ZENER} と V_{D2} の単位は [V]、I_{BOOST} の単位は [mA] です。V_{ZENER} は昇圧ダイオード (D2) のアノードに与えられる電圧、V_{D2} は D2 両端の順方向電圧の平均です。I_{BOOST} の式は代表値を与えることに注意してください。ワーストケースの I_{BOOST} を求める場合は電流を 40% 増やして考えます。すなわちワーストケース電流は次のようになります。

$$I_{BOOST-MAX} = 1.4 \times I_{BOOST}$$

したがって R3 は次のとおり与えられます。

$$R3 = (V_{IN} - V_{ZENER}) / (1.4 \times I_{BOOST} + I_{ZENER})$$

たとえば、X バージョンを使った場合、V_{IN} = 10V、V_{ZENER} = 5V、V_{D2} = 0.7V、I_{ZENER} = 1mA、デューティ・サイクル D = 50% とすると、次のようになります。

$$I_{BOOST} = 0.49 \times (0.5 + 0.54) \times (5 - 0.7) \text{ mA} = 2.19 \text{ mA}$$

$$R3 = (10V - 5V) / (1.4 \times 2.19 \text{ mA} + 1 \text{ mA}) = 1.23 \text{ k}$$

アプリケーション情報 (つづき)

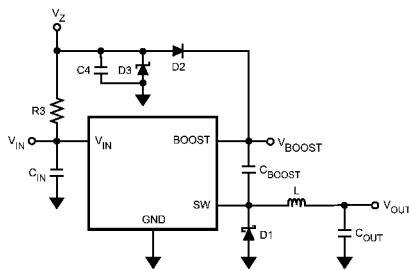


FIGURE 5. Boost Voltage Supplied from the Shunt Zener on V_{IN}

イネーブル端子 / シャットダウン・モード

LM2736 はシャットダウン・モードを備えており、イネーブル・ピン (EN) で制御します。ENピンにLOWを印加するとデバイスはシャットダウン・モードに移行し、待機時電流は代表値で 30nA に下がります。ただし、スイッチの漏れ電流により、入力電源から見た場合はさらに 40nA が消費されます。イネーブル・ピンの電圧は $V_{IN} + 0.3V$ を超えてはなりません。

ソフトスタート

ソフトスタートとは、スタートアップ時に V_{OUT} を制御したレートで上昇させる機能です。ソフトスタート期間中はエラー・アンプのリファレンス電圧は 0V から公称値 1.25V までおよそ 200 μ s で上昇します。レギュレータ出力はより直線的かつ制御された状態で上昇するため、突入電流の抑止効果が得られます。

出力オーバーボルテージ保護

FBピン電圧はオーバーボルテージ・コンパレータによって内部リファレンス V_{ref} より 10% 高い電圧と比較されます。FBピン電圧が内部リファレンス電圧を 10% 上回ると、出力電圧がレギュレーション電圧に向かって低下するように、内部 NMOS 制御スイッチがオフになります。

入力アンダーボルテージ・ロックアウト

アンダーボルテージロックアウト (UVLO) 機能によって、入力電圧が 2.74V (typ) を超えるまで、LM2736 は動作を開始しません。

UVLOのスレッシュホールドはおよそ440mVのヒステリシスを持つため、 V_{IN} が 2.3V (typ) に下がるまでデバイスは動作を続けます。ヒステリシスがあるため、パワーアップ時に V_{IN} が単調増加しない場合でも、デバイスが予期せずターンオフすることはありません。

電流制限

LM2736 はサイクルごとに電流を制限し出力スイッチを保護します。各スイッチング・サイクルの間、出力スイッチ電流が 1.5A (typ) を超えたのを電流制限コンパレータが検出すると、次のスイッチング・サイクルが始まるまでスイッチはオフに保たれます。

サーマル・シャットダウン

IC 接合部温度が 165 を超えるとサーマル・シャットダウンによって出力スイッチはオフにされ、全体の消費電力が制限されます。サーマル・シャットダウンが発生したあとは、接合部温度がおよそ 150 に下がるまで、出力スイッチはオンになりません。

設計ガイド

インダクタの選択

デューティ・サイクル (D) の概算値は出力電圧 (V_O) と入力電圧 (V_{IN}) の比から簡単に求められます。

$$D = \frac{V_O}{V_{IN}}$$

デューティ・サイクルをより正確に算出する場合は、キャッチ・ダイオード (D1) の順方向電圧降下と内部 NMOS 両端の電圧降下を加味する必要があります。D を求めるには次の式を使います。

$$D = \frac{V_O + V_D}{V_{IN} + V_D - V_{SW}}$$

V_{SW} は次の式で近似可能です。

$$V_{SW} = I_O \times R_{DS(ON)}$$

ダイオードの順方向降下電圧 (V_D) はダイオードの品質に依存して 0.3V から 0.7V の範囲をとります。 V_D が低いほどコンバータの動作効率が高くなります。

インダクタ値によって出力リップル電流が決まります。インダクタンスを小さくすればインダクタのサイズは小さくなりますが、出力リップル電流は増加します。インダクタンスを大きくすると出力リップル電流は減少します。リップル電流 (i_L) と出力電流 (I_O) の比は、750mA 出力の場合に、0.3 から 0.4 に設定すると最適になります。比 r は次のように定義されます。

$$r = \frac{\Delta i_L}{I_O}$$

このとき LM2736 の電流制限仕様の最小値 (1.0A) を超えないように保証しなければなりません。そのためインダクタのピーク電流を求める必要があります。インダクタのピーク電流 (I_{LPK}) は次のように求められます。

$$I_{LPK} = I_O + I_L/2$$

出力が 750mA で $r = 0.7$ の場合、インダクタのピーク電流は 1.0125A になります。すべての動作条件に対する電流制限仕様の最小値は 1.0A です。 r を 0.6 に下げてピーク電流を 975mA に抑えるか、電流制限の代表値 1.5A に対して 6シグマ () 範囲を考えた場合に 12.5mA 程度の超過はエンジニアリング的に安全と判断するか、いずれかの手段をとります。設計上の最大出力電流を小さく設定すると比 r は大きくなります。電流 0.1A の場合に r は 0.9 に達することがあります。負荷が軽い場合、正味のリップルは実際には相当小さいためリップル比は大きくても構いません。または、リップル比を小さく抑えるのであればかなり大きなインダクタンスを使用します。2A 未満の任意の電流値で、経験則に基づいて求められる最大リップル比は次のとおりです。

$$r = 0.387 \times I_{OUT}^{-0.3667}$$

この値はあくまで参考値である点に注意してください。

設計ガイド (つづき)

LM2736 の動作周波数は、過渡応答を犠牲にせずに、セラミック出力コンデンサを適用可能な範囲にあります。セラミック・コンデンサを採用すると、大きなインダクタ・リップルを許容しても出力リップルが大幅に増えることはありません。出力電圧リップルの詳しい計算方法は「出力コンデンサ」セクションを参照してください。

リップル電流またはリップル比が決まると、インダクタンスは次のように求められます。

$$L = \frac{V_O + V_D}{I_O \times r \times f_s} \times (1-D)$$

ここで f_s はスイッチング周波数、 I_O は出力電流です。インダクタの選定時には、ピーク電流を飽和せずに扱える性能を備えていることを確認してください。インダクタが飽和すると、インダクタンス値が突然低下するだけでなく、レギュレータの適切な動作を妨げます。インダクタのピーク電流は、内部電流制限の応答速度を理由として、求められる最大出力電流に対してのみ規定する必要があります。たとえば、設計上の最大出力電流が 0.5A でピーク電流が 0.7A の場合、インダクタの飽和電流上限は 0.7A 超として規定しなければなりません。スイッチ電流制限の代表値である 1.5A でインダクタの飽和電流またはピーク電流を規定する必要はありません。インダクタ・サイズは 5 倍も異なります。LM2736 の動作周波数には鉄損を抑えるためフェライトを使ったインダクタを推奨します。フェライトを使ったインダクタは多岐にわたるため選定の際には多少の制約があります。最後に、直列抵抗 (DCR) が低いインダクタほど高い動作効率を得られます。推奨インダクタに関しては回路例を参照してください。

入力コンデンサ

入力コンデンサはスイッチング遷移時に V_{IN} の過度な低下を防ぎます。入力コンデンサの選定にあたって考慮すべき主な仕様は、容量、電圧、RMS 電流定格、そして ESL (等価直列インダクタンス) です。推奨容量は 10 μ F ですが、入力電圧が 6V より低ければ 4.7 μ F でも充分です。入力電圧定格はコンデンサ・メーカーによって規定されています。推奨ダイレーティングが存在しないか、また動作時の入力電圧条件と温度条件で容量に大きな変化がないか、必ず確認してください。入力コンデンサの最大 RMS 入力電流定格 (I_{RMS-IN}) は以下の値より大きくなければなりません。

$$I_{RMS-IN} = I_O \times \sqrt{D \times (1-D + \frac{r^2}{12})}$$

上の式から $D = 0.5$ のときに RMS コンデンサ電流が最大になることがわかります。必ず、デューティ・サイクル D が 0.5 にもっとも近いところで RMS を求めてください。入力コンデンサの ESL は、通常、電流経路の実効断面積で決まります。大きなリード線を持つコンデンサは大きな ESL を持ちますが、0805(2012) のセラミック・チップ・コンデンサはきわめて小さな ESL しか持ちません。LM2736 の動作周波数付近で ESL が大きくなる一部のコンデンサを使用すると、インピーダンス (2 Ω) が安定動作に必要な値より大きくなってしまいます。以上から実装コンデンサの使用を強く推奨します。入力コンデンサと出力コンデンサには、三洋電子部品の POSCAP、タンタルまたはニオブウム、松下電子部品の SP または Cornell Dubilier 社の ESR シリーズ、または多層セラミック・コンデンサ (MLCC) が適しており、それぞれきわめて小さな ESL しか持ちません。MLCC の場合は X7R か X5R 特性の誘電体を推奨します。動作条件における定格容量の変動につい

ては、コンデンサ・メーカーが提供しているデータシートを参照してください。

出力コンデンサ

出力コンデンサは必要とする出力リップル量と過渡応答にもとづいて選択します。負荷変動が発生した場合、最初の電流は主に出力コンデンサが供給します。コンバータの出力リップルは次のとおりです。

$$\Delta V_O = \Delta i_L \times (R_{ESR} + \frac{1}{8 \times f_s \times C_O})$$

MLCC を使用する場合、ESR は通常きわめて小さいため、容量性のリップルが支配的となる場合があります。この場合出力リップルはスイッチング動作から 90 位相がずれた、ほぼ正弦波になります。適切な品質の MLCC を入手でき、かつ、LM2736 を使った設計で期待する出力電圧が得られるのであれば、その他のコンデンサを検討する必要はありません。セラミック・コンデンサを持つ別のメリットは高周波ノイズをバイパスする能力です。スイッチング・エッジ・ノイズの一部はインダクタの寄生容量を介して出力に重畳します。このノイズをセラミック・コンデンサはバイパスしますがタンタル・コンデンサはバイパスしません。出力コンデンサはレギュレータ制御ループの安定性を握る 2 つの外付け部品のうちの 1 つです。そのため、ほとんどのアプリケーションは出力コンデンサに最低でも 10 μ F を必要とします。容量は大幅に増やしてもよく、レギュレータの安定度にはそれほど影響を与えません。多層セラミック・コンデンサは、入力コンデンサと同様に、X7R 品または X5R 品を推奨します。繰り返しますが、設計上の動作電圧と温度条件における実効容量を確認してください。

コンデンサの RMS 電流定格を確認してください。選択するコンデンサの RMS 電流定格は次の条件を満たさなければなりません。

$$I_{RMS-OUT} = I_O \times \frac{r}{\sqrt{12}}$$

キャッチ・ダイオード

キャッチ・ダイオード (D1) はスイッチオフ中に導通します。スイッチング動作の高速性と順方向電圧降下の低さからショットキ・ダイオードを推奨します。キャッチ・ダイオードは電流定格が次の値より大きくなるように選択しなければなりません。

$$I_{D1} = I_O \times (1 - D)$$

ダイオードの逆方向ブレイクダウン定格は、最大入力電圧に適切なマージンを加えた電圧以上でなければなりません。効率を高めるには低順方向電圧降下のショットキ・ダイオードを選択してください。

昇圧ダイオード

1N4148 タイプのような標準的なダイオードを推奨します。3.3V 未満の電圧が V_{BOOST} 回路に与えられる場合は、より高い効率を得るために、小信号ショットキ・ダイオードを使用してください。小信号ダイオードの BAT54 が適切です。

設計ガイド(つづき)

昇圧コンデンサ

6.3V 以上の電圧定格を有するセラミック 0.01 μF コンデンサで充分です。X7R または X5R 特性の MLCC で最適な性能が得られます。

出力電圧

出力電圧は次の式を用いて設定します。ここで R2 は FB ピンとグラウンド間に接続し、R1 は V_O と FB ピン間に接続する抵抗です。R2 の推奨値は 10k です。

$$R1 = \left(\frac{V_O}{V_{REF}} - 1 \right) \times R2$$

基板レイアウトの考慮事項

クリーンでレギュレートされた出力を得るにはレイアウト設計時にいくつかの事項を考慮しなければなりません。レイアウトを行う場合にもっとも重要となる検討事項は、C_{IN} コンデンサおよびキャッチ・ダイオード D1 のそれぞれを、グラウンドに対して電気的に確実に接続することです。これら部品のグラウンド端子は互いに近接させ、また、2 個以上のスルーホール (ビア) を介してグラウンド層に接続してください。これら部品は IC のできるだけ近くに配置してください。次に C_{OUT} コンデンサのグラウンド接続の位置が重要で、C_{IN} と D1 のグラウンド接続の近くに配置してください。

スイッチング・ノード下の分割パターン (アイランド・パターン) を除いて、2 層基板の下側の層には連続したグラウンド面がなければなりません。

FB ピンはハイ・インピーダンス・ノードであることから、ノイズの重畳を防ぎ不適切なレギュレーションを生じさせないように、FB の配線は短くしなければなりません。帰還抵抗は IC のできるだけ近くに配置し、また R2 のグラウンド端は IC グラウンドのできるだけ近くに配置してください。R1 への V_{OUT} 配線は、インダクタやそのほかのスイッチング配線から離してルーティングしてください。

V_{IN}、SW、V_{OUT} 配線には大きな AC 電流が流れるため、できるだけ短くし、かつ、幅を広めにしてください。ただし配線幅を広くすると放射ノイズが増えるため、両者のトレードオフを考慮して設計する必要があります。シールド付きインダクタを使用すれば放射ノイズを抑えられます。

残りの部品も IC のできるだけ近くに配置してください。詳細はアプリケーション・ノート AN-1229、および 4 層レイアウトの例として LM2736 の評価ボードを参照してください。

LM2736X 回路例

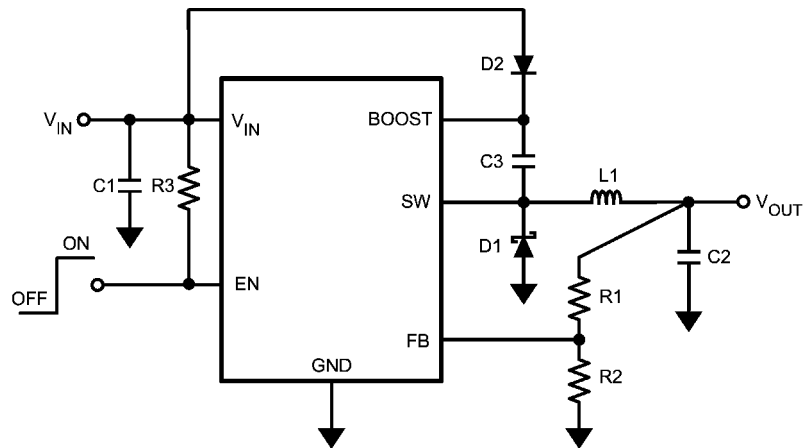


FIGURE 6. LM2736X (1.6MHz)
 V_{BOOST} Derived from V_{IN}
 5V to 1.5V/750mA

Bill of Materials for Figure 6

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736X	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ106M	TDK
C2, Output Cap	10µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ106M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.3V _F Schottky 1A, 10VR	MBRM110L	ON Semi
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
L1	4.7µH, 1.7A,	VLCF4020T- 4R7N1R2	TDK
R1	2kΩ, 1%	CRCW06032001F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736X 回路例 (つづき)

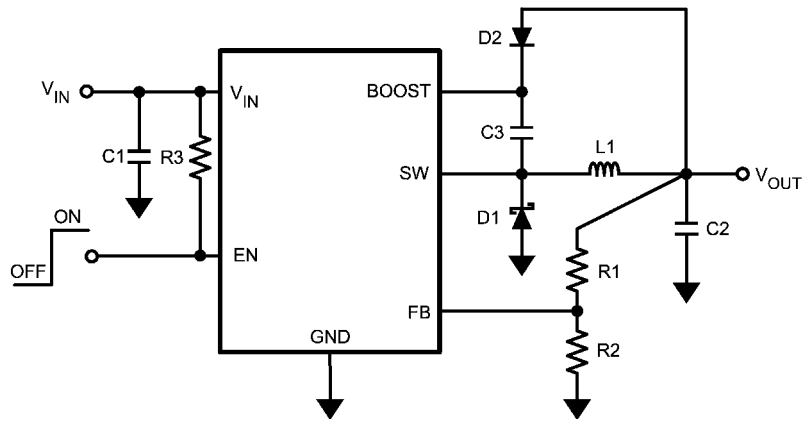


FIGURE 7. LM2736X (1.6MHz)
 V_{BOOST} Derived from V_{OUT}
 12V to 3.3V/750mA

Bill of Materials for Figure 7

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736X	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.34V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	0.6V _F @ 30mA Diode	BAT17	Vishay
L1	4.7µH, 1.7A,	VLCF4020T- 4R7N1R2	TDK
R1	16.5kΩ, 1%	CRCW06031652F	Vishay
R2	10.0 kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736X 回路例 (つづき)

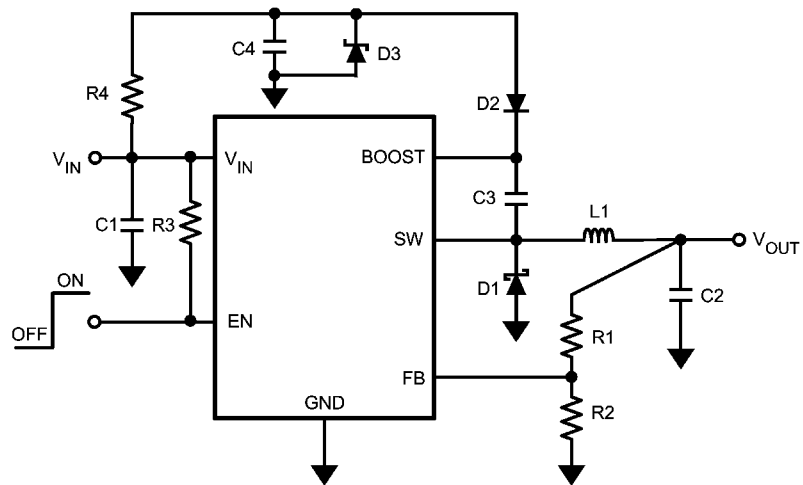


FIGURE8. LM2736X (1.6MHz)
 V_{BOOST} Derived from V_{SHUNT}
18V to 1.5V/750mA

Bill of Materials for Figure 8

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736X	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
C4, Shunt Cap	0.1µF, 6.3V, X5R	C1005X5R0J104K	TDK
D1, Catch Diode	0.4V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
D3, Zener Diode	5.1V 250Mw SOT-23	BZX84C5V1	Vishay
L1	6.8µH, 1.6A,	SLF7032T-6R8M1R6	TDK
R1	2kΩ, 1%	CRCW06032001F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay
R4	4.12kΩ, 1%	CRCW06034121F	Vishay

LM2736X 回路例 (つづき)

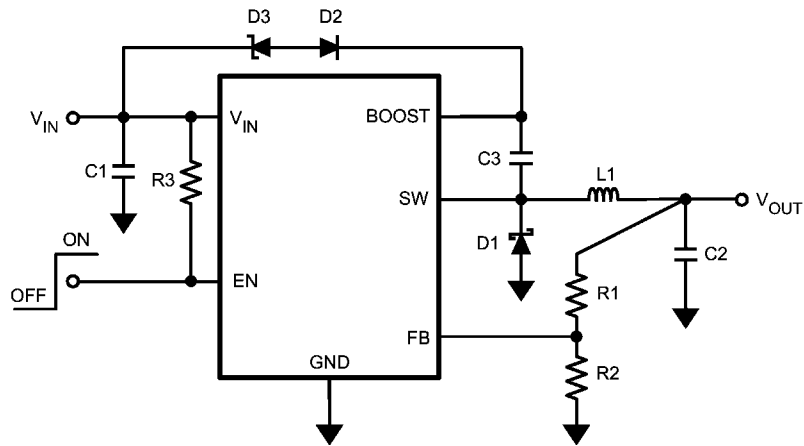


FIGURE 9. LM2736X (1.6MHz)
 V_{BOOST} Derived from Series Zener Diode (V_{IN})
 15V to 1.5V/750mA

Bill of Materials for Figure 9

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736X	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.4V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
D3, Zener Diode	11V 350Mw SOT-23	BZX84C11T	Diodes, Inc.
L1	6.8µH, 1.6A,	SLF7032T-6R8M1R6	TDK
R1	2kΩ, 1%	CRCW06032001F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736X 回路例 (つづき)

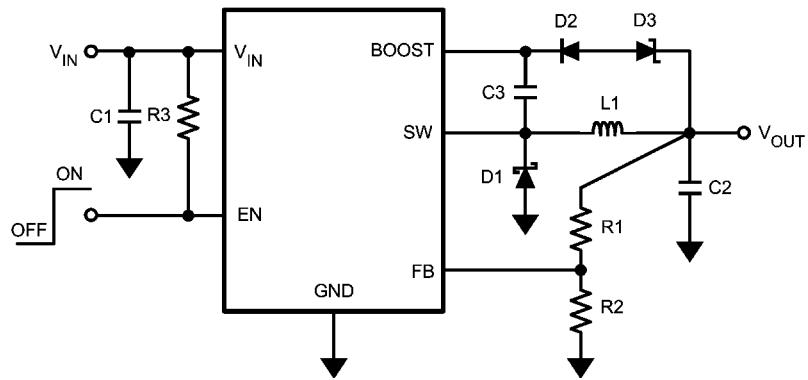


FIGURE 10. LM2736X (1.6MHz)
 V_{BOOST} Derived from Series Zener Diode (V_{OUT})
 15V to 9V/750mA

Bill of Materials for Figure 10

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736X	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 16V, X5R	C3216X5R1C226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.4V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
D3, Zener Diode	4.3V 350mw SOT-23	BZX84C4V3	Diodes, Inc.
L1	6.8µH, 1.6A,	SLF7032T-6R8M1R6	TDK
R1	61.9kΩ, 1%	CRCW06036192F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736Y 回路例

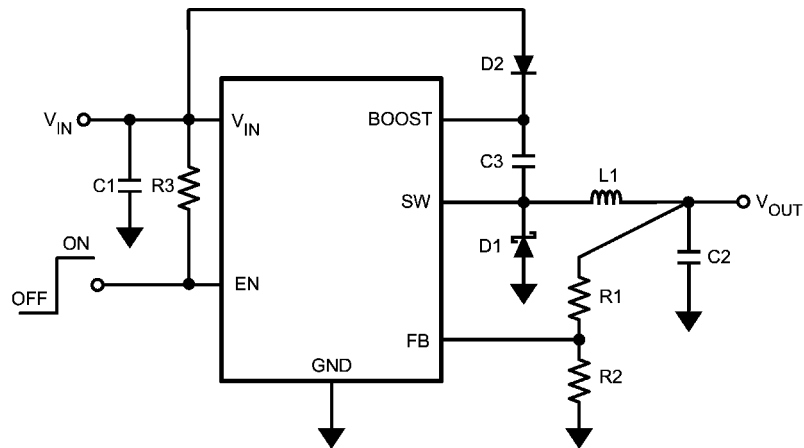


FIGURE 11. LM2736Y (550kHz)
 V_{BOOST} Derived from V_{IN}
 5V to 1.5V/750mA

Bill of Materials for Figure 11

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736Y	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.3V _F Schottky 1A, 10VR	MBRM110L	ON Semi
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
L1	10µH, 1.6A,	SLF7032T-100M1R4	TDK
R1	2kΩ, 1%	CRCW06032001F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736Y 回路例 (つづき)

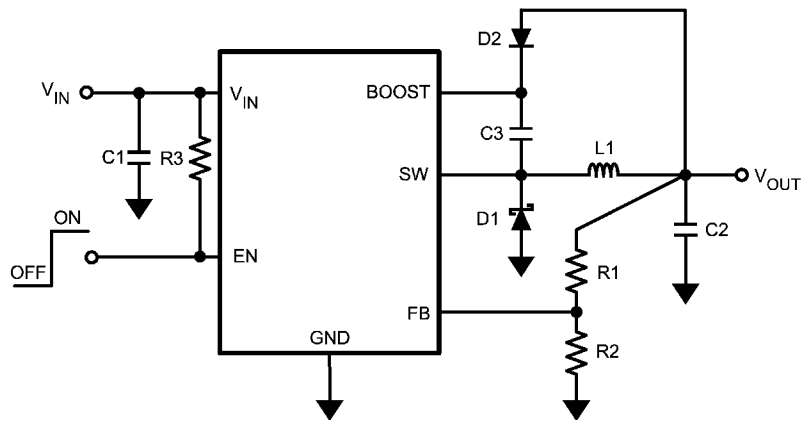


FIGURE 12. LM2736Y (550kHz)
 V_{BOOST} Derived from V_{OUT}
 12V to 3.3V/750mA

Bill of Materials for Figure 12

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736Y	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.34V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	0.6V _F @ 30mA Diode	BAT17	Vishay
L1	10µH, 1.6A,	SLF7032T-100M1R4	TDK
R1	16.5kΩ, 1%	CRCW06031652F	Vishay
R2	10.0 kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736Y 回路例 (つづき)

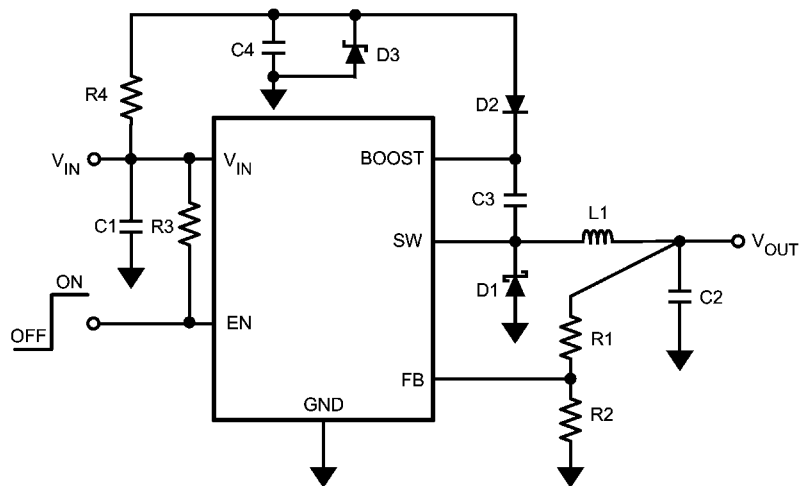


FIGURE 13. LM2736Y (550kHz)
 V_{BOOST} Derived from V_{SHUNT}
 18V to 1.5V/750mA

Bill of Materials for Figure 13

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736Y	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5R0J226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
C4, Shunt Cap	0.1µF, 6.3V, X5R	C1005X5R0J104K	TDK
D1, Catch Diode	0.4V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
D3, Zener Diode	5.1V 250Mw SOT-23	BZX84C5V1	Vishay
L1	15µH, 1.5A	SLF7045T-150M1R5	TDK
R1	2kΩ, 1%	CRCW06032001F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay
R4	4.12kΩ, 1%	CRCW06034121F	Vishay

LM2736Y 回路例 (つづき)

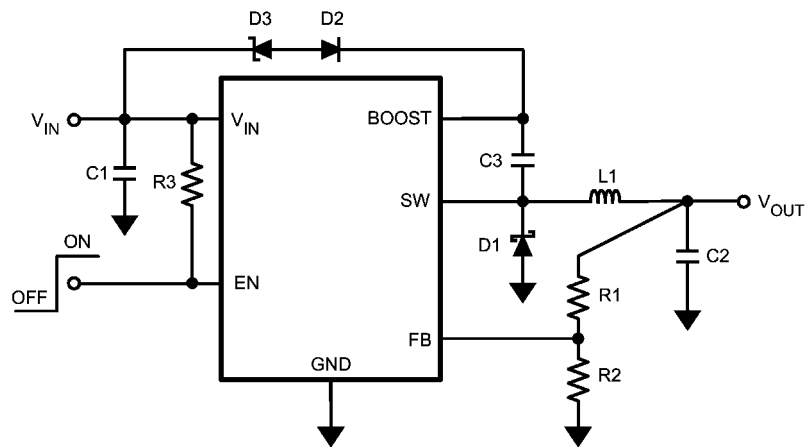


FIGURE 14. LM2736Y (550kHz)
 V_{BOOST} Derived from Series Zener Diode (V_{IN})
 15V to 1.5V/750mA

Bill of Materials for Figure 14

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736Y	National Semiconductor
C1, Input Cap	10µF, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22µF, 6.3V, X5R	C3216X5ROJ226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01µF, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.4V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
D3, Zener Diode	11V 350Mw SOT-23	BZX84C11T	Diodes, Inc.
L1	15µH, 1.5A,	SLF7045T-150M1R5	TDK
R1	2kΩ, 1%	CRCW06032001F	Vishay
R2	10kΩ, 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100kΩ, 1%	CRCW06031003F	Vishay

LM2736Y 回路例(つづき)

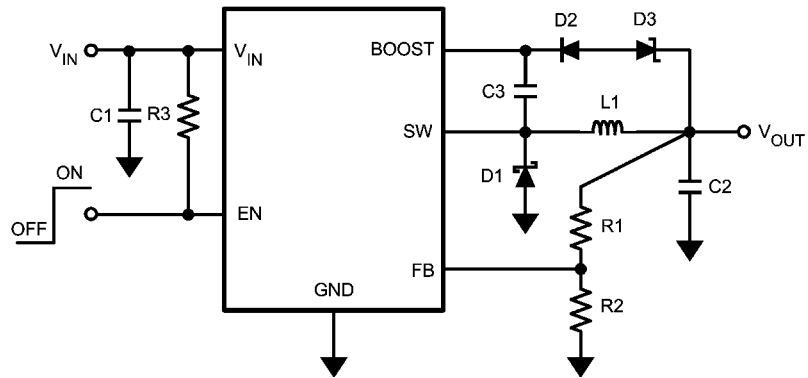
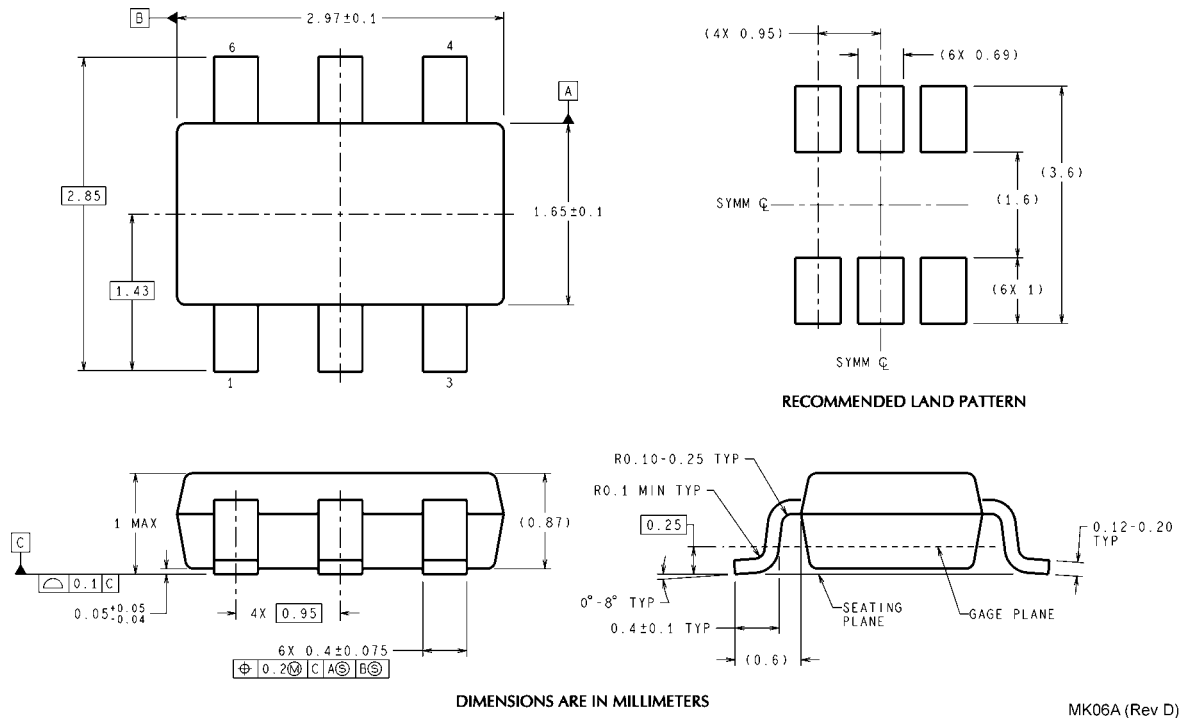


FIGURE 14. LM2736Y (550kHz)
 V_{BOOST} Derived from Series Zener Diode (V_{OUT})
 15V to 9V/750mA

Bill of Materials for Figure 15

Part ID	Part Value	Part Number	Manufacturer
U1	750mA Buck Regulator	LM2736Y	National Semiconductor
C1, Input Cap	10 μ F, 25V, X7R	C3225X7R1E106M	TDK
C2, Output Cap	22 μ F, 16V, X5R	C3216X5R1C226M	TDK
C3, Boost Cap	0.01 μ F, 16V, X7R	C1005X7R1C103K	TDK
D1, Catch Diode	0.4V _F Schottky 1A, 30VR	SS1P3L	Vishay
D2, Boost Diode	1V _F @ 50mA Diode	1N4148W	Diodes, Inc.
D3, Zener Diode	4.3V 350mw SOT-23	BZX84C4V3	Diodes, Inc.
L1	22 μ H, 1.4A,	SLF7045T-220M1R3-1PF	TDK
R1	61.9k Ω , 1%	CRCW06036192F	Vishay
R2	10k Ω , 1%	CRCW06031002F	Vishay
R3	100k Ω , 1%	CRCW06031003F	Vishay

外形寸法図 単位は millimeters



6-Lead TSOT Package
NS Package Number MK06A

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター 社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター 社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター 社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター 社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター 社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター 社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター 社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター 社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター 社の製品は、ナショナル セミコンダクター 社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持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方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。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。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクター のロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2005 National Semiconductor Corporation
製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

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/

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。

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されてもありません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されてもありません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上