

LM2742

LM2742 N-Channel FET Synchronous Buck Regulator Controller for Low Output Voltages



Literature Number: JAJSA64



PRELIMINARY
2005 年 2 月

LM2742

低電圧出力 N チャンネル降圧型同期整流レギュレータ・コントローラ

概要

LM2742 は同期整流型の高速度スイッチング・レギュレータ・コントローラです。最大 95% の高い効率で 0.7A ~ 20A の電流を制御します。パワーグッド・フラグ信号、遅延時間を設定可能なソフトスタート機能、シャットダウン端子による出力イネーブル機能を用いて、パワーオンとパワーオフ・シーケンスを制御できます。LM2742 は 5V 電源で動作し、消費電流は抑えられています。レギュレーション可能な入力電圧は 1V ~ 16V です。このデバイスには周波数一定の電圧モード PWM 制御方式が用いられており、スイッチング周波数は外付け抵抗によって 50kHz ~ 2MHz の範囲で設定が可能です。ローサイド MOSFET のオン抵抗の両端に発生する電圧降下をモニタして、出力電流を検出し電流制限を行います。なお、ローサイド MOSFET のオン時間の最小値は業界トップクラスを誇る 40ns です。動作周波数範囲が広いこと、部品サイズ、コスト、ノイズ、効率に対する選択の自由度が高くなっています。外部 MOSFET に対する適用性が広くオン期間のオーバーラップがないゲート・ドライバと、ハイサイドのブートストラップ構成によって、一層の効率向上を図っています。ハイサイド・パワー FET のドレイン電圧は 1V ~ 16V に対応しており、出力電圧は最低 0.6V まで設定可能です。

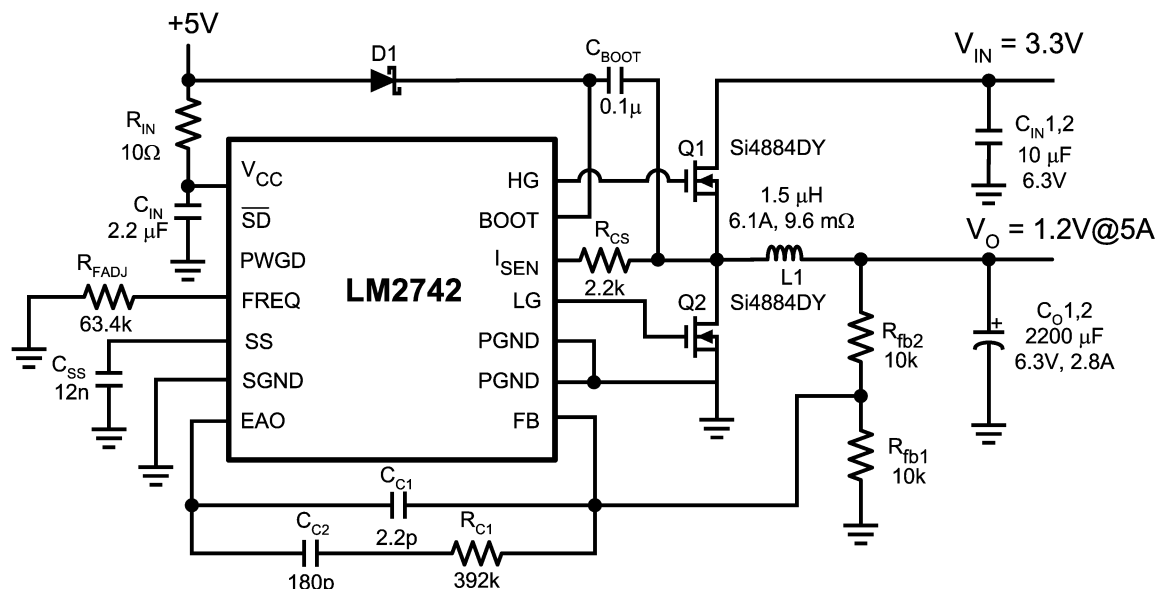
特長

- 入力電圧 1V ~ 16V
- 出力電圧は最低 0.6V まで設定可能
- パワー・シーケンスを容易にするパワーグッド・フラグ信号、遅延時間を設定可能なソフトスタート、出力イネーブル
- リファレンス電圧精度 : 1.5% (0 ~ 125 °C)
- センズ抵抗不要の電流制限
- ソフトスタート
- 50kHz ~ 2MHz のスイッチング周波数
- 最小オン時間 40ns (代表値)
- TSSOP-14 パッケージ

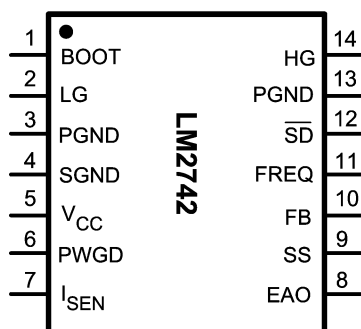
アプリケーション

- Point-of-Load 型電源モジュール
- ケーブルモデム
- セットトップ・ボックス、ホーム・ゲートウェイ
- DDR コア電源
- 高効率分散型電源
- コア電源用ローカル・レギュレータ

代表的なアプリケーション



ピン配置図



14-Lead Plastic TSSOP

$$\theta_{JA} = 155 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

NSC Package Number MTC14

製品情報

Order Number	Package Type	NSC Package Drawing	Supplied As
LM2742MTC	TSSOP-14	MTC14	94 Units, Rail
LM2742MTCX	TSSOP-14	MTC14	2500 Units on Tape and Reel

端子説明

BOOT (1 ピン) – N チャネル MOSFET ゲート・ドライバ用の電源です。ハイサイド N チャネル MOSFET を完全にターンオンさせるために、本電圧は、レギュレータ回路の入力電圧 V_{IN} よりゲート・スレッシュホールド電圧以上高くしなければなりません。

LG (2 ピン) – ローサイド N チャネル MOSFET のゲート・ドライバ信号です。貫通電流の発生を防ぐため、LG 信号と HG 信号は同時にオンにはなりません。

PGND (3, 13 ピン) – MOSFET ドライバ回路のグラウンドです。システム・グラウンドに接続してください。

SGND (4 ピン) – 信号回路のグラウンドです。システム・グラウンドに接続してください。

VCC (5 ピン) – コントローラの電源です。

PWGD (6 ピン) – パワーグッドを表す信号です。オーブンドレイン出力です。デバイスがアンダーボルテージ、オーバーボルテージ、または低電圧ロックアウト・モードのとき Low にドライブされます。通常の回路構成では、プルアップ抵抗を介して V_{CC} または他の電圧源に接続してください。

ISEN (7 ピン) – 電流制限のスレッシュホールドを設定します。50 μ A の定電流源に内部で接続されています。この端子とローサイド MOSFET のドレイン間に、適切な値の抵抗を接続してください。

EAO (8 ピン) – エラー・アンプの出力です。この電圧と内部のランプ信号との比較結果により、デューティ・サイクルが決まります。この信号は制御ループの補償回路で使います。

SS (9 ピン) – ソフトスタート端子です。この端子とグラウンド間に接続したコンデンサによって、出力電圧の立ち上がり時間が決まります。コンデンサの容量を大きくすると、出力電圧の立ち上がりは緩やかになり、あわせて突入電流も小さくなります。

FB (10 ピン) – エラー・アンプの反転入力で、出力電圧のセンスと制御ループの補償に用いられます。

FREQ (11 ピン) – この端子とグラウンド間に接続する抵抗値によって、スイッチング周波数が決まります。

SD (12 ピン) – LM2742 のロジックをシャットダウンします。この端子を Low にすると、LM2742 はハイサイド MOSFET、ローサイド MOSFET のいずれもターンオフします。この端子が Low の間、デバイスはスタートアップしません。内蔵の 20 μ A 定電流源を介して V_{CC} にプルアップされています。シャットダウン中にローサイド・スイッチをターンオンするデバイスに、ピン互換の LM2737 があります。

HG (14 ピン) – ハイサイド N チャネル MOSFET のゲート・ドライバ信号です。貫通電流の発生を防ぐため、LG 信号と HG 信号は同時にオンにはなりません。

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。

赤外線または対流方式 (20 秒)

235

ESD 耐圧

2 kV

V_{CC}	7V
BOOTV	21V
LG および HG と GND 間 (Note 3)	- 2V ~ 21V
接合部温度	150
保存温度	- 65 ~ 150
ハンダ付け情報	
リード温度 (ハンダ付け、10 秒)	260

動作定格

電源電圧 (V_{CC})	4.5V ~ 5.5V
接合部温度範囲	- 40 ~ + 125
熱抵抗 (θ_{JA})	155 /W

電気的特性

特記のない限り $V_{CC} = 5V$ です。太字ではない Typ 値および Min/Max 値は、 $T_A = T_J = +25$ の場合に適用されます。太字の Min/Max 値は、全動作温度範囲に対して適用されます。データシート記載の Min/Max 各リミット値は、設計、試験、または統計的解析によって保証されています。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V_{FB_ADJ}	FB Pin Voltage	$V_{CC} = 4.5V, 0^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.591	0.6	0.609	V
		$V_{CC} = 5V, 0^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.591	0.6	0.609	
		$V_{CC} = 5.5V, 0^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.591	0.6	0.609	
		$V_{CC} = 4.5V, -40^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.589	0.6	0.609	
		$V_{CC} = 5V, -40^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.589	0.6	0.609	
		$V_{CC} = 5.5V, -40^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.589	0.6	0.609	
V_{ON}	UVLO Thresholds	Rising		4.2		V
		Falling		3.6		
I_{Q_V5}	Operating V_{CC} Current	SD = 5V, FB = 0.55V Fsw = 600kHz	1	1.5	2	mA
		SD = 5V, FB = 0.65V Fsw = 600kHz	0.8	1.7	2.2	
	Shutdown V_{CC} Current	SD = 0V	0.15	0.4	0.7	mA
t_{PWGD1}	PWGD Pin Response Time	FB Voltage Going Up		6		μs
t_{PWGD2}	PWGD Pin Response Time	FB Voltage Going Down		6		μs
I_{SD}	SD Pin Internal Pull-up Current			20		μA
I_{SS_ON}	SS Pin Source Current	SS Voltage = 2.5V $0^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	8	11	15	μA
		$-40^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	5	11	15	
I_{SS_OC}	SS Pin Sink Current During Over Current	SS Voltage = 2.5V		95		μA
I_{SEN_TH}	I_{SEN} Pin Source Current Trip Point	$0^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	35	50	65	μA
		$-40^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	28	50	65	

ERROR AMPLIFIER

GBW	Error Amplifier Unity Gain Bandwidth			5		MHz
G	Error Amplifier DC Gain			60		dB
SR	Error Amplifier Slew Rate			6		V/ μA
I_{FB}	FB Pin Bias Current	FB = 0.55V	0	15	100	nA
		FB = 0.65V	0	30	155	
I_{EAO}	EAO Pin Current Sourcing and Sinking	$V_{EAO} = 2.5, FB = 0.55V$		2.8		mA
		$V_{EAO} = 2.5, FB = 0.65V$		0.8		
V_{EA}	Error Amplifier Maximum Swing	Minimum		1.2		V
		Maximum		3.2		

電氣的特性 (つづき)

特記のない限り $V_{CC} = 5V$ です。太字ではない Typ 値および Min/Max 値は、 $T_A = T_J = +25$ の場合に適用されます。太字の Min/Max 値は、全動作温度範囲に対して適用されます。データシート記載の Min/Max 各リミット値は、設計、試験、または統計的解析によって保証されています。

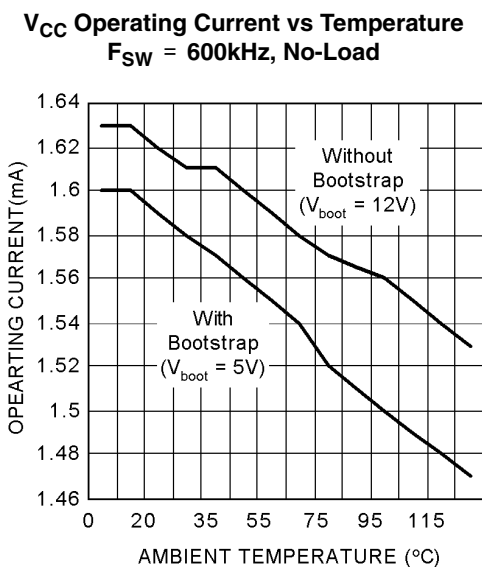
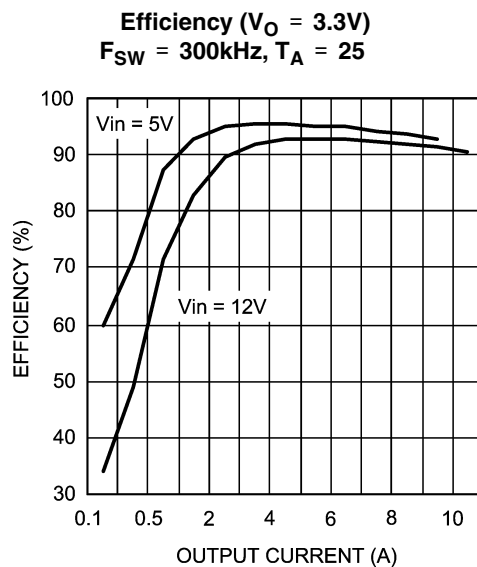
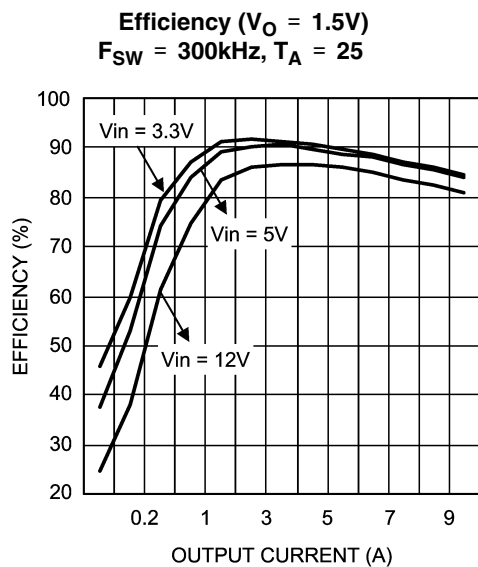
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
GATE DRIVE						
I_{Q-BOOT}	BOOT Pin Quiescent Current	BOOT = 12V, EN = 0 0°C to +125°C -40°C to +125°C		95 95	160 215	μA
R_{DS1}	Top FET Driver Pull-Up ON resistance	BOOT-SW = 5V@350mA		3		Ω
R_{DS2}	Top FET Driver Pull-Down ON resistance	BOOT-SW = 5V@350mA		2		Ω
R_{DS3}	Bottom FET Driver Pull-Up ON resistance	BOOT-SW = 5V@350mA		3		Ω
R_{DS4}	Bottom FET Driver Pull-Down ON resistance	BOOT-SW = 5V@350mA		2		Ω
OSCILLATOR						
f_{OSC}	PWM Frequency	$R_{FADJ} = 590k\Omega$		50		kHz
		$R_{FADJ} = 88.7k\Omega$		300		
		$R_{FADJ} = 42.2k\Omega$, 0°C to +125°C	500	600	700	
		$R_{FADJ} = 42.2k\Omega$, -40°C to +125°C	490	600	700	
		$R_{FADJ} = 17.4k\Omega$		1400		
		$R_{FADJ} = 11.3k\Omega$		2000		
D	Max Duty Cycle	$f_{PWM} = 300kHz$ $f_{PWM} = 600kHz$		90 88		%
t_{on-min}	Minimum on-time			40		ns
LOGIC INPUTS AND OUTPUTS						
V_{SD-IH}	SD Pin Logic High Trip Point			2.6	3.5	V
V_{SD-IL}	SD Pin Logic Low Trip Point	0°C to +125°C -40°C to +125°C	1.3 1.25	1.6 1.6		V
$V_{PWGD-TH-LO}$	PWGD Pin Trip Points	FB Voltage Going Down 0°C to +125°C -40°C to +125°C	0.413 0.410	0.430 0.430	0.446 0.446	V
$V_{PWGD-TH-HI}$	PWGD Pin Trip Points	FB Voltage Going Up 0°C to +125°C -40°C to +125°C	0.691 0.688	0.710 0.710	0.734 0.734	V
$V_{PWGD-HYS}$	PWGD Hysteresis	FB Voltage Going Down FB Voltage Going Up		35 110		mV

Note 1: 「絶対最大定格」は、それらを超えると、デバイスの破壊が発生する可能性があるリミット値を示します。「動作定格」は、デバイスが正常に動作する条件であり、保証性能範囲を意味するものではありません。

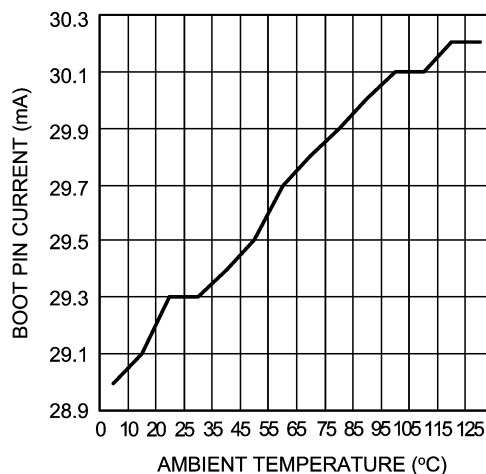
Note 2: 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k Ω を通して各端子に放電させます。

Note 3: LG と HG 端子が - 2V ~ - 0.5V を印加された状態を持ち得るのは、最大デューティ・サイクル 10% のときで時間は最長 1 秒です。LG と HG 端子の電圧範囲が - 0.5V ~ 21V であればデューティ・サイクル条件または時間制限はありません。

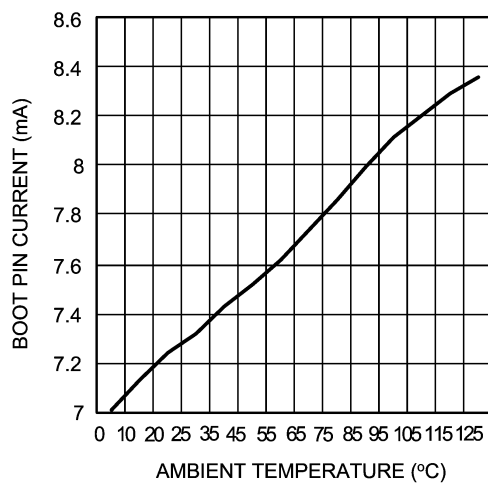
代表的な性能特性



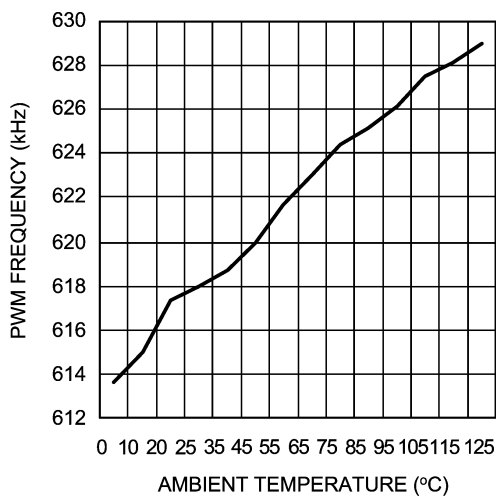
Bootpin Current vs Temperature for $BOOTV = 12V$
 $F_{SW} = 600kHz, \text{Si4826DY FET, No-Load}$



Bootpin Current vs Temperature with 5V Bootstrap
 $F_{SW} = 600kHz, \text{Si4826DY FET, No-Load}$

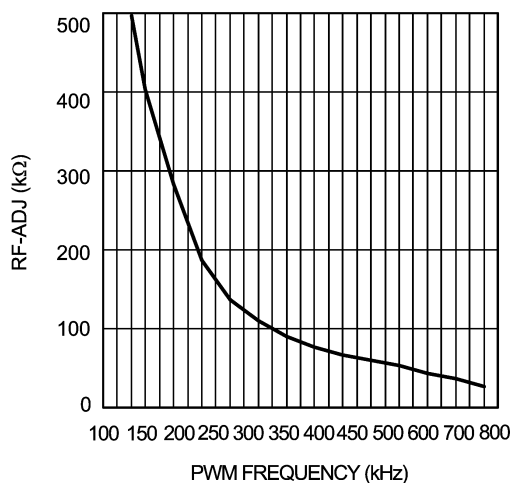


PWM Frequency vs Temperature
for $R_{FADJ} = 43.2k\Omega$

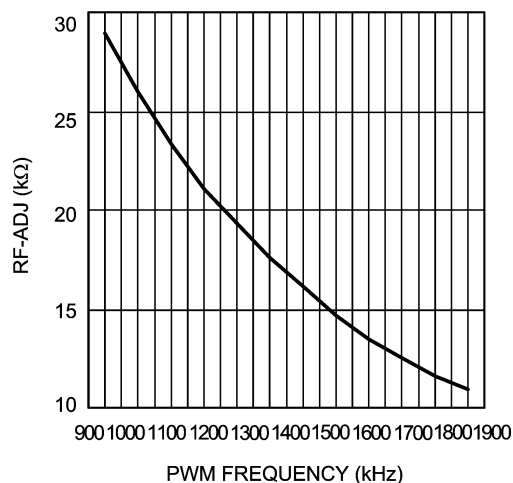


代表的な性能特性 (つづき)

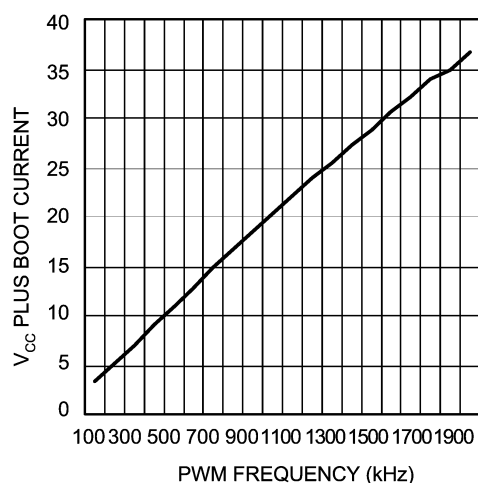
R_{FADJ} vs PWM Frequency
(in 100 to 800kHz range), $T_A = 25$



R_{FADJ} vs PWM Frequency
(in 900 to 2000kHz range), $T_A = 25$

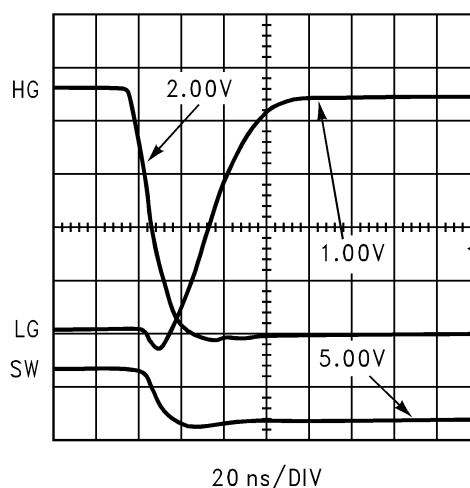


V_{CC} Operating Current Plus Boot Current vs PWM Frequency (Si4826DY FET, $T_A = 25$)



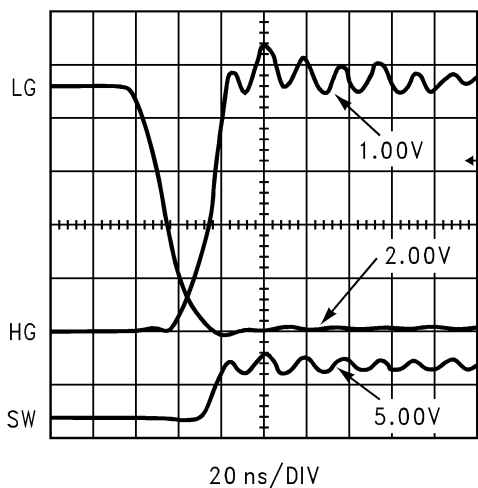
Switch Waveforms (HG Falling)

$V_{IN} = 5V$, $V_O = 1.8V$
 $I_O = 3A$, $C_{SS} = 10nF$
 $F_{SW} = 600kHz$



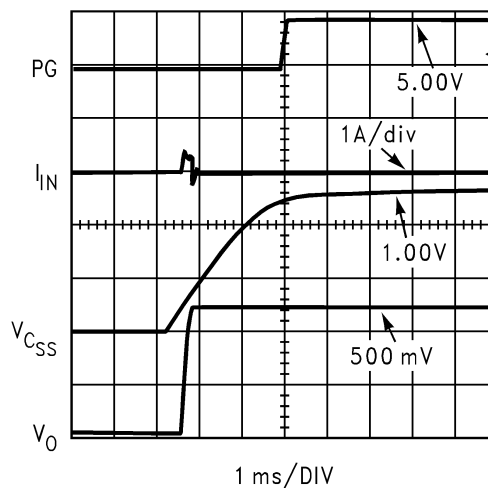
Switch Waveforms (HG Rising)

$V_{IN} = 5V$, $V_O = 1.8V$
 $I_O = 3A$, $F_{SW} = 600kHz$



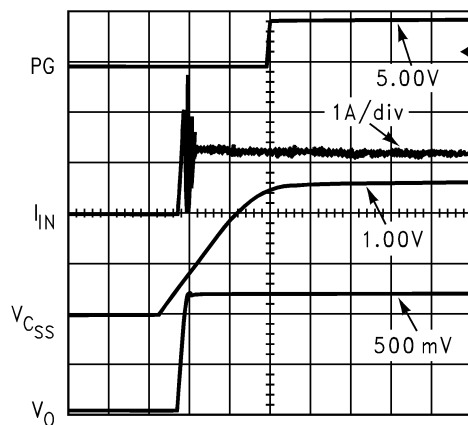
Start-Up (No-Load)

$V_{IN} = 10V$, $V_O = 1.2V$
 $C_{SS} = 10nF$, $F_{SW} = 300kHz$



代表的な性能特性 (つづき)

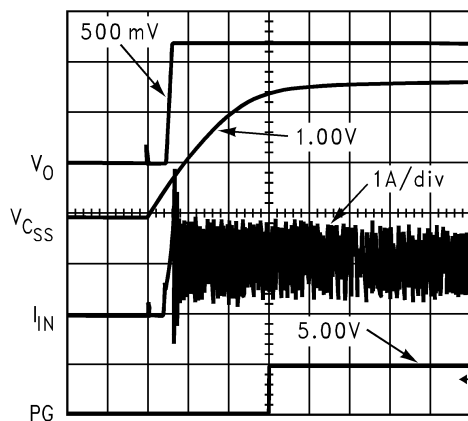
Start-Up (Full-Load)
 $V_{IN} = 10V, V_O = 1.2V$
 $I_O = 10A, C_{SS} = 10nF$
 $F_{SW} = 300kHz$



1 ms/DIV

Start Up (Full Load, 10x C_{SS})

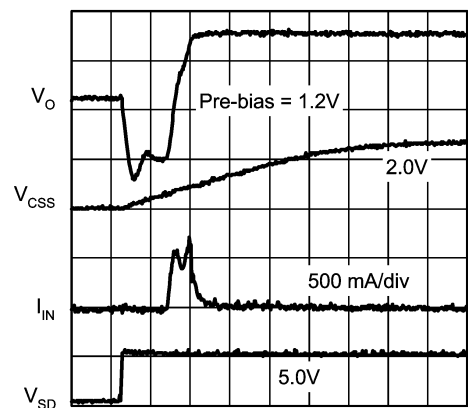
$V_{IN} = 10V, V_O = 1.2V$
 $I_O = 10A, C_{SS} = 100nF$
 $F_{SW} = 300kHz$



10 ms/DIV

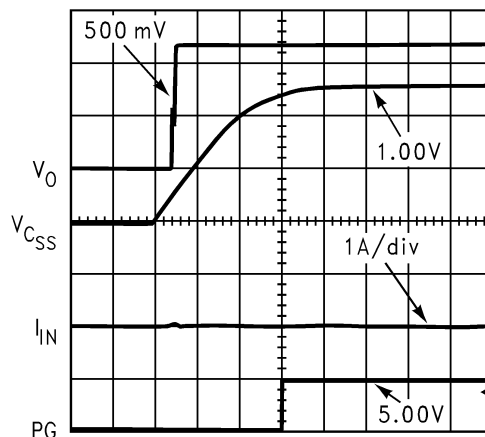
Start Up (Into 1.2V Pre-Bias)

$V_{IN} = 12V, V_O = 2.5V$
 No Load, $C_{SS} = 10nF$
 $F_{SW} = 300kHz$

400 μ s/DIV

Start Up (No-Load, 10x C_{SS})

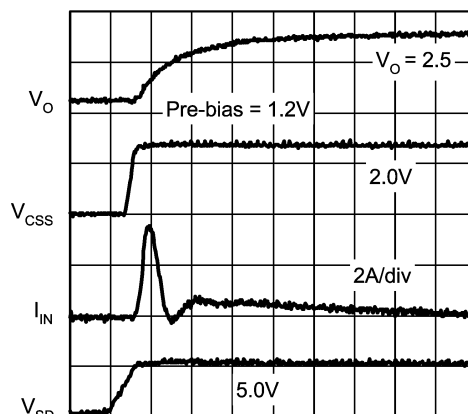
$V_{IN} = 10V, V_O = 1.2V$
 $C_{SS} = 100nF, F_{SW} = 300kHz$



10 ms/DIV

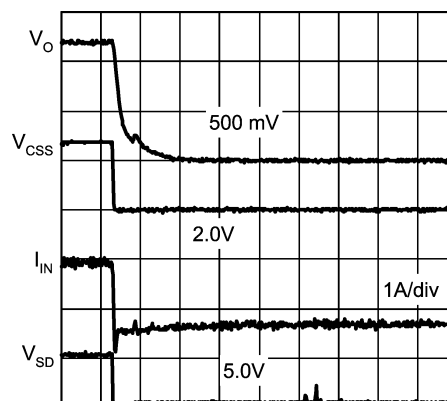
Start Up (Into 1.2V Pre-Bias)

$V_{IN} = 12V, V_O = 2.5V$
 No Load, No Soft Start Capacitor
 $F_{SW} = 300kHz$

20 μ s/DIV

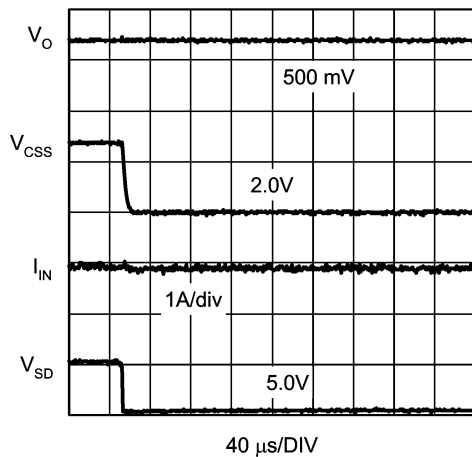
Shutdown

$V_{IN} = 12V, V_O = 1.2V$
 $I_O = 10A, C_{SS} = 10nF$
 $F_{SW} = 300kHz$

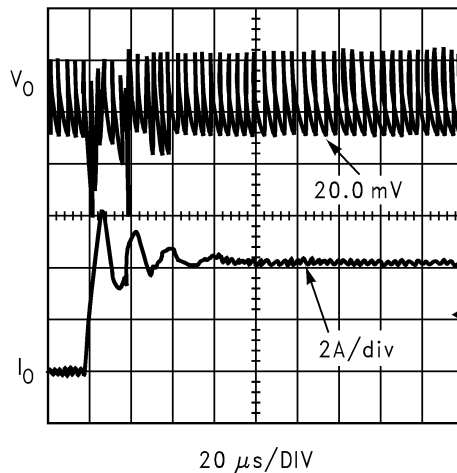
40 μ s/DIV

代表的な性能特性 (つづき)

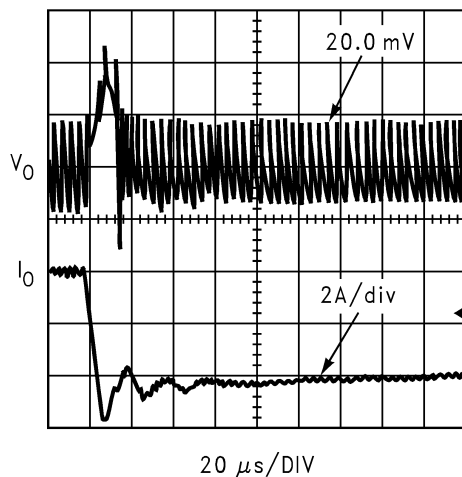
Shutdown (No Load)
 $V_{IN} = 12V, V_O = 1.2V$
 $I_O = 10A, C_{SS} = 10nF$
 $F_{SW} = 300kHz$



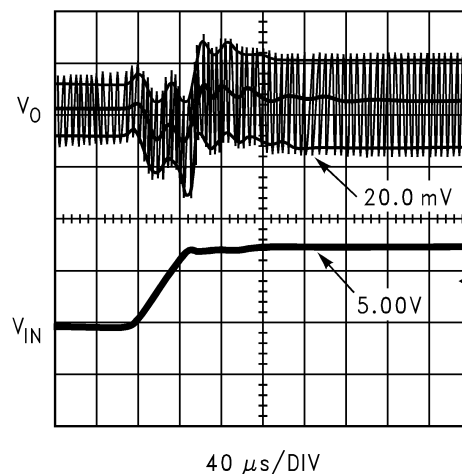
Load Transient Response ($I_O = 0$ to 4A)
 $V_{IN} = 12V, V_O = 1.2V$
 $F_{SW} = 300kHz$



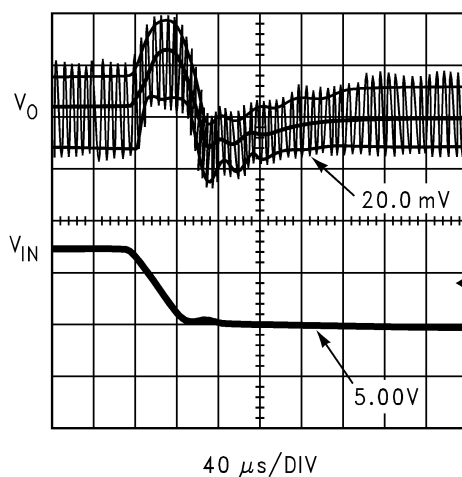
Load Transient Response ($I_O = 4$ to 0A)
 $V_{IN} = 12V, V_O = 1.2V$
 $F_{SW} = 300kHz$



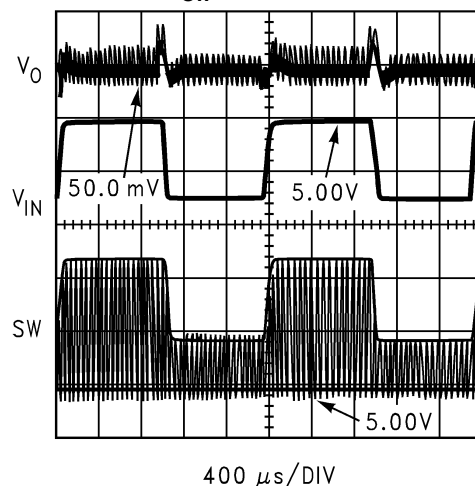
Line Transient Response ($V_{IN} = 5V$ to 12V)
 $V_O = 1.2V, I_O = 5A$
 $F_{SW} = 300kHz$



Line Transient Response ($V_{IN} = 12V$ to 5V)
 $V_O = 1.2V, I_O = 5A$
 $F_{SW} = 300kHz$

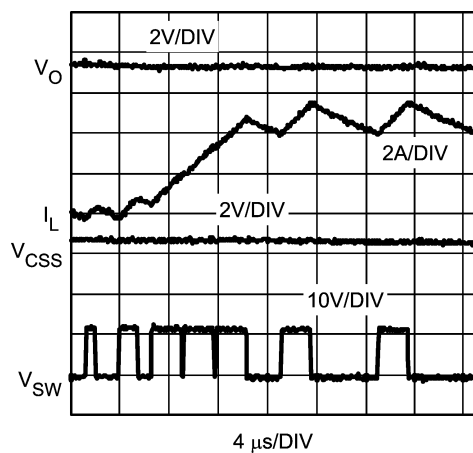


Line Transient Response
 $V_O = 1.2V, I_O = 5A$
 $F_{SW} = 300kHz$

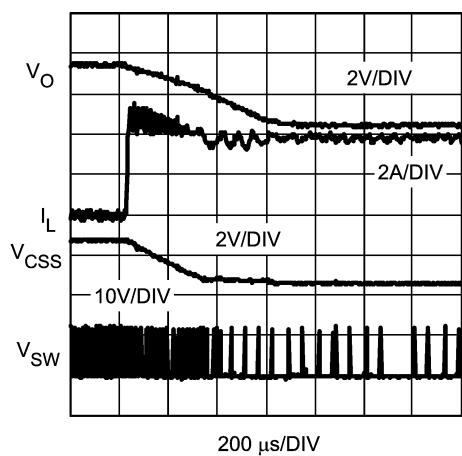


代表的な性能特性 (つづき)

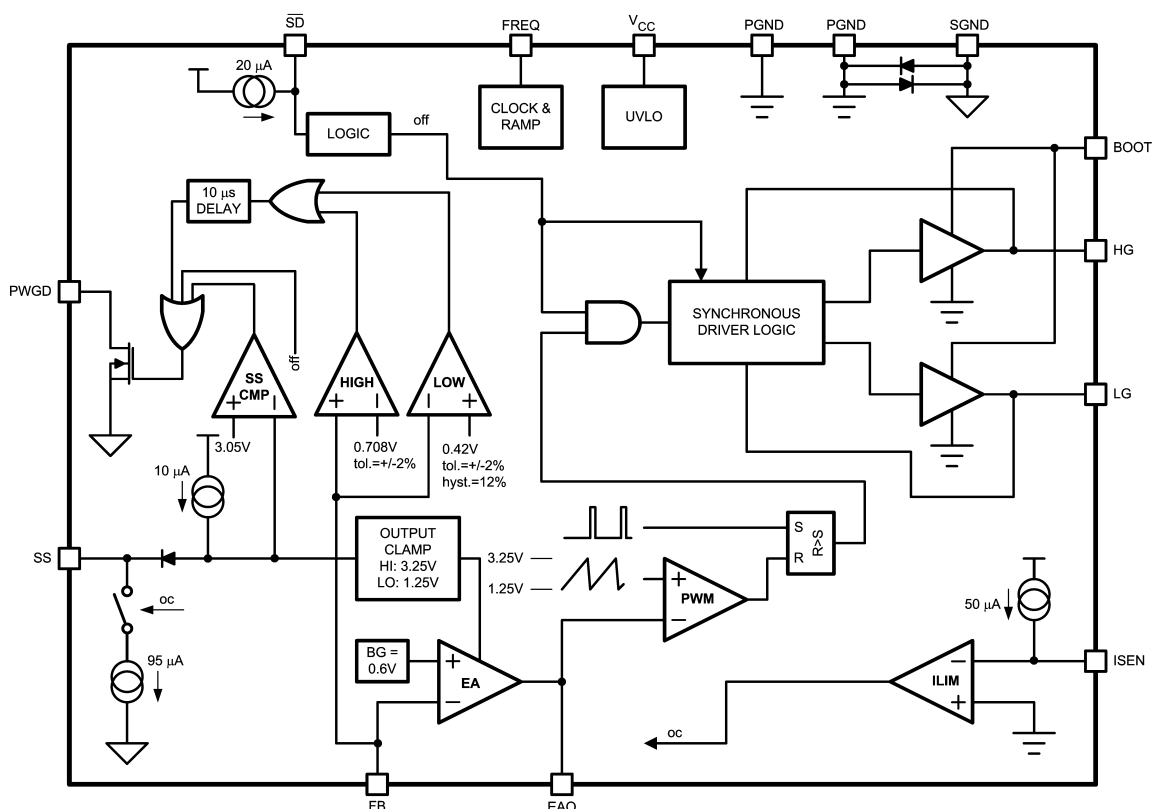
Peak Current During Current Limit

 $V_{IN} = 12V, V_O = 3.3V$ $I_{LIM} = 4A, F_{SW} = 300kHz$ $L = 15\mu H$ 

Peak Current During Current Limit

 $V_{IN} = 12V, V_O = 3.3V$ $I_{LIM} = 4A, F_{SW} = 300kHz$ $L = 15\mu H$ 

ブロック図



アプリケーション情報

動作原理

LM2742 は、PWM 制御方式を採用した、電圧モードの高速同期整流降圧型レギュレータです。セットアップ・ボックス、シンクライアント、DSL/ ケーブルモデム、高効率降圧型コンバータを必要とするほかのアプリケーション用に設計されています。また、パワーグッド信号 (PWGRD) と出力シャットダウン信号 ($\overline{SD}$) を備えています。電流制限機能は、ローサイド MOSFET の V_{DS} 電圧をセンスして実現しています。電流制限に達すると、ハイサイド MOSFET をターンオフし、ローサイド MOSFET をターンオンします。電流がリミット値を下回り制御可能な範囲に下がるまで、最大デューティ・サイクルを小さくするために、ソフトスタート・コンデンサは $95\mu A$ の内部定電流源を介して放電されます。

スタートアップ

V_{CC} が $4.2V$ 以上となり、かつシャットダウン端子 $\overline{SD}$ が High であれば、内部の $10\mu A$ 定電流源によってソフトスタート・コンデンサの充電が開始されます。このとき、ソフトスタート・コンデンサの電圧の上昇に伴い、エラー・アンプの出力も上昇します。ソフトスタート時間はコンデンサ C_{SS} によって、およそ次のように決まります。

$$C_{SS} = \frac{t_{ss}}{2.5 \times 10^5}$$

マイクロプロセッサを使用したアプリケーションは、 $3ms$ のデレイを必要とする場合があります。その場合 C_{SS} は $12nF$ となります。 $100ms$ のデレイが必要なアプリケーションでは、 C_{SS} は $400nF$ ($390nF$ 10%) となります。ソフトスタートの間、PWGRD 信号は Low に固定されます。出力電圧が設定値に到達すると LM2742 は通常動作モードに入り、パワーグッド信号を高インピーダンスに開放します。

LM2742 をターンオフすると出力がフローティング状態となるため、出力コンデンサが何らかの正の電圧でプリチャージされることがあります。スタートアップ時は LM2742 は完全に同期動作となり、出力電圧、ソフトスタート・コンデンサ容量、出力コンデンサ容量によって決まる時間にわたって出力コンデンサを放電します。

通常動作

通常の動作状態では、LM2742 はハイサイド MOSFET とローサイド MOSFET のデューティ・サイクルを制御して、出力電圧のレギュレーションを行います。出力電圧は次式により求められます。

$$V_O = 0.6 \times (R_{FB1} + R_{FB2}) / R_{FB1}$$

PWM のスイッチング周波数範囲は $50kHz \sim 2MHz$ で、FREQ 端子とグラウンド間に接続した外部抵抗 R_{FADJ} によって設定できます。所望の周波数に対する抵抗値はおよそ次式の通りとなります。

$$R_{FADJ} = \left(\frac{20500}{freq[kHz]} \right)^{1.0526} k\Omega$$

アプリケーション情報 (つづき)

MOSFET ゲート・ドライバ

LM2742 は、同期整流モードで N チャネル MOSFET を駆動する 2 個のゲート・ドライバ回路を内蔵しています。BOOTV 端子に、これらゲート・ドライバ用の電源を接続します。ハイサイド・ゲート (HG) 側で、ハイサイド MOSFET を完全にターンオンするには、BOOTV 電圧は V_{IN} より、少なくとも $V_{GS(th)}$ 以上高くしなければなりません。 V_{IN} より高い他の電圧源、または専用のチャージポンプ回路を使用して、BOOTV に個別に電源を供給します。デスクトップ・コンピュータのようなシステムでは、通常、5V と 12V が出力されています。そこで、5V を V_{IN} に接続し、12V を BOOT に接続する方法を利用できます。この場合、ハイサイド・ゲートは正しくハイサイド MOSFET をターンオンできます。BOOTV が 12V の場合、初期時のゲート充電電流は 2A、放電電流は代表値で 6A です。

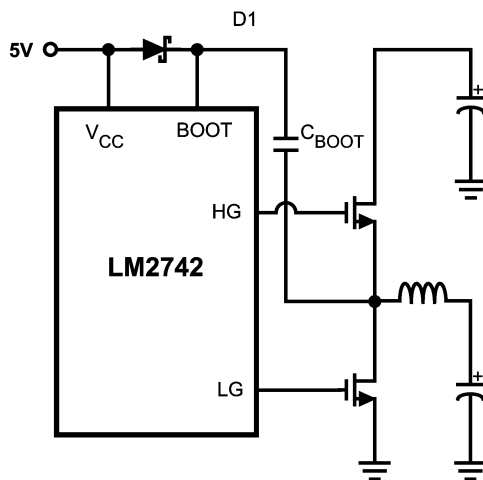


FIGURE 1. BOOT Supplied by Charge Pump

個別の高い電源電圧がないシステムでは、ダイオードと小容量コンデンサを用いて、Figure 1 に示すようにチャージ・ポンプ (ブートストラップ) を構成してもよいでしょう。このコンデンサは、ハイサイド MOSFET がオンになってソース電圧が入力電圧レベルに上昇した場合でも、ゲート=ソース間電圧を制御に必要な電圧に維持します。

LM2742 のゲート・ドライバは BiCMOS 回路を採用しています。他のバイポーラを用いたデバイスに比べてフルスイング振幅を持ち、容量性結合によるスプリアスなターンオンは発生しません。

パワーグッド信号

パワーグッド信号は、オーバーボルテージ信号とアンダーボルテージ信号を内部で OR したフラグです。 $V_{FB} = 0.7V$ で出力電圧が公称値より 18% 高くなった場合、あるいは $V_{FB} = 0.41V$ で出力電圧が公称値より 30% 低下した場合に、パワーグッド信号は Low になります。FB 端子の電圧が 0.6V に対して 70 ~ 118% の範囲に収まれば、本信号は高インピーダンスに戻ります。パワーグッド端子はオープン・ドレイン出力であり、10kΩ の抵抗を介してリセット用の 5V 以下の電圧にプルアップが可能です。

低電圧ロックアウト

V_{CC} のターンオン・スレッシュホールドは 4.2V で、内部ヒステリシス 0.6V です。そのため V_{CC} が 3.6V 以下になると、デバイスは低電圧ロックアウト (UVLO) モードに入ります。UVLO モードでは、 V_{CC} が 4.2V 以上になるまで、ハイサイド MOSFET をターンオフし、ローサイド MOSFET をターンオンします。シャットダウンと同様に、ソフ

トスタート・コンデンサは定電流源を介して放電され、次のスタートアップをスムーズにします。

電流制限

電流制限を行うために、LM2742 は、ローサイド MOSFET がオンのときのソース=ドレイン間電圧をセンスします。MOSFET のオン抵抗 $R_{DS(on)}$ は既知の値を持つため、MOSFET を流れる電流は次式から求められます。

$$V_{DS} = I * R_{DS(on)}$$

ローサイド FET がオンの間に流れる電流は三角波となるインダクタ電流の立ち下がり部分に相当します。電流制限スレッシュホールドは、スイッチ・ノードと ISEN 端子間に接続した外部抵抗 R_{CS} によって決まります。 R_{CS} に定電流 50μA を流すと、一定の電圧降下を生じさせます。この一定の電圧と V_{DS} を比較したとき、電流制限値に達すると後者のほうが高くなります。 R_{CS} は次式から求めます。

$$R_{CS} = R_{DS(on)(LOW)} * I_{LIM} / 50\mu A$$

たとえば、 $R_{DS(on)}$ の最小値が 10mΩ の MOSFET を出力電流 10A の設計に用いたとき、電流制限値を控えめに 15A に設定した場合、必要な抵抗値は 3.3kΩ となります。電流はローサイド MOSFET の両端電圧でセンスするため、ハイサイド MOSFET の最小オンタイムの規定は不要となっています。電流制限モードに移ると、LM2742 は必要な時間だけハイサイド MOSFET をオフし、ローサイド MOSFET をオンにします。ハイサイド FET がターンオフしローサイド FET がターンオンした時点でインダクタ電流が電流制限スレッシュホールドを超えていると、LM2742 は電流制限モードに入ります (このポイントはインダクタ電流がピークになるポイントです。Figure 2 を参照してください)。通常動作モードでは、ハイサイド FET はクロック・サイクルの先頭で常にターンオンします。電流制限モードでは動作は異なり、ハイサイド FET のオンパルスはスキップされます。この動作によりインダクタ電流は低下します。ただし通常動作のスイッチング・サイクルとは異なり、電流制限モードのスイッチング・サイクルでは、インダクタ電流が電流制限スレッシュホールドを下回るとすぐにハイサイド FET はターンオンします。LM2742 は、インダクタ電流ピークがシステムが通常動作に復帰するポイントである電流制限スレッシュホールドを下回るまで、ハイサイド FET パルスのスキップを続けます。

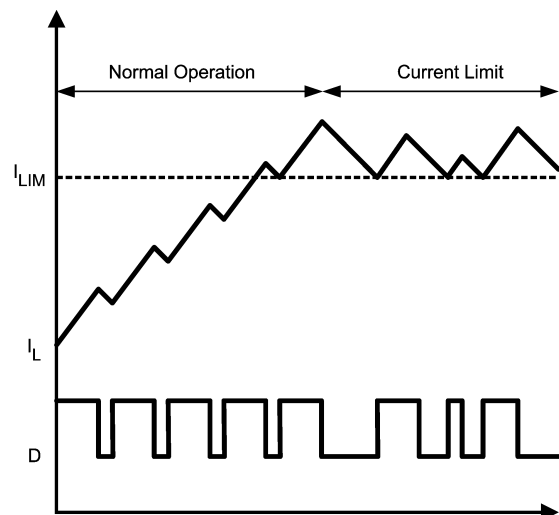


FIGURE 2. Current Limit Threshold

アプリケーション情報 (つづき)

インダクタ電流のピーク値を制限するハイサイド FET 電流センス方式とは異なり、ローサイド電流センスでは、インダクタ電流が低下するコンバータのオフ時間中の電流を制限することしかできません。そのため代表的な電流制限グラフは、通常、谷部が定義されますが、頂点はデューティ・サイクルによって変わります。PWM エラー・アンプとコンパレータは電流制限モード中であってもハイサイド FET のオフパルスを制御し、すなわち、ピーク・インダクタ電流は電流制限スレッシュホールドを超え得ることを意味します。出力インダクタが飽和しないと仮定すると、電流制限モード中の最大ピーク・インダクタ電流は以下の式で求められます。

$$I_{PK-CL} = I_{LIM} + (T_{OSC} - 200 \text{ ns}) \frac{V_{IN} - V_O}{L}$$

T_{OSC} はスイッチング周波数 f_{OSC} の逆数です。200ns の項は、電流センス回路に正しい動作を保証するために必要な、デューティ・サイクルの最小オフ時間を表しています。「代表的な性能特性」の“Peak Current During Current Limit”グラフを参照してください。

また、ピーク・インダクタ電流が電流制限スレッシュホールドを超える時間をできるだけ短くするために、デバイスはソフトスタート・コンデンサの電荷を 95μA 定電流源を介して放電します。LM2742 内部エラー・アンプの出力はソフトスタート・コンデンサの電圧によって制限されます。すなわち、ソフトスタート・コンデンサの放電により、コントローラのデューティ・サイクル D の最大値が制限されます。したがって、電流制限状態が長く続く場合、デューティ・サイクルの減少により、出力電圧は低下します。出力インダクタ電流は、次に、電流制限スレッシュホールドに等しい一定レベルにまで減少します。ソフトスタート・コンデンサを放電させる 3 番目のメトリックは、電流制限条件が解除されたときに、出力電圧に制御した滑らかな立ち上がりを得られることです。ローサイド MOSFET のボディ・ダイオードは、ローサイド・ゲート信号がターンオンしてから数 ns 経過しないと導通しません。この間、 V_{DS} には 0.7V の電圧降下が増加します。通常の V_{DS} 電圧はもっと低い範囲にあります。たとえば、 $R_{DS(on)}$ が 10mΩ で MOSFET を流れる電流が 10A とすると、 V_{DS} は 0.1V です。 V_{DS} の 0.7V は電流制限回路からは 70A の電流として見えるため、このままでは即座に電流制限モードに移行してしまいます。そこで、ハイサイド MOSFET をターンオフし、ローサイド MOSFET をターンオンする間は、電流制限はマスクされます。

シャットダウン

シャットダウン端子 $\overline{SD}$ を Low にすると、LM2742 は、内蔵定電流源を介してソフトスタート・コンデンサを放電します。ハイサイド・スイッチとローサイド・スイッチはターンオフされます。 $\overline{SD}$ 端子が High になるまで、LM2742 はこの状態を保持します。

設計上の考慮事項

この項では、「回路例」の Figure 4 に示した入力電圧 5V、出力電圧 1.2V、効率 85% で出力電流 10A の駆動能力を有するコンバータ回路を構成するために必要な、各部品に対する設計手順を説明します。スイッチング周波数は 300kHz とします。入力電圧、出力電圧、出力電流が異なるそのほかの回路設計でも同一の手順を適用してください。

入力コンデンサ

降圧型スイッチング・コンバータでは、入力電流は矩形波となるため、入力コンデンサには高いストレスがかかります。そのため入力コンデンサには、リップル電流性能を満たし、かつ入力コンデンサの ESR によってリップル電流から生じる発熱に耐えるコンデンサを選択します。入力 rms リップル電流は次式で近似されます。

$$I_{rms_rip} = I_O * \sqrt{D(1-D)}$$

各入力コンデンサでの消費電力は、

$$P_D = \frac{I_{rms_rip}^2 * ESR}{n^2}$$

n はコンデンサの個数であり、コンデンサの個数を増やすと、各コンデンサあたりの電力損失は劇的に減少することがわかります。降圧型コンバータでのリップルは、デューティ・サイクル D が 50% で、かつ全負荷のときにワースト・ケースとなります。

入力 5V、出力 1.2V の回路の場合、 $D = 1.2/5 = 0.24$ です。最大負荷電流 10A でリップル電流は 4.3A になります。三洋電子部品の 10MV5600AX アルミ電解コンデンサは、リップル電流定格 2.35A で、温度定格は 105℃です。コンデンサ間の電流が均等でない場合を考慮しても、このコンデンサを 2 個使えば対応可能です。各コンデンサの最大 ESR は、100kHz で 18mΩ です。したがって、損失は各コンデンサで 0.05W、合計では 0.1W となります。これ以外に、入出力コンデンサとして、多層セラミック (MLCC)、タンタル、OS-CON、SP-Cap、POSCAP が使えます。

入力インダクタ

入力インダクタは 2 つの基本的な役割を担っています。1 つは、高パワー・アプリケーションでの入力電源に対するスイッチング・ノイズの遮断です。特に、同一の入力電源から他のスイッチング電源も電流を引き込んでいる構成で、この働きは重要となります。LM2742 を、たとえば 1MHz で動作させたときに発生する高周波ノイズは、低速なコンバータの入力段に入り動作に干渉を与える可能性があります。また入力インダクタは、他のスイッチング・コンバータによって生じたノイズを、LM2742 に対して遮断する働きがあります。

入力インダクタの第 2 の働きは、入力電流のスルーレートを抑えることです。電流が無負荷から全負荷に変化したとき入力インダクタの両端電圧は最も大きく変化し、全負荷時電流に入力コンデンサの ESR を乗じた値の変化が生じます。この値を、許容可能な最大入力電流スルーレートで除去すると、最小インダクタンスが求められます。

$$L_{in} = \frac{\Delta V}{\left(\frac{di}{dt}\right)_{max}}$$

デスクトップ・コンピュータ・システムでは、入力電流のスルーレートは装置の電源ユニットの出力スルーレートに相当し、通常 0.1A/μs 程度です。入力コンデンサの総 ESR を 9mΩ とすると、生じる電圧 (ΔV) は $10 \times 0.009 = 90\text{mV}$ になり、入力インダクタに必要な最小インダクタンスは 0.9μH となります。また入力インダクタは、次式で近似される DC 入力電流定格を備えている必要があります。

$$I_{IN-DC} = \frac{I_O * D}{\eta}$$

アプリケーション情報 (つづき)

この例では I_{IN-DC} はおよそ 2.8A です。選択肢の一つは、TDK の 1.2μH インダクタ SLF12575T-1R2N8R2 で、8.2Arms を扱え、DCR は 7mΩ です。

出力インダクタ

出力インダクタは、降圧型コンバータのパワー段で、スイッチング・サイクルの前半の部分を構成しています。スイッチング動作で生成された矩形波を平滑にし、かつ出力リップル電流 (ΔI_o) を低減する役割を負っています。インダクタは、効率と応答時間のトレードオフで選択します。インダクタンスが小さいと、コンバータ回路は負荷電流の変化に対して、より高速に追従できます。インダクタ値を大きくすると出力コンデンサを流れるリップルは小さくなり、結果として出力リップルは抑えられます。「効率の算出」の項に示されるように、小インダクタンスの場合、出力リップル電流を同等レベルに抑えるために、スイッチング周波数を高くしなければなりません。周波数を高くすると、MOSFET のゲートの充放電による損失が増加することを意味します。通常、スイッチング周波数は、導通損失がスイッチング損失を上回るように選択します。出力インダクタンスは次式から選択します。

$$L = \frac{V_{in} - V_o}{\Delta I_o * F_{SW}} * D$$

ΔI_o の適切な範囲は出力電流の 25% から 50% です。以前は出力電流が 2A より大きい場合は 30% を最大とすべきと考えられていましたが、出力コンデンサの技術開発が進んだため、より大きな ΔI_o を許容できるようになっています。出力電流リップル、入力電圧、出力電圧、スイッチング周波数を代入し、ピーク・ツー・ピーク出力電流リップルを 40% と仮定すると、インダクタンスは 1.5μH になります。出力インダクタは、ピーク・スイッチ電流と等しいピーク電流 $I_o + 0.5 * \Delta I_o$ を扱える定格を備えていなければなりません。出力電流 10A の設計で、この値は 12A になります。たとえば Coilcraft 社の D05022-152HC は 1.5μH で、15Arms 定格を持ち DCR は 4.0mΩ です。

出力コンデンサ

出力コンデンサは、降圧型コンバータで、スイッチング・サイクルの後半の部分を構成しています。出力電圧リップル (ΔV_o) を低減し、かつ高速な負荷変動に対して負荷電流を供給する役割を負っています。

この回路例の出力電流は 10A なので、入力コンデンサと同様に、アルミ電解コンデンサが適切です。(セラミック、タンタル、固体電解コンデンサの使用も可能ですが、セラミックは負荷変動に対応できるほどの大容量品がなく、またタンタルはアルミ電解に比べてコストが高くなります) アルミ電解コンデンサは、比較的低 ESR でありながら大容量品を入手可能ですが、システム安定度に影響を与える ESR ゼロは、スイッチング周波数に比べて低くなっています。大容量コンデンサは、スイッチング周波数付近では ESR が支配的になるため、ESR に基づいてコンデンサのタイプと個数を選択します。出力電圧リップル ΔV_o と出力電流リップル ΔI_o の要求値にもとづいて、最大 ESR を求める単純な式は次の通りです。

$$ESR_{MAX} = \frac{\Delta V_o}{\Delta I_o}$$

この例では、出力電圧リップルをピーク・ツー・ピークで 2% に、またインダクタのリップル電流をピーク・ツー・ピークで 40% に維持するために必要な最大 ESR は 6mΩ です。三洋電子部品の 10MV5600AX を 3 個並列に接続すると、等価 ESR は 6mΩ になります。コンデンサ容量は 3 個の合計により 16800μF となり、過大な負荷変動に対しても十分に電流供給を行えます。さらに、入力コンデンサと出力コンデンサに同一品を使用したほうが、部品の在庫管理が容易になります。

MOSFETS

MOSFET は、すべてのスイッチング・コントローラに重要な部品であり、システム効率に直接影響を与えます。この例で目標とする効率は 85% であり、部品を決めるパラメータになります。コンデンサとインダクタ、および LM2742 自身による損失の詳細は「効率の算出」の項で述べますが、およそ 0.54W です。目標とする効率を実現するために、MOSFET の導通損失、ゲート充電損失、スイッチング損失として残されている損失分は 1.45W です。スイッチング損失は、多くの要素に依存するため、特に見積りが困難です。負荷電流が 1A ~ 2A 程度より大きい場合、導通損失はスイッチング損失と充電損失を上回ります。このことから、MOSFET は、 $R_{DS(on)}$ に基づいて選択しても問題ないことがわかります。MOSFET のスイッチング損失と充電損失分を考慮すると、導通損失で残された量は 1.2W です。導通損失の式は次のようになります。

$$P_{Cnd} = D(I_o^2 * R_{DS(on)} * k) + (1-D)(I_o^2 * R_{DS(on)} * k)$$

k は、発熱により MOSFET の $R_{DS(on)}$ が増大する係数です。k = 1.3 です。Vishay 社の Si4442DY の $R_{DS(on)}$ の代表値は 4.1mΩ です。 P_{CND} の式に数値を代入すると損失は 0.533W になります。入力 5V で出力 2.5V の回路 (D = 0.5) の場合、ハイサイドとローサイドに同じ個数の MOSFET を使用するのが最適です。一方、デューティ・サイクル D = 0.24 では、76% の時間に対してローサイド MOSFET が負荷電流を分担しているのは明らかです。そのため、ローサイド MOSFET に 2 個目の MOSFET を並列で接続すると、効率的に $R_{DS(on)}$ を低下でき、効率の改善が図れます。このようにデューティ・サイクルが小さい場合、2 個あるいは 3 個の MOSFET を使うと効果的です。MOSFET を 2 個使用すると、導通損失を 0.15W 減少できる一方、ゲート充電損失の増加は 0.054W に抑えられます。すなわち、1 個分の SO-8 MOSFET の追加コストをかけると、効率を 85% ~ 86% に改善できます。

制御ループ部品

ここで説明している設計例と「回路例」の項で触れている他の回路では、DC ゲインと帯域を改善するために、補償を行っています。補償を行うと、入力ラインと出力負荷のそれぞれの過渡応答の向上が得られます。出力 V_o から FB 端子へ接続されている帰還分圧抵抗の上側 Rfb2 は、補償回路の一部を構成しています。そのほかの補償素子の値は、入力電圧 5V、出力電圧 1.2V、出力電流 10A の設計で、

Cc1 = 4.7pF 10%、Cc2 = 1nF 10%、Rc = 229kΩ 1%。この定数により 63 の位相マージンと、29.3kHz の帯域幅が得られます。

そのほかのコンデンサと抵抗

Cinx コンデンサは高周波をバイパスして、スイッチング周波数および入力ノイズの高調波をフィルタします。一般的な回路には、十分な電圧定格 (Figure 3 で 10V) を持つ 2 個の 1μF セラミック・コンデンサを適用できます。

アプリケーション情報 (つづき)

R_{IN} と C_{IN} はデバイスの DC 電源電圧を十分に平滑にする標準フィルタ部品です。ノイズの状況にもよりますが、 R_{IN} は $10\Omega \sim 100\Omega$ 、 C_{IN} は $0.1\mu F \sim 2.2\mu F$ を選択してください。 C_{BOOT} はブートストラップ・コンデンサで $0.1\mu F$ とします ($BOOTV$ 端子に個別の高電圧電源を与える場合は、この $0.1\mu F$ コンデンサを電源のバイパス・コンデンサとして使います)。ブートストラップ・ダイオードには、ハイサイド・ドライバとローサイド・ドライバに対する電圧降下を抑えるため、ショットキ・タイプを使用します。

ON Semiconductor 社の BAT54 シリーズまたは MBR0520 が適当です。

パワーグッド信号のプルアップは、通常のプルアップ抵抗で $10k\Omega$ にします。パワーグッド信号を用いない場合は、必要ありません。

R_{CS} は電流制限値を設定する抵抗です。この設計ではピーク電流振幅 ($I_O + 0.5 \times \Delta I_O$) を $12A$ としているので、余裕を見込んで設定値を $15A$ とします。(出力インダクタの飽和電流 $25A$ よりも低い値に設定します) 「電流制限」の項の式に従い、 $3.3k\Omega$ とします。

R_{FADJ} はデバイスのスイッチング周波数を設定します。 $f_{SW} = 300kHz$ を得るため、「動作原理」の項の式に従い、許容誤差 1% の $88.7k\Omega$ とします。

C_{SS} は設計要件に依存します。デレイを $3ms$ とする場合、「動作原理」の項の式に従い、 $0.012\mu F$ ($12nF$) が適当です。

効率の算出

スイッチング・コントローラの効率は、それぞれの電流成分での損失を合計し、続いて次式を用いると、適正な算出が行えます。

$$\eta = \frac{P_o}{P_o + P_{total-loss}}$$

以下に、Figure 3 での回路素子での効率計算を示します。この回路での出力電力は $1.2V \times 10A = 12W$ です。

LM2742 の動作損失

$$P_{IQ} = I_{Q-VCC} \cdot V_{CC}$$

$$2mA \times 5V = 0.01W$$

MOSFET ゲートの充電損失

$$P_{GC} = n \cdot V_{CC} \cdot Q_{GS} \cdot f_{OSC}$$

n は使用している MOSFET の総個数です。Vishay 社の Si4442DY の場合、ゲート電荷 Q_{GS} の代表値は $36nC$ で、 r_{ds-on} は $4.1m\Omega$ です。ハイサイド MOSFET、ローサイド MOSFET ともに 1 個ずつ使用している場合は、 $2 \times 5 \times 36E^{-9} \times 300,000 = 0.108W$ となります。

MOSFET のスイッチング損失

$$P_{SW} = 0.5 \cdot V_{in} \cdot I_O \cdot (t_r + t_f) \cdot f_{OSC}$$

Si4442DY の立ち上がり時間 t_r 、立ち下がり時間 t_f の代表値は、それぞれ $11ns$ と $47ns$ です。 $0.5 \times 5 \times 10 \times 58E^{-9} \times 300,000 = 0.435W$

アプリケーション情報 (つづき)

MOSFET の導通損失

$$P_{Cn} = 0.533W$$

入力コンデンサにおける損失

$$P_{Cin} = \frac{I_{rms-rip}^2 * ESR}{n}$$

$$I_{rms-rip} = I_o * \sqrt{D(1-D)}$$

$$4.28^2 * 0.018 / 2 = 0.164W$$

入力インダクタにおける損失

$$P_{Lin} = I_{in}^2 * DCR_{input-L}$$

$$I_{IN} = \frac{I_o * D}{\eta_{est'd}}$$

$$2.82^2 * 0.007 = 0.055W$$

出力コンデンサにおける損失

$$P_{Lout} = I_o^2 * DCR_{output-L}$$

$$10^2 * 0.004 = 0.4W$$

システム効率

$$\frac{12}{12 + 1.7} = 87.5\%$$

回路例

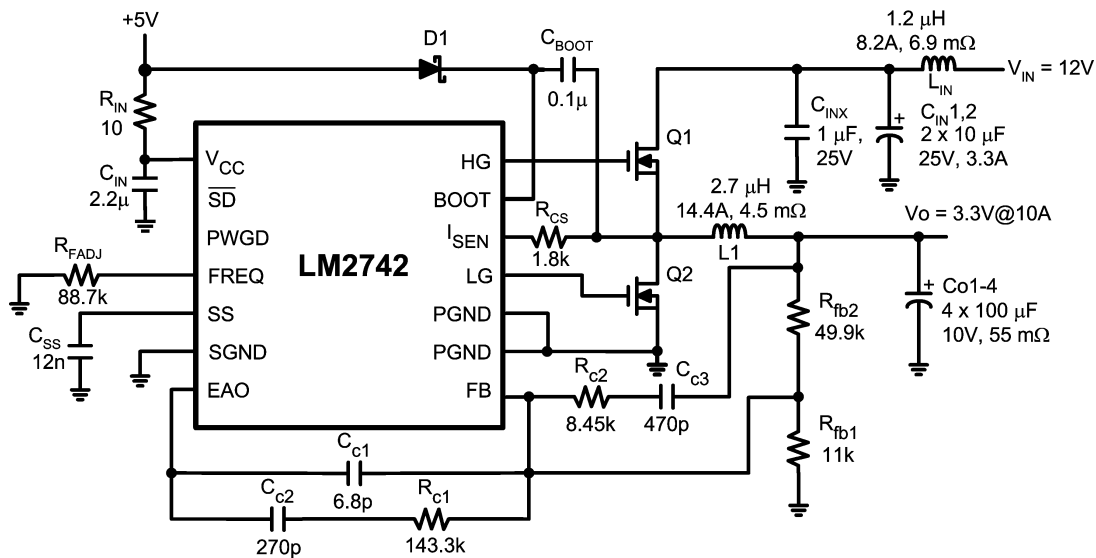


FIGURE 3. 5V-16V to 3.3V, 10A, 300kHz

この回路と本データシートの 1 ページ目に記載した回路は、実装面積と部品高さを抑えつつ、大電流、高効率を実現するために設計されています。この回路で最も高さのある部品は、インダクタ

L1 で 6mm です。補償回路は入力電圧 5V ~ 16V に対応しています。

回路例 (つぎ)

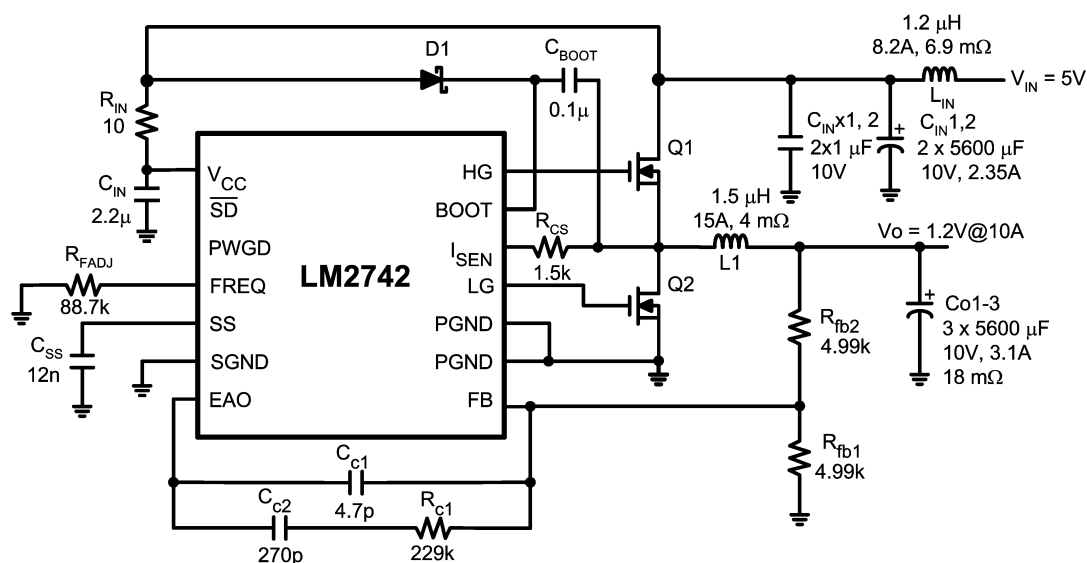


FIGURE 4. 5V to 1.2V, 10A, 300kHz

この回路は、低コストのアルミ電解コンデンサと市販のインダクタを利用してあり、「設計上の考慮事項」で詳細を説明しています。85%を上回る効率で、10A の出力電流を供給可能です。入力お

よび出力コンデンサの大容量化により、安定した動作が得られます。

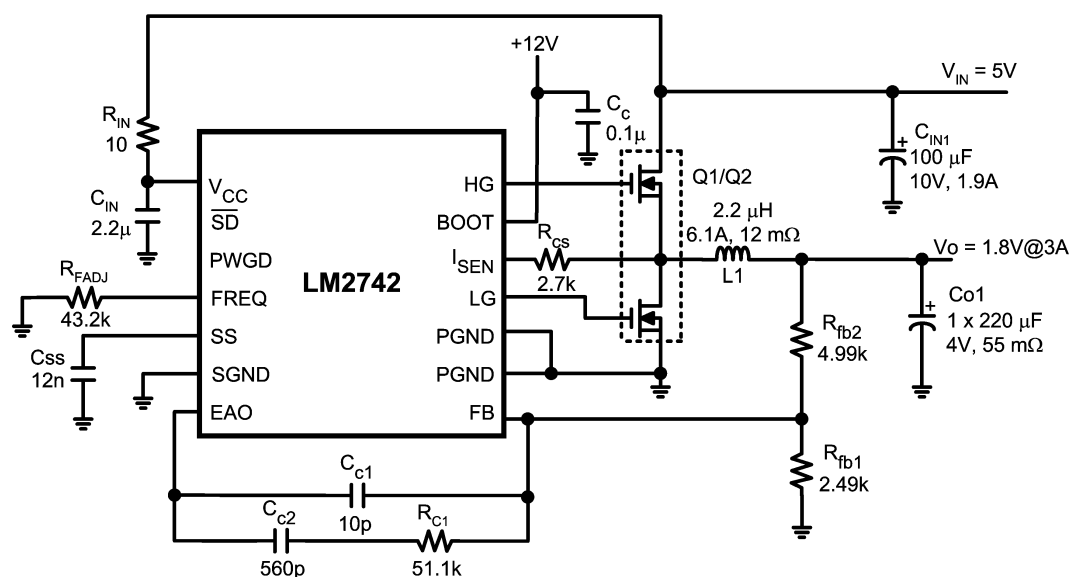


FIGURE 5. 5V to 1.8V, 3A, 600kHz

Figure 5 は、最少部品点数で、かつ最小実装面積を実現した回路です。スイッチング周波数を 600kHz に設定して、入出力コンデンサと入力インダクタを小型化しています。デスクトップ・コンピュータのように 5V と 12V 電源がそれぞれ利用でき、かつ小電流でよい場合は、さらに部品点数の削減が可能です。MOSFET のドライブ用電源 BOOTV に 12V 電源を接続すれば、ブートス

ラップ・ダイオード D1 を省略できます。小電流の場合、小型の MOSFET またはデュアル回路 MOSFET の使用が、一般的に最も効率的なソリューションです。Vishay 社の Si4826DY は SO-8 パッケージに封止された非対称デュアル MOSFET であり、負荷電流 2A では効率 92%を実現します。

回路例 (つづき)

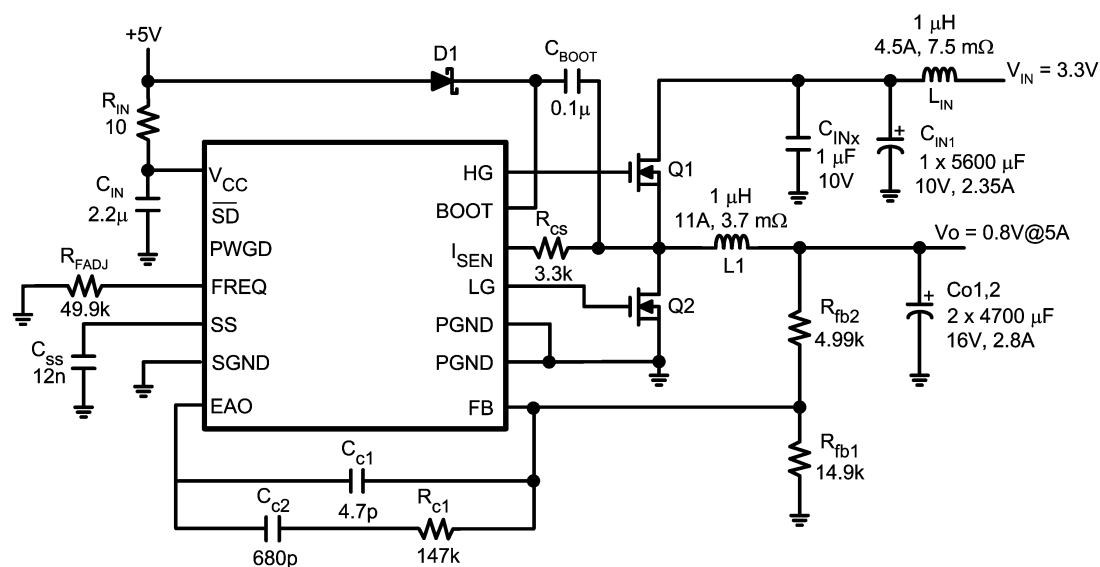


FIGURE 6. 3.3V to 0.8V, 5A, 500kHz

Figure 6 は、低出力電圧でありながら高い効率 (87%) を実現した回路です。LM2742 は 5V 電源を必要としますが、入力電圧 V_{IN} は 2.2V まで対応できます。

回路例 (つづき)

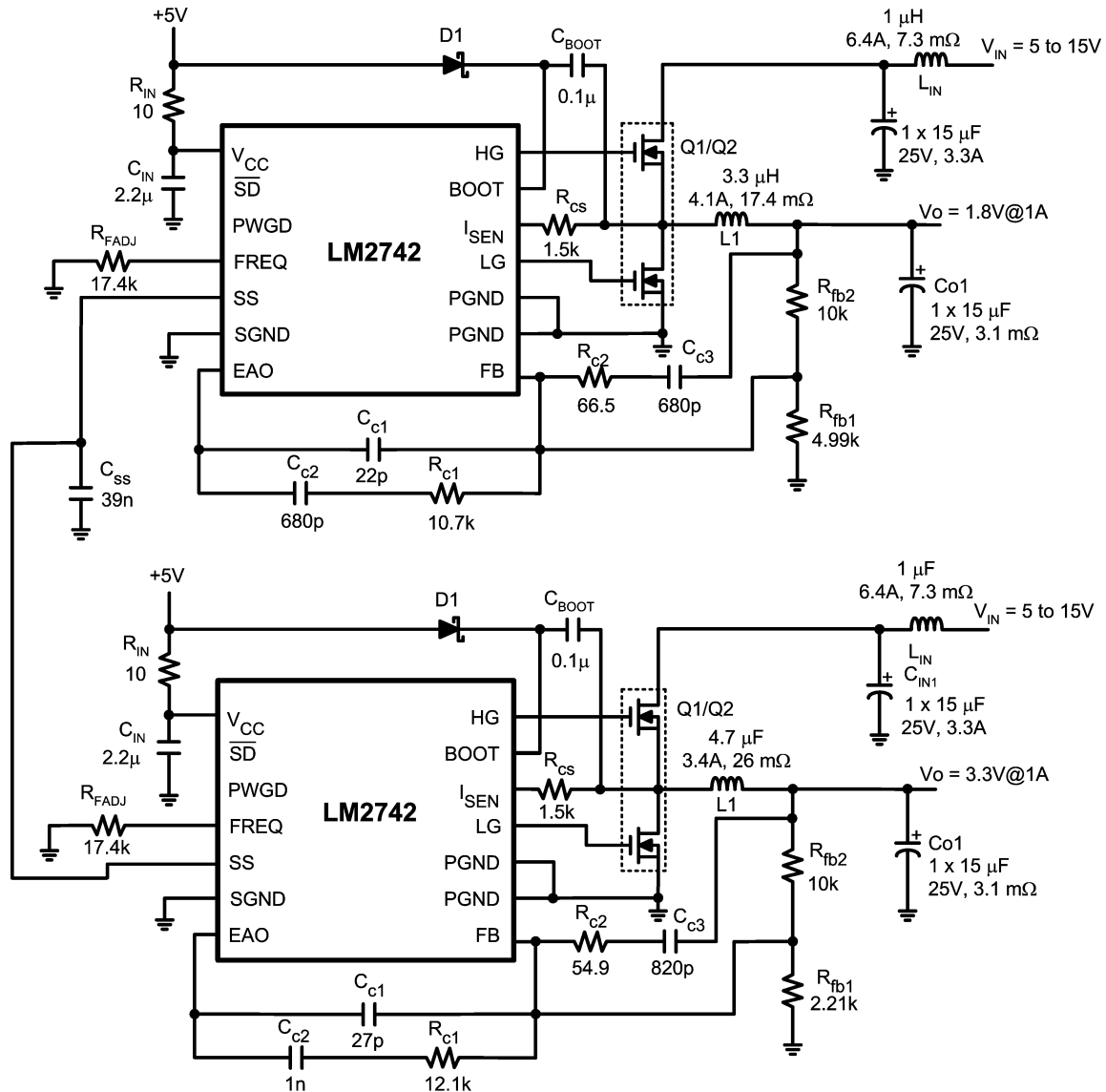


FIGURE 7. 1.8V and 3.3V, 1A, 1.4MHz, Simultaneous

Figure 7 に示す回路は ADSL アプリケーション向けで、ノイズをデータ転送帯域から分離させるために高いスイッチング周波数を採用しています。この回路では、単一のソフトスタート・コンデンサを用いて、1.8V 出力と 3.3V 出力を同時に制御しています。2 個の電流源によって 1 個のコンデンサを充電するので、ソフトスタート時間を同一にするために、コンデンサ容量を 2 倍にします。

(ゆえに、5ms のソフトスタート時間に対しては 40nF が必要です。) ソフトスタート・コンデンサを共通にしているため、一方の回路が電流制限モードに入ると、他方の回路も電流制限モードに入ります。外部補償素子 R_{c2} と C_{c3} は、2 個の低 ESR セラミック出力コンデンサ $Co1$ と、広い範囲の入力電圧 V_{IN} に対応するために必要です。

回路例 (つづき)

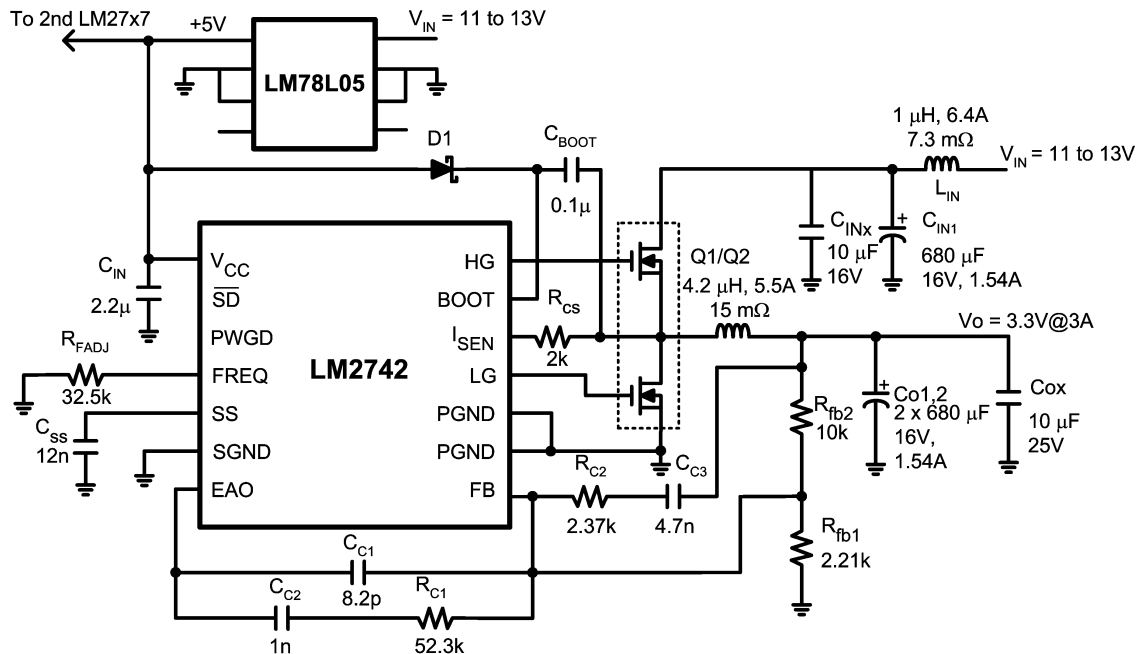


FIGURE 8. 12V Unregulated to 3.3V, 3A, 750kHz

この回路は、LM2742 と外付け部品を必要としない 15V レギュレータ LM78L05 を組み合わせた低コスト・ソリューションです。12V の入力電圧は、十分な平滑化を行っていない単純な電源回路から供給されています。また DSL やケーブルモデムが感度を有する

周波数帯に対して、スイッチング・ノイズと高調波を遮断するため、安価な 10 μ F のセラミック・コンデンサを C_{inx} と C_{ox} に使用しています。

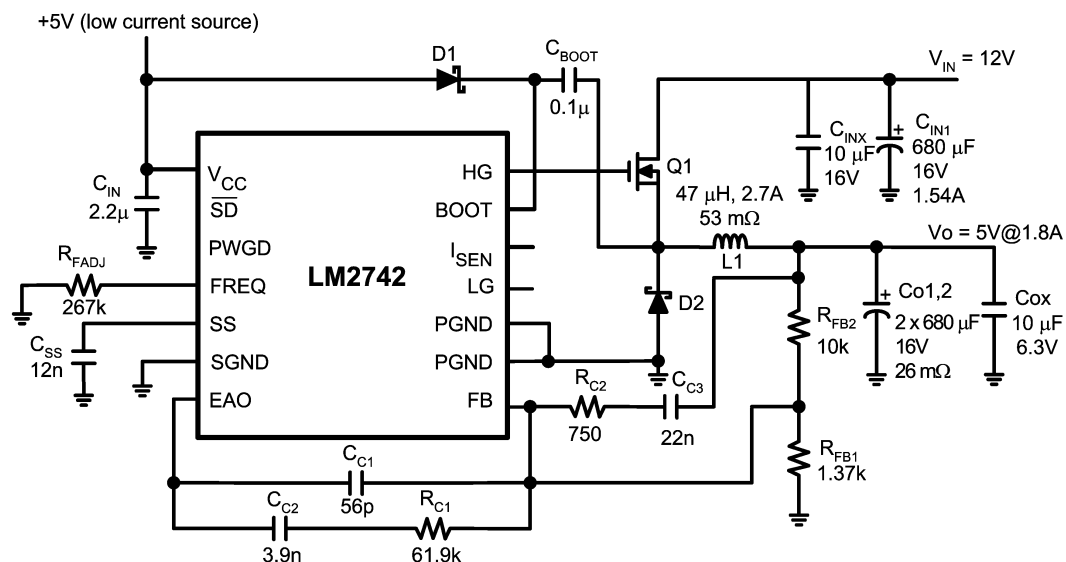


FIGURE 9. 12V to 5V, 1.8A, 100kHz

コストが最も重要となる場合、上図のように LM2742 を非同期コントローラとして使用する方法があります。ショットキ・ダイオードをローサイド MOSFET で代用すると効率は低くなりますが、コスト的には MOSFET よりはるかに安くなります。LM2742 の動作に必要な小電流の 5V は、ツェナー・ダイオードまたは Figure 8 に

示すような低コストのレギュレータで生成します。LM2742 はローサイド MOSFET の電流をセンスするため、非同期設計では電流制限機能は働きません。そのため、ISEN 端子は開放しておきます。

TABLE 1. Bill of Materials for Typical Application Circuit

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14	TSSOP-14	1	NSC
Q1, Q2	Si4884DY	N-MOSFET	SO-8	30V, 13mΩ, 15nC	1	Vishay
L1	RLF7030T-1R5N6R1	Inductor	7.1x7.1x3.2mm	1.5μH, 6.1A 9.6mΩ	1	TDK
Cin1, Cin2	C2012X5R1J106M	MLCC	0805	10μF 6.3V	2	TDK
Cinx	C3216X7R1E105K	Capacitor	1206	1μF, 25V	1	TDK
Co1, Co2	6MV2200WG	AL-E	10mm D 20mm H	2200μF 6.3V125mΩ	2	Sanyo
Cboot	VJ1206X104XXA	Capacitor	1206	0.1μF, 25V	1	Vishay
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2μF, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X123KXX	Capacitor	1206	12nF, 25V	1	Vishay
Cc1	VJ1206A2R2KXX	Capacitor	1206	2.2pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206A181KXX	Capacitor	1206	180pF 10%	1	Vishay
Rin	CRCW1206100J	Resistor	1206	10Ω 5%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12066342F	Resistor	1206	63.4kΩ 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12063923F	Resistor	1206	392kΩ 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12061002F	Resistor	1206	10kΩ 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12061002F	Resistor	1206	10kΩ 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206222J	Resistor	1206	2.2kΩ 5%	1	Vishay

**TABLE 2. Bill of Materials for Circuit of Figure 3
(Identical to BOM for 1.5V except as noted below)**

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
L1	RLF12560T-2R7N110	Inductor	12.5x12.8x6mm	2.7μH, 14.4A 4.5mΩ	1	TDK
Co1, Co2, Co3, Co4	10TPB100M	POSCAP	7.3x4.3x2.8mm	100μF 10V 1.9Arms	4	Sanyo
Cc1	VJ1206A6R8KXX	Capacitor	1206	6.8pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206A271KXX	Capacitor	1206	270pF 10%	1	Vishay
Cc3	VJ1206A471KXX	Capacitor	1206	470pF 10%	1	Vishay
Rc2	CRCW12068451F	Resistor	1206	8.45kΩ 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12061102F	Resistor	1206	11kΩ 1%	1	Vishay

TABLE 3. Bill of Materials for Circuit of Figure 4

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14		1	NSC
Q1	Si4442DY	N-MOSFET	SO-8	30V, 4.1mΩ, @ 4.5V, 36nC	1	Vishay
Q2	Si4442DY	N-MOSFET	SO-8	30V, 4.1mΩ, @ 4.5V, 36nC	1	Vishay
D1	BAT-54	Schottky Diode	SOT-23	30V	1	Vishay
Lin	SLF12575T-1R2N8R2	Inductor	12.5x12.5x7.5mm	12μH, 8.2A, 6.9mΩ	1	Coilcraft
L1	D05022-152HC	Inductor	22.35x16.26x8mm	1.5μH, 15A, 4mΩ	1	Coilcraft
Cin1, Cin2	10MV5600AX	Aluminum Electrolytic	16mm D 25mm H	5600μF10V 2.35Arms	2	Sanyo
Cinx	C3216X7R1E105K	Capacitor	1206	1μF, 25V	1	TDK
Co1, Co2, Co3	10MV5600AX	Aluminum Electrolytic	16mm D 25mm H	5600μF10V 2.35Arms	2	Sanyo
Cboot	VJ1206X104XXA	Capacitor	1206	0.1μF, 25V	1	Vishay
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2μF, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X123KXX	Capacitor	1206	12nF, 25V	1	Vishay

TABLE 3. Bill of Materials for Circuit of Figure 4 (Continued)

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
Cc1	VJ1206A4R7KXX	Capacitor	1206	4.7pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206A102KXX	Capacitor	1206	1nF 10%	1	Vishay
Rin	CRCW1206100J	Resistor	1206	10 Ω 5%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12068872F	Resistor	1206	88.7k Ω 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12062293F	Resistor	1206	229k Ω 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12064991F	Resistor	1206	4.99k Ω 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12064991F	Resistor	1206	4.99k Ω 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206152J	Resistor	1206	1.5k Ω 5%	1	Vishay

TABLE 4. Bill of Materials for Circuit of Figure 5

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14		1	NSC
Q1/Q2	Si4826DY	Asymetric Dual N-MOSFET	SO-8	30V, 24m Ω / 8nC Top 16.5m Ω / 15nC	1	Vishay
L1	DO3316P-222	Inductor	12.95x9.4x 5.21mm	2.2 μ H, 6.1A, 12m Ω	1	Coilcraft
Cin1	10TPB100ML	POSCAP	7.3x4.3x3.1mm	100 μ F 10V 1.9Arms	1	Sanyo
Co1	4TPB220ML	POSCAP	7.3x4.3x3.1mm	220 μ F 4V 1.9Arms	1	Sanyo
Cc	C3216X7R1E105K	Capacitor	1206	1 μ F, 25V	1	TDK
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2 μ F, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X123KXX	Capacitor	1206	12nF, 25V	1	Vishay
Cc1	VJ1206A100KXX	Capacitor	1206	10pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206A561KXX	Capacitor	1206	560pF 10%	1	Vishay
Rin	CRCW1206100J	Resistor	1206	10 Ω 5%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12064222F	Resistor	1206	42.2k Ω 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12065112F	Resistor	1206	51.1k Ω 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12062491F	Resistor	1206	2.49k Ω 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12064991F	Resistor	1206	4.99k Ω 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206272J	Resistor	1206	2.7k Ω 5%	1	Vishay

TABLE 5. Bill of Materials for Circuit of Figure 6

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14		1	NSC
Q1	Si4884DY	N-MOSFET	SO-8	30V, 13.5m Ω , @ 4.5V 15.3nC	1	Vishay
Q2	Si4884DY	N-MOSFET	SO-8	30V, 13.5m Ω , @ 4.5V 15.3nC	1	Vishay
D1	BAT-54	Schottky Diode	SOT-23	30V	1	Vishay
Lin	P1166.102T	Inductor	7.29x7.29 3.51mm	1 μ H, 11A 3.7m Ω	1	Pulse
L1	P1168.102T	Inductor	12x12x4.5 mm	1 μ H, 11A, 3.7m Ω	1	Pulse
Cin1	10MV5600AX	Aluminum Electrolytic	16mm D 25mm H	5600 μ F 10V 2.35Arms	1	Sanyo
Cinx	C3216X7R1E105K	Capacitor	1206	1 μ F, 25V	1	TDK
Co1, Co2, Co3	16MV4700WX	Aluminum Electrolytic	12.5mm D 30mm H	4700 μ F 16V 2.8Arms	2	Sanyo
Cboot	VJ1206X104XXA	Capacitor	1206	0.1 μ F, 25V	1	Vishay
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2 μ F, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X123KXX	Capacitor	1206	12nF, 25V	1	Vishay

TABLE 5. Bill of Materials for Circuit of Figure 6 (Continued)

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
Cc1	VJ1206A4R7KXX	Capacitor	1206	4.7pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206A681KXX	Capacitor	1206	680pF 10%	1	Vishay
Rin	CRCW1206100J	Resistor	1206	10 Ω 5%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12064992F	Resistor	1206	49.9k Ω 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12061473F	Resistor	1206	147k Ω 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12061492F	Resistor	1206	14.9k Ω 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12064991F	Resistor	1206	4.99k Ω 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206332J	Resistor	1206	3.3k Ω 5%	1	Vishay

TABLE 6. Bill of Materials for Circuit of Figure 7

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14		1	NSC
Q1/Q2	Si4826DY	Assymetric Dual N-MOSFET	SO-8	30V, 24m Ω / 8nC Top 16.5m Ω / 15nC	1	Vishay
D1	BAT-54	Schottky Diode	SOT-23	30V	1	Vishay
Lin	RLF7030T-1R0N64	Inductor	6.8x7.1x3.2mm	1 μ H, 6.4A, 7.3m Ω	1	TDK
L1	RLF7030T-3R3M4R1	Inductor	6.8x7.1x3.2mm	3.3 μ H, 4.1A, 17.4m Ω	1	TDK
Cin1	C4532X5R1E156M	MLCC	1812	15 μ F 25V 3.3Arms	1	Sanyo
Co1	C4532X5R1E156M	MLCC	1812	15 μ F 25V 3.3Arms	1	Sanyo
Cboot	VJ1206X104XXA	Capacitor	1206	0.1 μ F, 25V	1	TDK
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2 μ F, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X393KXX	Capacitor	1206	39nF, 25V	1	Vishay
Cc1	VJ1206A220KXX	Capacitor	1206	22pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206A681KXX	Capacitor	1206	680pF 10%	1	Vishay
Cc3	VJ1206A681KXX	Capacitor	1206	680pF 10%	1	Vishay
Rin	CRCW1206100J	Resistor	1206	10 Ω 5%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12061742F	Resistor	1206	17.4k Ω 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12061072F	Resistor	1206	10.7k Ω 1%	1	Vishay
Rc2	CRCW120666R5F	Resistor	1206	66.5 Ω 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12064991F	Resistor	1206	4.99k Ω 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12061002F	Resistor	1206	10k Ω 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206152J	Resistor	1206	1.5k Ω 5%	1	Vishay

**TABLE 7. Bill of Materials for Circuit of Figure 7
(Identical to BOM for 1.8V except as noted below)**

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
L1	RLF7030T-4R7M3R4	Inductor	6.8x7.1x 3.2mm	4.7 μ H, 3.4A, 26m Ω	1	TDK
Cc1	VJ1206A270KXX	Capacitor	1206	27pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206X102KXX	Capacitor	1206	1nF 10%	1	Vishay
Cc3	VJ1206A821KXX	Capacitor	1206	820pF 10%	1	Vishay
Rc1	CRCW12061212F	Resistor	1206	12.1k Ω 1%	1	Vishay
Rc2	CRCW12054R9F	Resistor	1206	54.9 Ω 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12062211F	Resistor	1206	2.21k Ω 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12061002F	Resistor	1206	10k Ω 1%	1	Vishay

TABLE 8. Bill of Materials for Circuit of Figure 8

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14		1	NSC

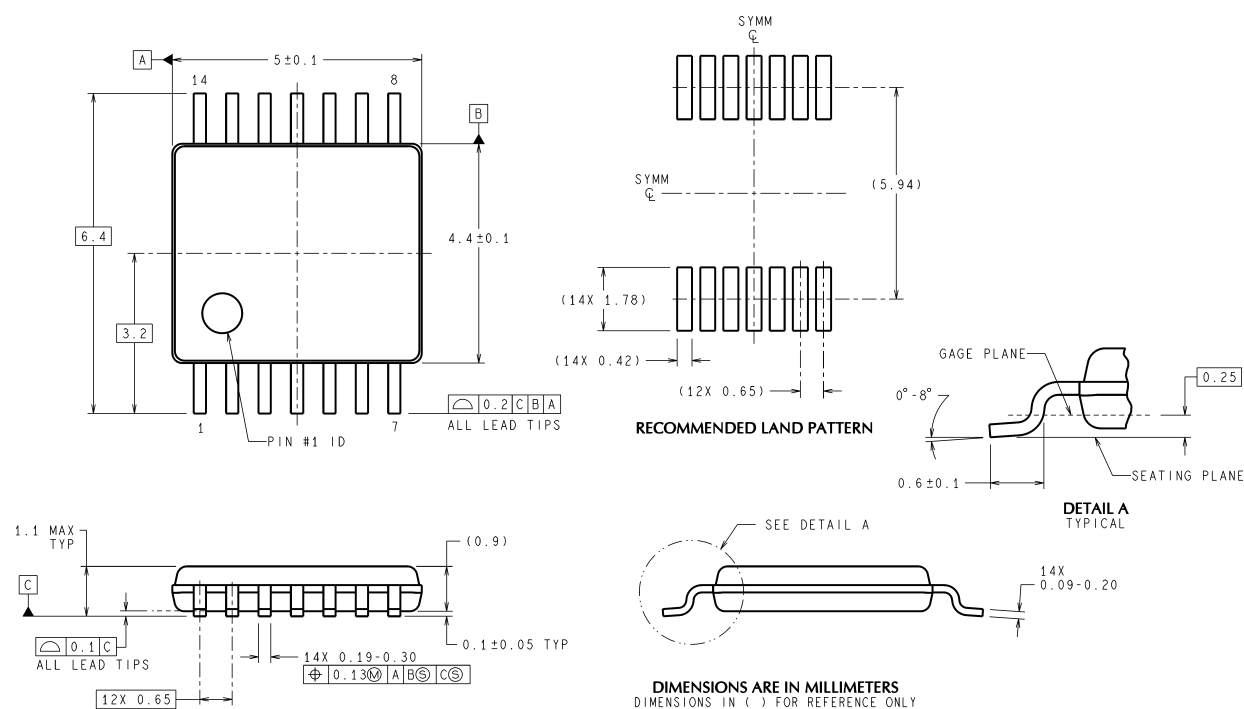
TABLE 8. Bill of Materials for Circuit of Figure 8 (Continued)

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U2	LM78L05	Voltage Regulator	SO-8		1	NSC
Q1/Q2	Si4826DY	Assymetric Dual N-MOSFET	SO-8	30V, 24mΩ/ 8nC Top 16.5mΩ/ 15nC	1	Vishay
D1	BAT-54	Schottky Diode	SOT-23	30V	1	Vishay
Lin	RLF7030T-1R0N64	Inductor	6.8x7.1x3.2mm	1μH, 6.4A, 7.3mΩ	1	TDK
L1	SLF12565T-4R2N5R5	Inductor	12.5x12.5x6.5mm	4.2μH, 5.5A, 15mΩ	1	TDK
Cin1	16MV680WG	Al-E	D: 10mm L: 12.5mm	680μF 16V 3.4Arms	1	Sanyo
Cinx	C3216X5R1C106M	MLCC	1210	10μF 16V 3.4Arms	1	TDK
Co1 Co2	16MV680WG	MLCC	1812	15μF 25V 3.3Arms	1	Sanyo
Cox	C3216X5R10J06M	MLCC	1206	10μF 6.3V 2.7A		TDK
Cboot	VJ1206X104XXA	Capacitor	1206	0.1μF, 25V	1	Vishay
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2μF, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X123KXX	Capacitor	1206	12nF, 25V	1	Vishay
Cc1	VJ1206A8R2KXX	Capacitor	1206	8.2pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206X102KXX	Capacitor	1206	1nF 10%	1	Vishay
Cc3	VJ1206X472KXX	Capacitor	1206	4.7nF 10%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12063252F	Resistor	1206	32.5kΩ 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12065232F	Resistor	1206	52.3kΩ 1%	1	Vishay
Rc2	CRCW120662371F	Resistor	1206	2.37Ω 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12062211F	Resistor	1206	2.21kΩ 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12061002F	Resistor	1206	10kΩ 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206202J	Resistor	1206	2kΩ 5%	1	Vishay

TABLE 9. Bill of Materials for Circuit of Figure 9

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty.	Vendor
U1	LM2742	Synchronous Controller	TSSOP-14		1	NSC
Q1	Si4894DY	N-MOSFET	SO-8	30V, 15mΩ, 11.5nC	1	Vishay
D2	MBRS330T3	Schottky Diode	SO-8	30V, 3A	1	ON
L1	SLF12565T-470M2R4	Inductor	12.5x12.8x 4.7mm	47μH, 2.7A 53mΩ	1	TDK
D1	MBR0520	Schottky Diode	1812	20V 0.5A	1	ON
Cin1	16MV680WG	Al-E	1206	680μF, 16V, 1.54Arms	1	Sanyo
Cinx	C3216X5R1C106M	MLCC	1206	10μF, 16V, 3.4Arms	1	TDK
Co1, Co2	16MV680WG	Al-E	D: 10mm L: 12.5mm	680μF 16V 26mΩ	2	Sanyo
Cox	C3216X5R10J06M	MLCC	1206	10μF, 6.3V 2.7A	1	TDK
Cboot	VJ1206X104XXA	Capacitor	1206	0.1μF, 25V	1	Vishay
Cin	C3216X7R1E225K	Capacitor	1206	2.2μF, 25V	1	TDK
Css	VJ1206X123KXX	Capacitor	1206	12nF, 25V	1	Vishay
Cc1	VJ1206A561KXX	Capacitor	1206	56pF 10%	1	Vishay
Cc2	VJ1206X392KXX	Capacitor	1206	3.9nF 10%	1	Vishay
Cc3	VJ1206X223KXX	Capacitor	1206	22nF 10%	1	Vishay
Rfadj	CRCW12062673F	Resistor	1206	267kΩ 1%	1	Vishay
Rc1	CRCW12066192F	Resistor	1206	61.9kΩ 1%	1	Vishay
Rc2	CRCW12067503F	Resistor	1206	750kΩ 1%	1	Vishay
Rfb1	CRCW12061371F	Resistor	1206	1.37kΩ 1%	1	Vishay
Rfb2	CRCW12061002F	Resistor	1206	10kΩ 1%	1	Vishay
Rcs	CRCW1206122F	Resistor	1206	1.2kΩ 5%	1	Vishay

外形寸法図 単位は millimeters



MTC14 (Rev D)

TSSOP-14 Pin Package
NS Package Number MTC14

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の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。
2. 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。

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。

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用ください。

www.national.com/jpn/

0120-666-116

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ご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取り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う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るとか、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いません。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いません。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