

過電圧および過電流保護機能を備えた 完全統合型24V/12Aスイッチト・キャパシタDC/DCコンバータ

特長

- 広い V_{HIGH}/V_{LOW} 電圧範囲：0V/0V~24V/12V
- 広い V_{CC} 電源電圧範囲：4.5V~38V
- 高効率：10A負荷で97%
- 外部過電圧保護MOSFETによる入力過電圧保護
- 入力および出力短絡保護
- ソフト・スタートからの定常動作
- 5V~14Vを入力可能なEXTV_{CC}により高効率を実現
- 突入電流の制限と保護
- ブートストラップ・ダイオードを内蔵
- 100kHz~1.4MHzの範囲で動作周波数を設定可能
- 4mm × 5mm LGA (LQFN) パッケージで提供

アプリケーション

- コンシューマ・エレクトロニクス
- 工業用アプリケーション
- バッテリ・アプリケーション

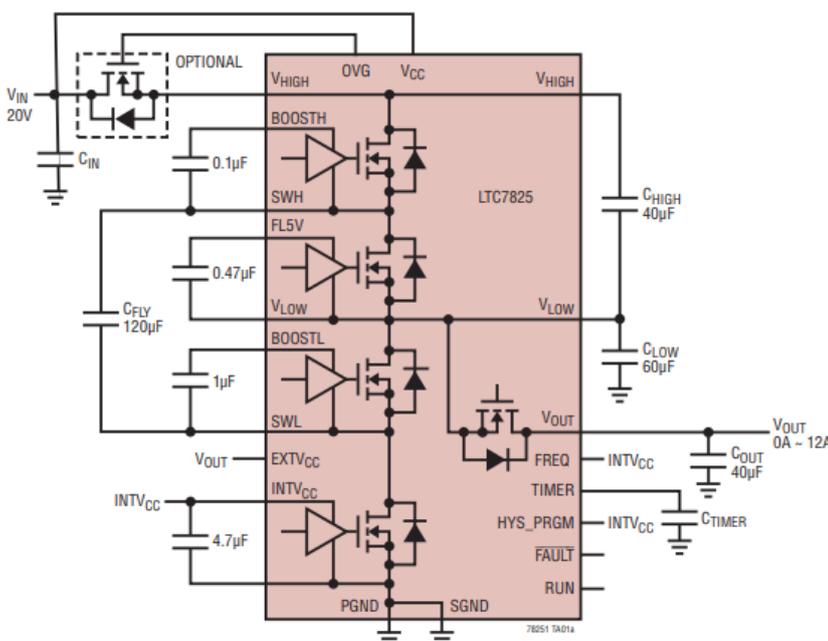
概要

LTC[®]7825は完全統合型のモノリシックDC/DCコンバータです。スイッチト・キャパシタ・アーキテクチャにより、入出力電圧比が2:1のアプリケーションで非常に高い効率を実現します。 V_{IN} と V_{HIGH} の間をオプションのMOSFETで保護することで、LTC7825の入力は最大40Vの電圧トランジェントに耐えることができます。短絡状態時は入力と出力が完全に切断されます。LTC7825はブートストラップ・ダイオードを内蔵しており、電流制限保護が必要な高出力の中間バス・アプリケーション用に、コンパクトでコスト効率の高いソリューションを提供します。

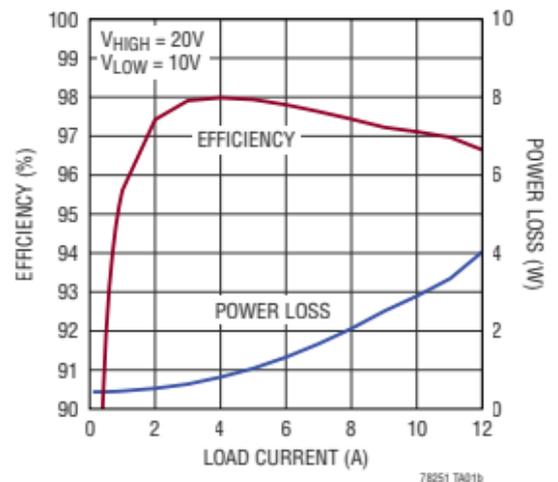
LTC7825の動作スイッチング周波数は、100kHz~1.4MHzの範囲で直線的に設定できます。このデバイスは4mm × 5mmのLGA (LQFN) パッケージで提供されます。

本紙記載の登録商標および商標は、全て各社の所有に属します。

標準的応用例



効率および電力損失と負荷電流の関係



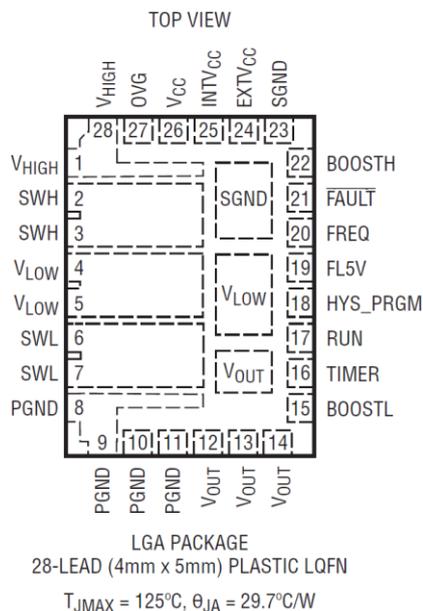
LTC7825

絶対最大定格

(特に指定のない限り、すべての電圧はSGNDピンが基準) (Note 1)

V _{CC}	-0.3V~40V
V _{LOW} 、V _{OUT}	-0.3V~13V
V _{HIGH}	0.3V~26V
(BOOSTH - SWH)、(BOOSTL - SWL)	-0.3V~5.5V
(FL5V - V _{LOW}) (OVG - V _{HIGH})	-0.3V~5.5V
INTV _{CC} 、RUN	-0.3V~6V
EXTV _{CC}	-0.3V~13V
HYS_PRGM、FREQ、TIMER	-0.3V~INTV _{CC}
FAULT、OVG	-0.3V~29V
動作ジャンクション温度範囲	-40°C~125°C
保管温度範囲	-40°C~150°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕上げ	製品マーキング	パッケージの説明	温度範囲
LTC7825AV#PBF	7825	28ピン (4mm x 5mm) プラスチックLQFN	-40°C~+125°C

更に広い動作温度範囲で規定された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。

電氣的特性

●は、動作温度範囲全体に適用される仕様を示しています。それ以外の仕様は、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値です。特に指定のない限り、 $V_{CC} = 12\text{V}$ 、 $V_{RUN} = 5\text{V}$ です。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT/OUTPUT VOLTAGE						
V_{CC}	IC Bias Voltage Range		4.5		40	V
V_{HIGH}	V_{HIGH} Voltage Range		0		25	V
V_{LOW}	V_{LOW} Voltage Range		0		12.5	V
I_Q	V_{CC} Supply Current Normal Operation	$V_{RUN} = 0\text{V}$ $V_{RUN} = 5\text{V}$, No Switching		20 3		μA mA
V_{UVLO}	Undervoltage Lockout Threshold	V_{INTVCC} Falling V_{INTVCC} Rising		3.9 4.2		V V
Gate Drivers						
$R_{DS(ON)1,2}$	Top Two MOSFETs On-Resistance			8		$\text{m}\Omega$
$R_{DS(ON)3,4}$	Bottom Two MOSFETs On-Resistance			6		$\text{m}\Omega$
$R_{DS(ON)5}$	V_{OUT} MOSFETs On-Resistance			2.5		$\text{m}\Omega$
RUN Pin						
V_{RUN}	RUN Pin on Threshold	V_{RUN} Rising	1.1	1.22	1.35	V
$V_{RUN,HYS}$	RUN Pin on Hysteresis			80		mV
INTV_{CC} Regulator						
V_{INTVCC_VCC}	V_{CC} LDO Voltage No Load	$V_{CC} = 12\text{V}$, $V_{EXTVCC} = 0\text{V}$	4.25	4.5	4.75	V
V_{INTVCC_EXT}	$EXTV_{CC}$ LDO Voltage No Load	$V_{EXTVCC} = 8\text{V}$, $V_{CC} = 12\text{V}$ (Note 5)	4.25	4.5	4.75	V
V_{EXTVCC}	$EXTV_{CC}$ Switchover Voltage	V_{EXTVCC} Ramping Positive (Note 6)		5.1		V
V_{LDOHYS}	$EXTV_{CC}$ Hysteresis			300		mV
V_{HIGH} and V_{LOW} Resistance						
R_{VHIGH}	V_{HIGH} to GND Resistance			1.2		Meg Ω
R_{VLOW}	V_{LOW} to GND Resistance			0.6		Meg Ω
V_{LOW} Balance Current						
I_{SOURCE}	Source Current to V_{LOW} Pin	$V_{HIGH} = 12\text{V}$, $V_{LOW} = 5\text{V}$, $TIMER = 0.8\text{V}$		200		mA
I_{SINK} (LTC7825)	Sink Current from V_{LOW} Pin	$V_{HIGH} = 12\text{V}$, $V_{LOW} = 7\text{V}$, $TIMER = 0.8\text{V}$		50		mA
Oscillator						
f_S	Oscillator Frequency Range		100		1200	kHz
f_{NOM}	Nominal Frequency	$V_{FREQ} = 0\text{V}$ $V_{FREQ} = 1.02\text{V}$ $V_{FREQ} = INTV_{CC}$		300 400 600		kHz kHz kHz
I_{FREQ}	FREQ Setting Current		9	10	11	μA
FAULT and HYS_PRGM						
R_{FAULT}	FAULT Open-Drain Pull-Down Resistance			180		Ω
I_{FAULT_LEAK}	FAULT Leakage Current	$V_{FAULT} = 29\text{V}$			± 1	μA

電氣的特性

●は、動作温度範囲全体に適用される仕様を示しています。それ以外の仕様は、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値です。特に指定のない限り、 $V_{CC} = 12\text{V}$ 、 $V_{RUN} = 5\text{V}$ です。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{HYS_PRGM}	HYS_PRGM Setting Current		9	10	11	μA
V_{VLOW_FAULT} (LTC7825)	V_{LOW} Voltage Fault Level	$V_{VHIGH} = 12\text{V}$, $V_{HYS_PRGM} = 1\text{V}$ V_{VLOW} Ramping Up		6.2		V
		V_{VLOW} Ramping Down		5.8		V
		$V_{VHIGH} = 16\text{V}$, $V_{HYS_PRGM} = INTV_{CC}$ V_{VLOW} Ramping Up		8.4		V
	V_{VLOW} Ramping Down		7.6		V	
	$V_{VHIGH} = 8\text{V}$, $V_{HYS_PRGM} = 0\text{V}$ V_{VLOW} Ramping Up		4.24		V	
	V_{VLOW} Ramping Down		3.76		V	
OVG						
V_{OVG_VHIGH}	OVG to V_{HIGH}	OVG On		4		V
V_{OV}	V_{HIGH} Overvoltage Threshold	V_{HIGH} Rising		26		V
V_{OV_HYS}	V_{HIGH} Overvoltage Hysteresis	Hysteresis		3.2		V
TIMER Current	I_{TIMER}	$V_{TIMER} < 0.5\text{V}$ or $V_{TIMER} > 1\text{V}$		4		μA
		$0.5\text{V} < V_{TIMER} < 1\text{V}$		8		μA

Note 1 : 上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性と寿命に影響を与えることがあります。

Note 2 : LTC7825Aは、 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲で仕様規定されています。ジャンクション温度が高い場合は動作寿命が低下します。なお、ここに示す仕様に見合った最大周囲温度は、具体的な動作条件と、ボード・レイアウト、パッケージの熱抵抗定格値、およびその他の環境条件の組み合わせによって決まります。

Note 3 : T_J は、次式を使って周囲温度 T_A と消費電力 P_D から計算します。 $T_J = T_A + (P_D \cdot J_A)$ 。

Note 4 : デバイスのピンに流れ込む電流はすべて正です。デバイスのピンから流れ出す電流はすべて負です。特に指定のない限り、すべての電圧はグラウンド基準です。

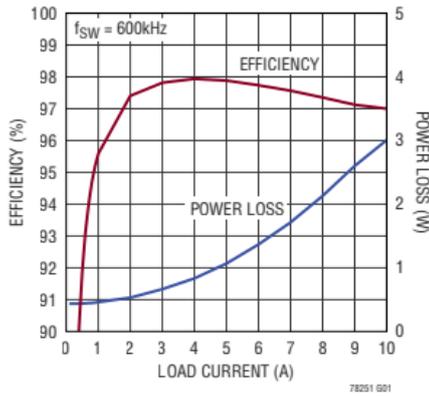
Note 5 : $V_{CC} > 6\text{V}$ の場合は、IC温度を下げるためにEXTV_{CC}を推奨します。

Note 6 : EXTV_{CC}は $V_{CC} > 6\text{V}$ の場合のみイネーブルされます。

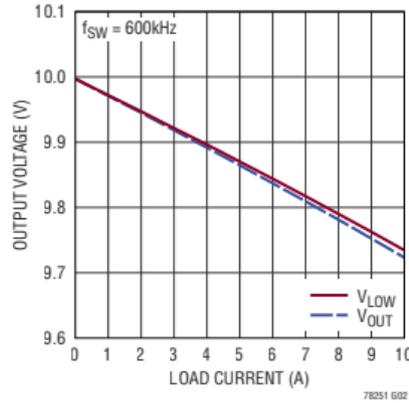
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

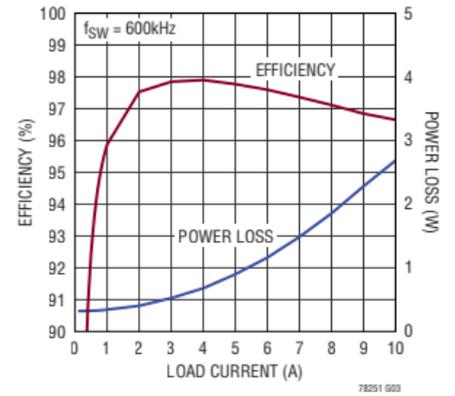
効率および電力損失と負荷の関係、
図3の20V_{IN}の分圧器



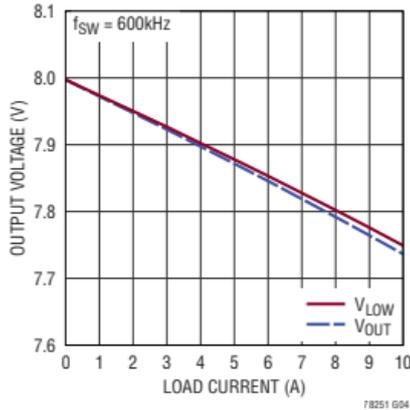
V_{LOW}とV_{OUT}の負荷レギュレーション、
図3の20V_{IN}の分圧器



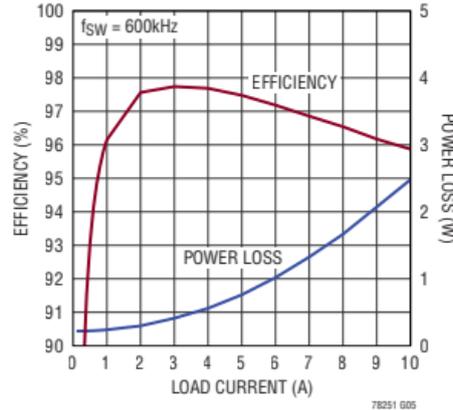
効率および電力損失と負荷の関係、
図3の16V_{IN}の分圧器



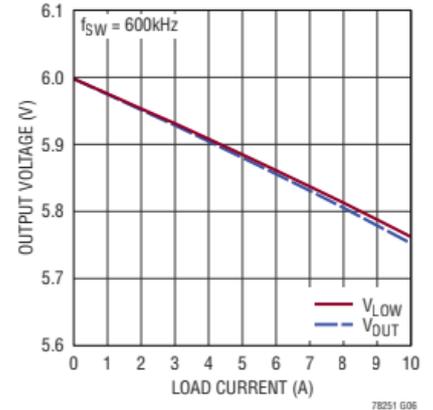
V_{LOW}とV_{OUT}の負荷レギュレーション、
図3の16V_{IN}の分圧器



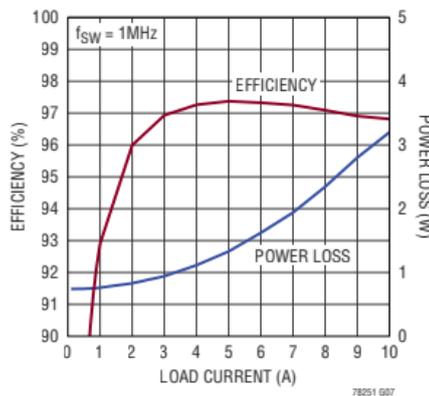
効率および電力損失と負荷の関係、
図3の12V_{IN}の分圧器



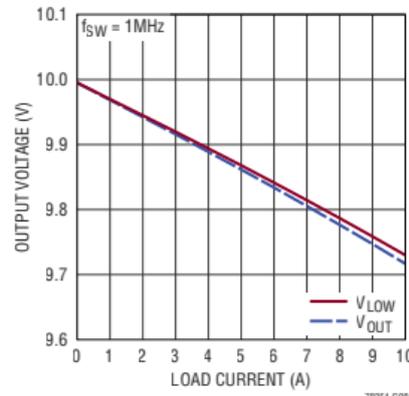
V_{LOW}とV_{OUT}の負荷レギュレーション、
図3の12V_{IN}の分圧器



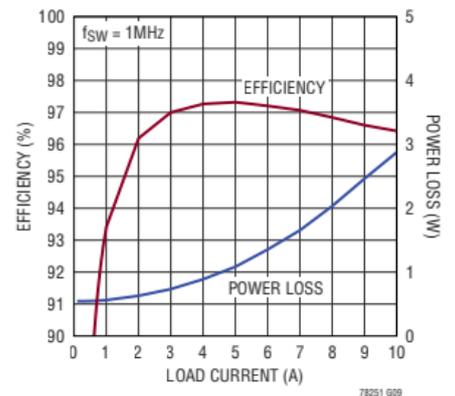
効率および電力損失と負荷の関係、
図4の20V_{IN}の分圧器



V_{LOW}とV_{OUT}の負荷レギュレーション、
図4の20V_{IN}の分圧器



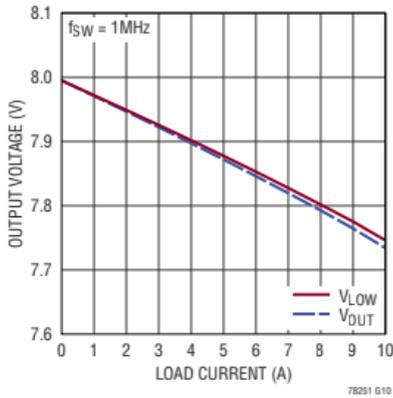
効率および電力損失と負荷の関係、
図4の16V_{IN}の分圧器



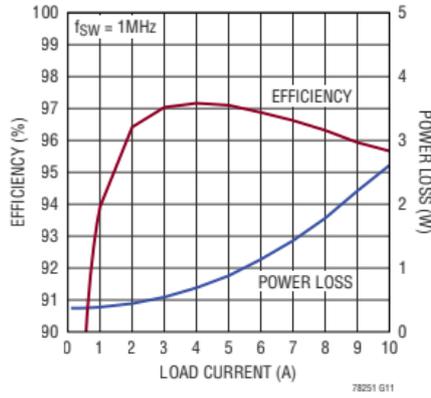
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

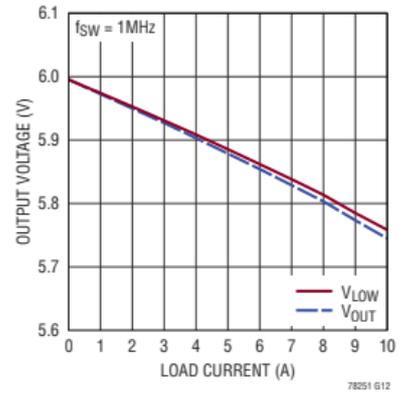
V_{LOW} と V_{OUT} の負荷レギュレーション、
図4の16V V_{IN} の分圧器



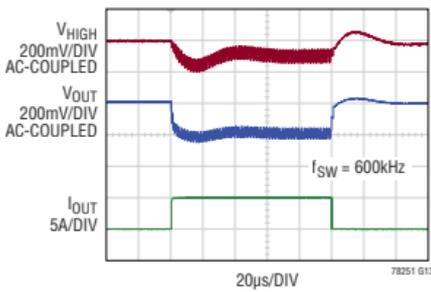
効率および電力損失と負荷の関係、
図4の12V V_{IN} の分圧器



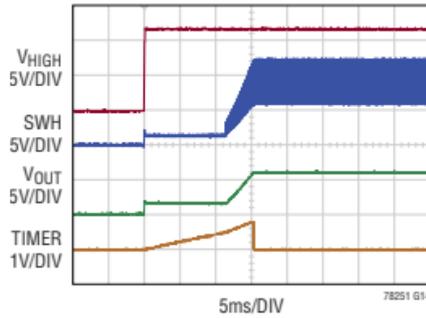
V_{LOW} と V_{OUT} の負荷レギュレーション、
図4の12V V_{IN} の分圧器



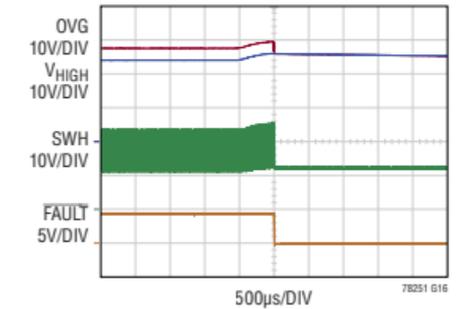
負荷トランジェント0A-5A-0A、
図3の12V/6V分圧器



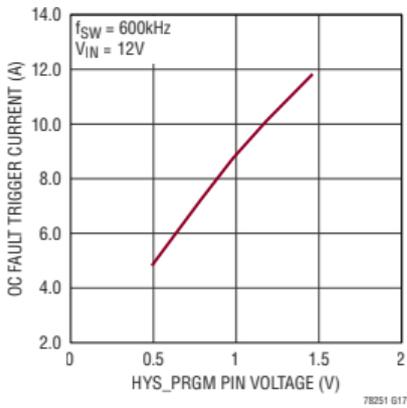
ソフト・スタート、12V/6V分圧器、
RUNピンはフロート状態



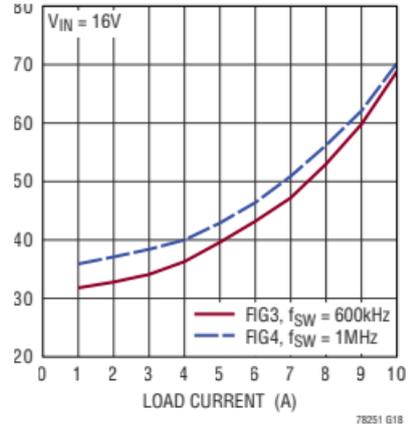
外部MOSFETとOVG制御による入力過
電圧保護



過電流フォルトのトリガ電流と
HYS_PGRM電圧の関係 (図3)



ケース上面温度と負荷電流の関係 (空気流なし)



ピン機能

V_{HIGH} (ピン1、28) : スイッチト・キャパシタ・コンバータのハイサイド電圧入力。高効率で動作させるには、V_{HIGH}とGNDの間、およびV_{HIGH}とV_{LOW}の間にコンデンサを接続します。

SWH (ピン2、3) : ハイサイド・スイッチング・ノード。フライング・コンデンサに接続します。

V_{LOW} (ピン4、5) : スイッチト・キャパシタ・コンバータのローサイド電圧入力。V_{LOW}とGNDの間にコンデンサを接続します。

SWL (ピン6、7) : ローサイド・スイッチング・ノード。フライング・コンデンサに接続します。

PGND (ピン8、9、10、11) : 電源グラウンド。

V_{OUT} (ピン12、13、14) : V_{LOW}に接続した内部切断MOSFETの出力。入力短絡保護は内部切断MOSFETをオフすることによって有効になります。内部切断が不要な場合は、V_{OUT}をV_{LOW}に短絡して効率を上げることができます。

BOOSTL、BOOSTH (ピン15、22) : フローティング・ドライバに供給するブートストラップ電源。BOOSTHピンとSWHピンの間、およびBOOSTLピンとSWLピンの間にコンデンサを接続します。

TIMER (ピン16) : このピンとグラウンドの間にコンデンサを接続することで、ソフト・スタートの時間を設定します。また、短絡再試行時間も設定できます。詳細については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

RUN (ピン17) : デジタル動作制御入力。RUNを1.2V未満にすると、コントローラがシャットダウンされます。RUNピンが1.2Vを超えると、内部回路が起動します。RUNピンが1.2V未満の場合はRUNピンから1 μ Aのプルアップ電流が流れ出し、RUNピンの電圧が1.2Vを超えるとRUNピンから更に4.5 μ Aの電流が流れ出します。

HYS_PRGM (ピン18) : このピンとグラウンドの間に接続された抵抗により、V_{HIGH}/2とV_{LOW}の電圧差をモニタするウィンドウ・コンパレータのウィンドウ閾値を設定します。このピンをGNDに接続するとウィンドウが240mVに設定され、INTV_{CC}に接続すると400mVに設定されます。このピンには10 μ Aの電流が流れます。

FL5V (ピン19) : このピンは、内部ドライバ回路と制御回路用の5Vフローティング電源です。このピンとV_{LOW}ピンの間には、0.1 μ F~1 μ Fのセラミック・コンデンサまたはその他の低ESRコンデンサが必要です。

FREQ (ピン20) : 周波数設定ピン。このピンからは正確に10 μ Aの電流が流れ出します。グラウンドとの間に抵抗を接続すると、周波数を設定する電圧が発生します。このピンをGNDに接続するとデフォルトのスイッチング電流が300kHzに設定され、INTV_{CC}に接続すると600kHzに設定されます。詳細についてはアプリケーション情報のセクションを参照してください。

FAULT (ピン21) : これはオープン・ドレイン出力です。V_{LOW}の電圧がV_{HIGH}/2のウィンドウ閾値を外れると、FAULTがグラウンドにプルダウンされます。

SGND (ピン23) : 信号グラウンド。すべての小信号部品はこのグラウンドに接続する必要があります。このピンはPCB上のPGNDに接続してください。

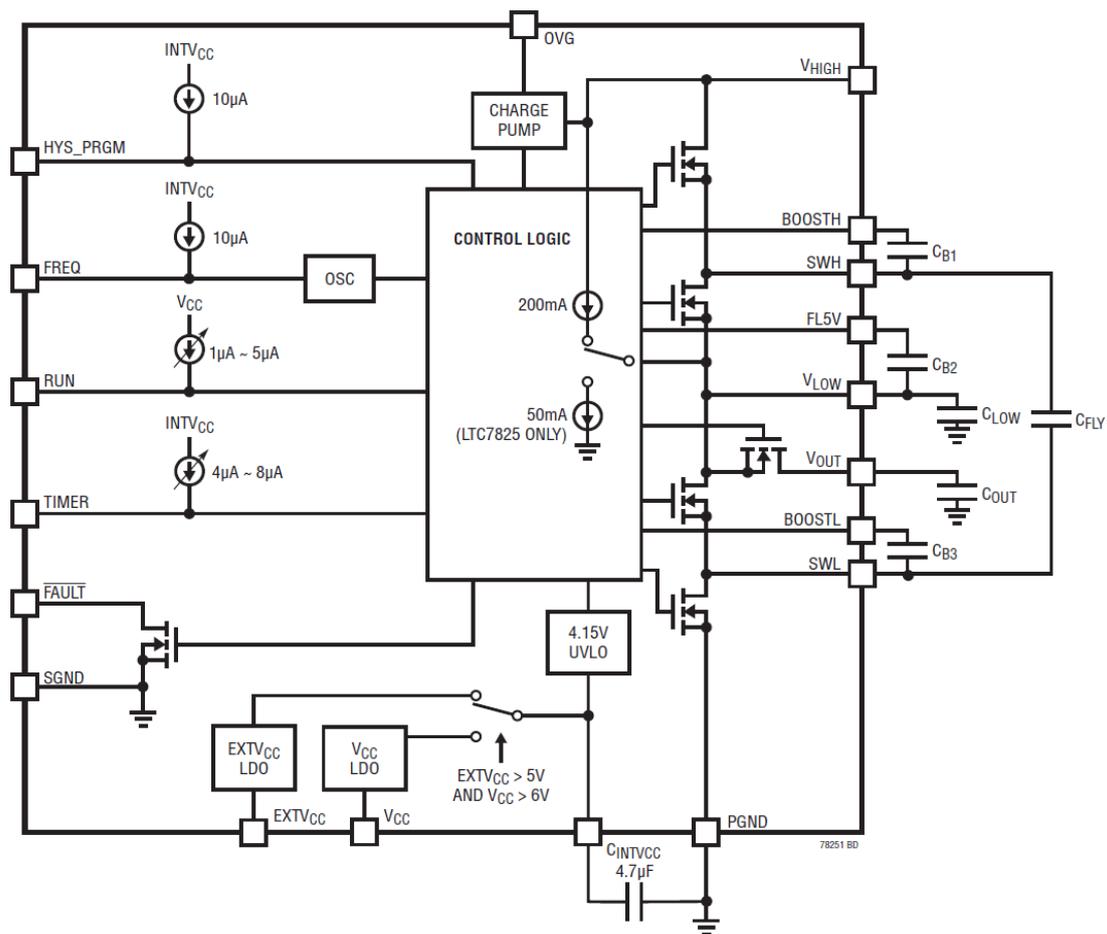
EXTV_{CC} (ピン24) : INTV_{CC}に接続された内部LDOへの外部電源入力。このLDOは、EXTV_{CC}が5Vより高くV_{CC}が6Vより高い場合、常にV_{CC}から電源が供給される内部LDOをバイパスして、INTV_{CC}電源に電力を供給します。このピンは、フロート状態や14Vを超える状態にしないでください。

INTV_{CC} (ピン25) : 内部リニア低ドロップアウト・レギュレータの出力。ドライバ回路と制御回路にはこの電圧源から電力が供給されます。4.7 μ F以上のセラミック・コンデンサまたはその他の低ESRコンデンサを使用して、電源グラウンドにバイパスする必要があります。INTV_{CC}は他のICに使用しないでください。

V_{CC} (ピン26) : ドライバおよび内部充電回路用の電源。このピンとGNDピンの間にはバイパス・コンデンサを接続する必要があります。

OVG (ピン27) : オプションの入力過電圧保護ピン。このピンは、外部NチャンネルMOSFETのゲートに接続します。V_{HIGH}電圧が26Vを超えると、OVGが外部MOSFETをオフにします。このピンを使用しない場合は、フロート状態のままにしてください。

ブロック図



動作

メイン制御

LTC7825は、高出力・高電圧アプリケーションに使用する一定周波数のオープンループ・スイッチト・キャパシタ/チャージ・ポンプ・コンバータです。定常動作時には、SWHとSWLの間にあるフライング・コンデンサを V_{Low} にあるコンデンサと並列にしたり、 V_{Low} にあるコンデンサと直列にしたりするために、内部スイッチがオン/オフされます。フライング・コンデンサと V_{Low} コンデンサが並列の場合は、フライング・コンデンサの電圧と V_{Low} コンデンサの電圧が同じになります。フライング・コンデンサと V_{Low} コンデンサが V_{High} と直列の場合は、フライング・コンデンサの電圧と V_{Low} コンデンサの電圧を加えた値が V_{High} の電圧に等しくなります。したがって、定常状態における V_{Low} ピンの電圧は常に V_{High} 電圧の半分に近い値となり、高スイッチング周波数で動作しているときのインピーダンスが非常に低いため、負荷変動の影響を受けにくくなります。LTC7825は、クローズド・ループ帰還システムを使用して出力電圧をレギュレーションするわけではありません。しかし、 V_{Low} ピンのグラウンドへの短絡、過電流イベント、過熱状態などのフォルト状態発生時にはスイッチングを停止します。

INTV_{CC}/EXTV_{CC}電源

クワッドNチャンネルMOSFETドライバやその他の大半の内部回路の電力は、INTV_{CC}ピンから供給されます。通常、内部の4.5Vリニア電圧レギュレータはV_{CC}からINTV_{CC}電源を供給します。V_{CC}が高入力電圧に接続されている場合、オプションの外部電圧源をEXTV_{CC}ピンに接続して、2つめの4.5Vリニア・レギュレータをイネーブルして、EXTV_{CC}ピンからINTV_{CC}電源を供給することができます。EXTV_{CC}ピンの下でリニア・レギュレータをイネーブルするには、V_{CC}が6Vより高く、EXTV_{CC}ピンの電圧が5Vより高くなければなりません。EXTV_{CC}ピンの電圧が13Vを超えないようにしてください。それぞれのトップMOSFETドライバは、フロート状態のブートストラップ・コンデンサCBからバイアスされます。このコンデンサは通常、各トップMOSFETがオフになると、それぞれのオフ・サイクル中に内部ダイオードを通じて再充電されます。

起動とシャットダウン (RUN)

LTC7825は、RUNピンがプルダウンされるとシャットダウン・モードになります。シャットダウン・モードでは、INTV_{CC}のレギュレータを含むほとんどの内部回路がオフになり、LTC7825の消費電流は30 μ A未満になります。すべてのNチャンネルMOSFETは能動的にオフにされます。RUNピンを解放すると、1 μ Aの内部電流によってこのピンをプルアップし、コンバータをイネーブルすることができます。あるいは、RUNピンを外部からプルアップするか、またはロジックで直接駆動することもできます。このピンの電圧は、6Vの絶対最大定格を超えないようにしてください。

RUNが解放されてINTV_{CC}の電圧がUVLOを超えると、LTC7825が起動して V_{High} および V_{Low} の電圧を継続的にモニタします。LTC7825は、 V_{Low} 電圧が V_{High} 電圧の半分に近付いた場合か、 V_{Low} と V_{High} 両方の電圧がGNDに近付いた場合にのみ、スイッチングを開始してフル・パワーを供給します。分圧器アプリケーションでは V_{Low} が V_{High} 電圧の半分にプリバランスされ、様々な初期状態の V_{Low} でLTC7825を起動できます。

フォルト保護とサーマル・シャットダウン

LTC7825は、フォルト保護のためにシステムの電圧、電流、温度をモニタし、フォルト状態が発生するとスイッチングを停止してFAULTピンをプルダウンします。 V_{Low} 電圧フォルトをクリアするには、 V_{Low} ピンの電圧が $V_{High}/2$ 付近に設定されたウィンドウの範囲内になるか、 V_{High}/V_{Low} 電圧が1V/0.5Vより低くなければなりません。 V_{High} 過電圧フォルトをクリアするには、 V_{High} 電圧が26V未満で、OVGが V_{High} より4V高くなければなりません。温度フォルトをクリアするには、ICの温度が165°C未満でなければなりません。

FAULTピンは外付け抵抗によって最大25Vの電源にプルアップすることができます。このピンは、フォルト状態時に入力と出力を分離する外部切断MOSFETを制御するために使用することもできます。

動作

過電流保護

定常動作時は、負荷電流の増加に伴って V_{Low} の電圧が直線的に低下します。過電流保護は、HYS_PRGMピンによって制御される $V_{Low} \sim V_{HIGH}/2$ ウィンドウを様々に選択することで設定できます。過電流フォルトがトリガされると、LTC7825はスイッチングを停止して再起動を試みます。

実際には、 V_{Low} 電圧の谷はスイッチング周波数と C_{FLY}/C_{OUT} の影響を受けます。正しいヒステリシス・ウィンドウを設定するために、全負荷時の V_{Low} 電圧と最大スイッチング・リップルを測定してください。LTC7825は10A前後の負荷で最大効率を発揮するように設計されていますが、出力電流に厳密な制限はありません。 V_{Low} のヒステリシス・ウィンドウが十分に大きいものであれば、LTC7825は、ヒートシンクまたは強制換気を使用することで12A以上の負荷電流を供給できます。HYS_PRGMの設定例については、代表的な性能特性のセクションを参照してください。

周波数の選択 (FREQピン)

スイッチング周波数の選択は、効率と部品サイズの兼ね合いによって決まります。低周波数動作ではMOSFETのスイッチング損失が低下するため効率は上昇しますが、低出力リップル電圧と低出力インピーダンスを維持するために、より大きな容量が必要になります。FREQピンを使用すると、コンバータの動作周波数を100kHz～

1.4MHzの範囲に設定できます。FREQピンからは正確に10 μ Aの電流が流れ出るので、SGNDとの間に1個の抵抗を接続することでコンバータのスイッチング周波数を設定できます。FREQピンの電圧は抵抗に10 μ Aの電流を乗じた値です（例えば、FREQピンとGNDの間に100kの抵抗がある場合の電圧は1Vです）。FREQピンの電圧とスイッチング周波数の関係を図1に示します。FREQピンをSGNDに接続するとデフォルトのスイッチング周波数を300kHzに設定でき、INTV_{CC}に接続すると600kHzに設定できます。

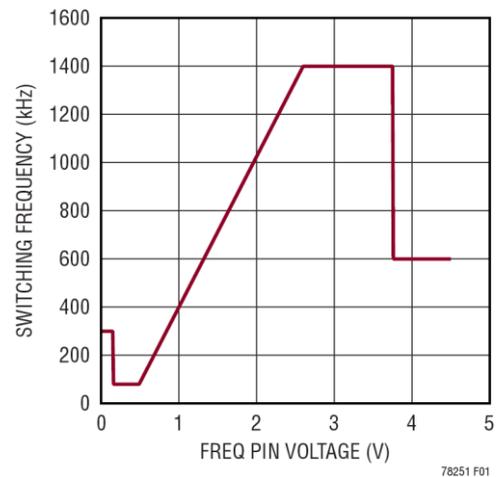


図1. スイッチング周波数とFREQピン電圧の関係

アプリケーション情報

このデータシートの最初のページに示した標準的応用例は、LTC7825を使用した分圧器回路です。このコンバータは、2:1の降圧比で V_{HIGH} 電圧を V_{LOW} 電圧に変換し、定常動作で12Aの負荷電流を供給できます。このコンバータは、過電流状態時または起動状態時に、熱保護のために V_{HIGH} 電源のピーク電流を自動的に200mAに制限します。

スイッチング前の分圧器プリバランス

LTC7825は、分圧器アプリケーションで、すべての初期条件における突入電流を最小限に抑えるためにソフト・スタートを行うことができます。フライング・コンデンサと V_{LOW} コンデンサの電圧は、 V_{HIGH} 電圧の半分に内部でプリチャージされます。起動時のプリチャージ電流は約200mAです。また、熱ストレスをさらに小さくするために、TIMERピンを使ってプリチャージ・タイミングを制御することができます。プリチャージは $0.5 < V_{TIMER} < 1.0V$ の場合のみイネーブルされます。

ウィンドウ・コンパレータの設定

定常動作時は、 V_{LOW} 電圧を常に $V_{HIGH}/2$ に近い値にする必要があります。フローティング・ウィンドウ・コンパレータは V_{LOW} ピンの電圧をモニタして、それを $V_{HIGH}/2$ と比較します。ウィンドウのヒステリシス電圧は設定可能で、これはHYS_PRGMピンの電圧の1/5と等しくなります。HYS_PRGMピンからは正確に $10\mu A$ の電流が流れ出します。HYS_PRGMピンの電圧は、HYS_PRGMピンとGNDの間に接続した1個の抵抗で設定され、この電圧値は抵抗値に $10\mu A$ の電流値を乗じた値に等しくなります（例えばHYS_PRGMピンとGNDの間の抵抗が100kの場合、電圧は1V）。HYS_PRGMピンに100kの抵抗を接続した場合は、通常動作時の $V_{HIGH}/2$ 電圧が $(V_{LOW} \pm 200mV)$ のウィンドウ内に収まっていなければなりません。そうしないとフォルトがトリガされ、LTC7825はスイッチングを停止します。

ウィンドウのヒステリシス電圧は、HYS_PRGMピンの抵抗値を変えることで、100mV~480mVの範囲で直線的に設定できます。HYS_PRGMピンをSGND/INTV_{CC}に接続すると、デフォルトがそれぞれ240mV/400mVのヒステリシス・ウィンドウが内部的に適用されます。ヒステリシス・ウィンドウの電圧は、 V_{LOW} ピンの電圧リップルと最大負荷状態での電圧低下に耐えられるだけの大きさに設定する必要があります。

実効オープン・ループ出力抵抗と負荷レギュレーション

LTC7825は、帰還クローズドループ・システムを使用して出力電圧をレギュレーションするわけではありません。定常動作時の V_{LOW} 電圧は V_{HIGH} 電圧の約半分になります。 V_{HIGH} と V_{LOW} の間のRDS(ON)抵抗はスイッチング周波数と C_{FLY} および C_{LOW} の容量に応じてわずかに20m Ω ~30m Ω なので、出力抵抗は非常に小さい値になります。出力切斷MOSFETを使用する場合、 V_{LOW} と V_{OUT} の間の出力抵抗は約2m Ω です。

多くのアプリケーションでは、積層セラミックコンデンサ (MLCC) がフライング・コンデンサとして選択されます。MLCCコンデンサの電圧係数は、コンデンサの種類やサイズによって異なります。通常、サイズの大きなX7R MLCCコンデンサの方が、電圧係数の点でX5Rより優れています。それでも、DCバイアス電圧が高い場合は容量が20%~30%低下します。スイッチト・キャパシタ回路の出力抵抗を見積もる際には、容量のディレーティングを考慮する必要があります。

INTV_{CC}レギュレータとEXTV_{CC}

LTC7825は、 V_{CC} 電源からINTV_{CC}に電力を供給するPMOS LDOを備えています。INTV_{CC}は、ゲート・ドライバとLTC7825のほとんどの内部回路に電力を供給します。リニア・レギュレータは、INTV_{CC}ピンの電圧を4.5Vにレギュレーションします。EXTV_{CC}はもう1つのPMOS LDOを通じてINTV_{CC}に接続され、EXTV_{CC}電圧が5Vより高く V_{CC} が6Vより高いときに必要な電力を供給することができます。どちらのLDOもドライバ電流の供給が可能ですが、4.7 μF 以上のセラミック・コンデンサまたは低ESRの電解コンデンサでグラウンドにバイパスする必要があります。MOSFETゲート・ドライバに必要な大きいトランジェント電流を供給するには、良好なバイパスが必要です。

高入力電圧のアプリケーションでは、LDOの損失によってICのダイ温度が上がる場合があります。ICの温度上昇を抑えるために、EXTV_{CC}ピンには低電圧の電源を使用することができます。EXTV_{CC}ピンの電圧が5Vより高い場合は、EXTV_{CC}からのリニア・レギュレータがイネーブルされます。ジャンクション温度は電気的特性のセクションのNote 2に示す式を使って推定できます。

アプリケーション情報

EXTV_{CC}を使用することで、20V/10V分圧器のV_{LOW}ピンなどの他の高効率電源やシステム内の他の電圧レールから、MOSFETドライバ用と制御用の電源を得ることができます。EXTV_{CC}を使用することで、IC温度の上昇を大幅に抑えて、高V_{IN}アプリケーションのシステム効率を向上させることができます。EXTV_{CC}ピンには13Vを超える電圧をかけないでください。

フロートMOSFETドライバ電源 (CB)

BOOSTピンに接続する外付けのブートストラップ・コンデンサC_{B1}/C_{B2}/C_{B3}は、内部MOSFETのゲート駆動電圧を供給します。機能図のコンデンサは、INTV_{CC}ピンから内部ダイオードを介して充電されます。ブートストラップ・コンデンサには0.1μFのX7Rコンデンサが適しています。

低電圧ロックアウト

LTC7825は高精度のUVLOコンパレータを備えており、INTV_{CC}の電圧を常時モニタしてゲート駆動電圧が適切な値となるようにします。このコンパレータは、INTV_{CC}が3.9Vを下回るとスイッチング動作を停止します。INTV_{CC}の電圧に乱れが生じた場合の発振を防ぐため、UVLOコンパレータには300mVのヒステリシスが設定されています。

入力切断MOSFETとOVG制御

LTC7825にはオプションの入力切断保護機能があります。この機能は外付けのNチャンネルMOSFETを使用し、そのゲートをOVGピンに接続します。このOVGピンがMOSFETをオン/オフします。通常動作時のOVGピンの電圧は、内部チャージ・ポンプによってレギュレーションされるV_{HIGH}ピンより4V高い値になります。V_{HIGH}電圧が26Vを超えると、OVGピンはV_{HIGH}までプルダウンされて外付けMOSFETがオフになり、スイッチングが停止します。LTC7825は40Vの入力トランジェント電圧に耐えることができますが、この値はV_{CC}ピンの最大電圧定格によって制限されます。入力過電圧保護の例については、代表的な性能特性のセクションを参照してください。入力電圧が常に24V未満で入力切断機能が不要な場合は、OVGピンをフロート状態のままにしてください。

出力切断MOSFETと短絡保護

出力切断MOSFETはデバイス内に組み込まれており、入力短絡状態時に出力電圧を保護するように設計されています。出力切断MOSFETはV_{LOW}ピンからV_{OUT}ピンへの理想ダイオードのような動作をし、V_{HIGH}電圧がV_{OUT}電圧より低くなるとオフになります。V_{HIGH}が短絡状態のときは、V_{LOW}とV_{HIGH}の間の内部ボディ・ダイオードのためにV_{LOW}電圧がプルダウンされますが、V_{OUT}電圧はプルダウンされません。出力切断機能が不要な場合は、V_{LOW}ピンとV_{OUT}ピンをまとめてPCBに短絡すれば、効率と熱性能を向上させることができます。

フォルト応答とタイマー・ピン

フォルト状態の間、LTC7825はスイッチングを停止してFAULTピンをローにプルダウンします。TIMERピンとGNDの間に接続されたコンデンサは、フォルト状態が解消された場合の再試行と起動のための時間を設定します。フォルト状態時のTIMERピンの代表的な波形を図2に示します。

FAULTピンがローになると、TIMERピンから4μAのプルアップ電流が流れて、TIMERコンデンサの充電を開始します。TIMERピンの電圧が0.5Vを超えるとプルアップ電流は8μAに増加し、TIMERピンの電圧が1.0Vを超えると4μAに戻ります。フォルト状態が解消された場合、またはTIMERピンの電圧が3Vを超えた場合は、常にTIMERピンが強制的にプルダウンされます。TIMERピンの電圧が0.5V~1.0Vの場合、内蔵のプリバランス回路がV_{LOW}ピンとの間で電流をソースまたはシンクし、約200mA/50mAの容量でV_{LOW}ピンをV_{HIGH}/2にレギュレーションします。プリバランス時間は、TIMERピンのコンデンサC_{TIMER}の値に基づいて計算できます。

分圧器アプリケーションでは、フライング・コンデンサC_{FLY}とV_{LOW}のコンデンサが非常に大きく、かつ入力電圧が高い場合、固定のC_{TIMER}でV_{LOW}ピンをV_{HIGH}/2にプリバランスさせるのに数倍のプリバランス時間を要する場合があります。この場合は、起動時間も長くなることが予想されます。

アプリケーション情報

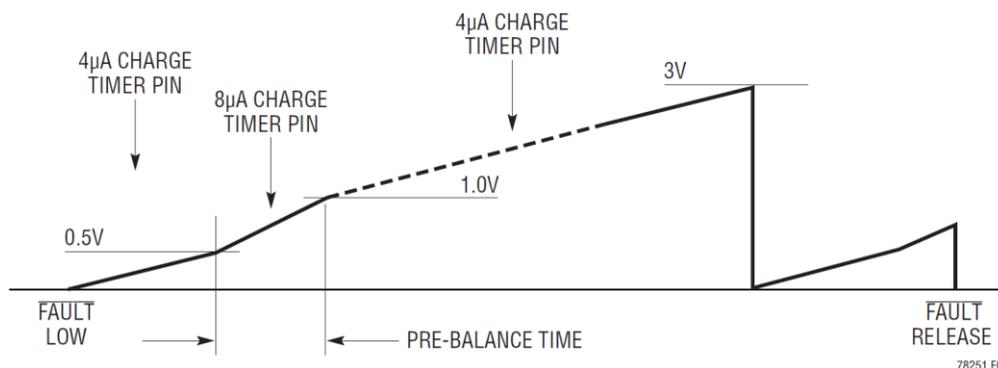


図2. フォルト時または起動時のタイマー動作

電圧ダブルおよびインバータ・アプリケーション

LTC7825は、電圧ダブルや電圧インバータとしても利用できます。電圧ダブル・アプリケーションでは、 V_{LOW} が入力で V_{HIGH} が出力となります。電圧インバータ・アプリケーションでは、 V_{HIGH} が入力、 V_{LOW} がグラウンド、PGNDが負の出力です。ダブルやインバータのアプリケーションでは、入力電圧をゼロからゆっくりとランプアップさせれば、コンデンサの突入充電電流なしでLTC7825を起動できます。入力電圧がゆっくりとランプアップ（ミリ秒単位）する限り、出力電圧は入力電圧に追従でき、コンデンサ間の電圧差が常に小さいので、突入電流を最小限に抑えられます。入力電圧のスルー・レート制御は、入力の切断MOSFETを使用するか、ホットスワップ・コントローラを使用することによって実現できます。分圧器と異なり、電圧ダブルやインバータのアプリケーションでは毎回ゼロ入力電圧から起動する必要がありますが、大きな初期負荷電流で起動することができます。

入出力コンデンサとフライング・コンデンサの選択

高出力スイッチト・キャパシタ・アプリケーションでは、大きなAC電流がフライング・コンデンサと入出力コンデンサを流れます。高出力スイッチト・キャパシタ・アプリケーションには低ESRのセラミック・コンデンサを使用することを強く推奨します。最大RMSコンデンサ電流が仕様範囲内にあることを確認してください。範囲内でない場合は、より定格値の大きいコンデンサの使用が望まれます。多くの場合、コンデンサ・メーカーはリップル電流定格をわずか2000時間の寿命時間によって規定しています。したがって、コンデンサを更にデレーティングすることが推奨されます。つまり、要求よりも高い温度定格のコンデンサを選ぶようにします。設計のサイズまたは高さの要求を満たすために、複数のコンデンサを並列に接続することができます。

入力コンデンサのRMS電流は負荷電流の約半分です。入力コンデンサは、最大負荷状態に対応できるものを選ぶ必要があります。

PCボード・レイアウトのチェックリスト

プリント回路基板のレイアウト時には、以下のチェックリストを使用してデバイスが正しく動作するようにします。

1. 露出パッドSGND/ V_{LOW} / V_{OUT} が、PCB上の該当するピンに確実に接続されているか。
2. すべてコンデンサ C_{FLY} / C_{LOW} / C_{OUT} が、デバイスの近くに配置されているか。それらのコンデンサへのPCB配線パターンは、大きい負荷電流に対応できるだけの十分な幅にする必要があります。
3. INTV_{CC}のバイパス・コンデンサは、デバイスの近くでINTV_{CC}とグラウンド・プレーンの間に接続されているか。
4. V_{HIGH} / V_{LOW} /PGNDへのPCB配線パターンは、大きい負荷電流に対応できるだけの十分な幅になっているか。
5. 積層ボードの場合は、 V_{HIGH} / V_{OUT} /PGNDプレーンに十分な数のサーマル・ビアがあるか。

PCBのレイアウト例については、[こちら](#)に示す標準デモボード設計を参照してください。

アプリケーション情報

設計例

分圧器アプリケーションにLTC7825を使用する設計の例として、 $V_{IN} = 12V \sim 20V$ 、 $V_{OUT} = 6V \sim 10V$ 、 $I_{OUT} = 10A$ の場合を考えます。

スイッチング周波数の選択は、スイッチング損失とソリューション・サイズのトレードオフです。高いスイッチング周波数ではスイッチング損失が大きくなりますが、必要なフライング・コンデンサと出力コンデンサの数を減らすことができます。ほとんどのアプリケーションでは最適なスイッチング周波数は300kHz～600kHz付近なので、スタート点としては500kHzが妥当です。フライング・コンデンサは、フライング・コンデンサにおけるリップル電圧が全負荷状態で100mV前後となるものを選びます（式1を参照）。

$$C_{FLY} = \frac{I_{OUT}}{2 \cdot f_{SW} \cdot C_{FLY_RIPPLE}} = \frac{10A}{2 \cdot 500kHz \cdot 100mV} = 100\mu F \quad (1)$$

バイアス電圧が10VDCの場合のセラミック・コンデンサのディレーティングを考慮して、12個の10 μ F/X7Rコンデンサをフライング・コンデンサとして並列に配置します。最も厳しい条件では、RMS電流が最大出力電流より40%大きくなる可能性があります。最も厳しい条件での各コンデンサのRMS電流は、 $10A \cdot 140\%/12 = 1.17A$ です。ダブル・チェックを行って、各コンデンサのRMS電流がリップル電流定格を下回り、温度上昇が制限値未満であることを確認してください。

入力／出力コンデンサの選択はフライング・コンデンサの選択と同様です。出力コンデンサが多いほど、出力電圧リップルが小さくなって効率が向上します。RMS電流が小さくなるので、出力コンデンサの値はフライング・コンデンサよりかなり小さくすることができます。一般的に、入力／出力コンデンサの数の検討は、フライング・コンデンサの半分くらいから開始します。入力コンデンサは、 V_{HIGH} とPGNDの間に配置することができます。あるいは、 V_{HIGH} と V_{LOW} の間に接続することで同時に出力コンデンサとしても機能させることができます。ただし、これらのコンデンサの電圧定格は、出力電圧ではなく入力電圧に基づいて選択する必要があります。

標準的応用例のセクションの図3に設計例を示します。実験的なテストを行うことにより、スイッチング周波数が500kHzでも600kHzでも全負荷時の効率ほぼ同じであることが分かります。600kHzで動作させるには、FREQピンをINTV_{CC}に接続します。負荷が10Aの場合は、 V_{LOW} のリップルを考慮して V_{LOW} を $V_{HIGH}/2$ より250mV～300mV低くし、HYS_PGRMピンをINTV_{CC}に接続して400mVのヒステリシス・ウィンドウを設定します。

標準的応用例

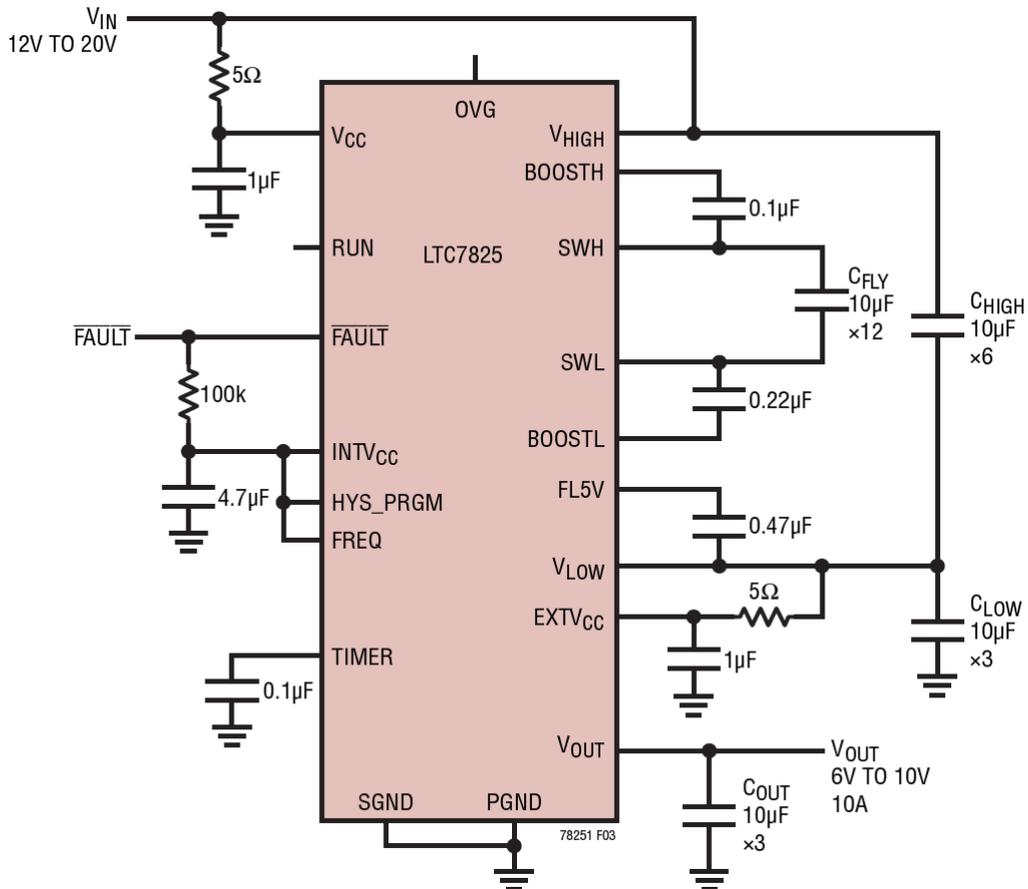


図3. 600kHzのスイッチング周波数で動作する高効率の20V/10A分圧器

代表的なアプリケーション

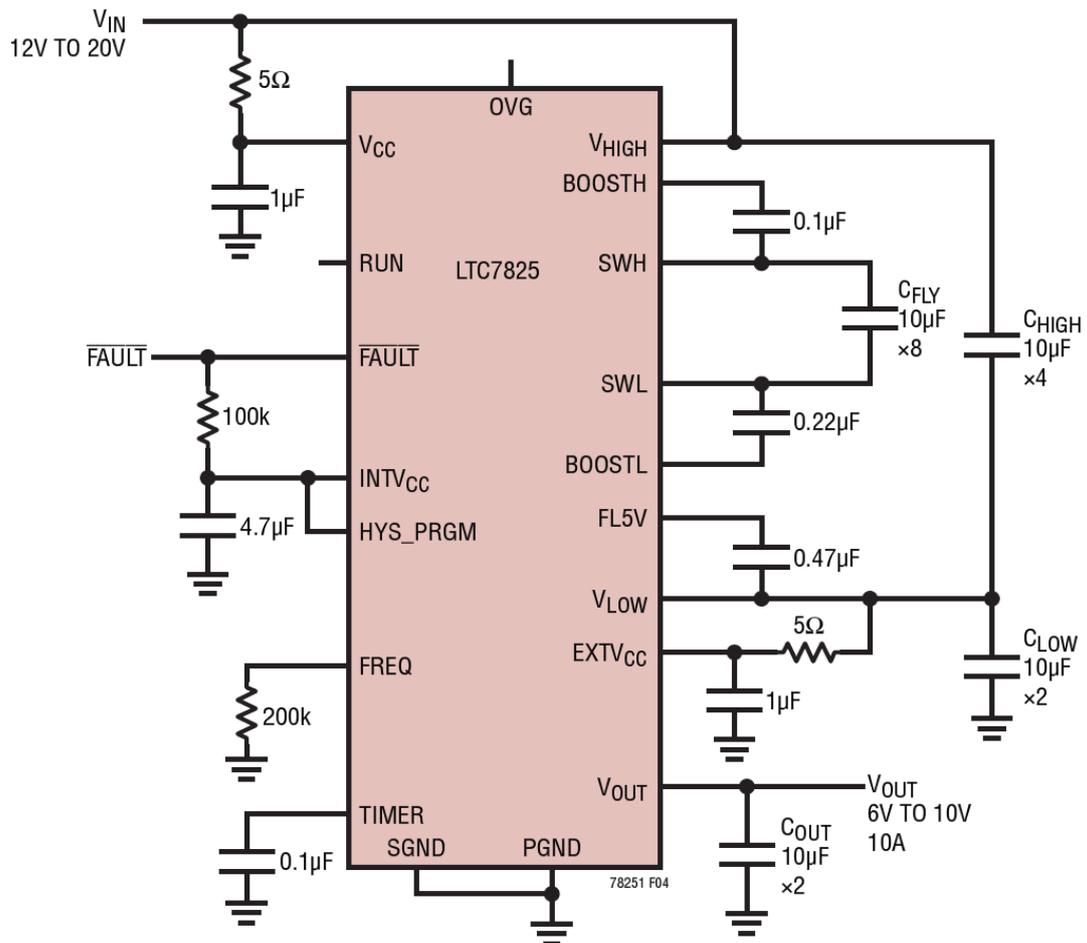


図4. 1MHzのスイッチング周波数で動作する高電力密度の20V/10A分圧器

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
A	10/23	絶対最大定格（動作ジャンクション温度範囲）を更新	2

標準的応用例

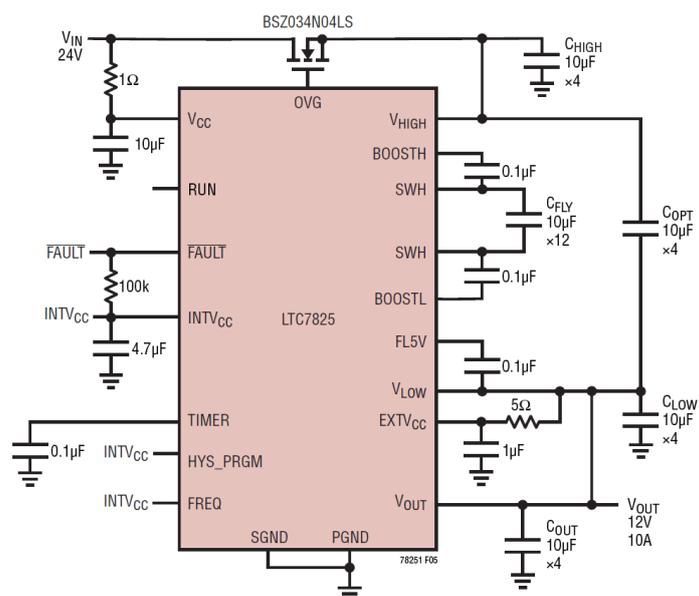


図5. 入力に過電圧MOSFETを備えた高効率の24V/12V 10A分圧器

関連製品

製品番号	概要	注釈
LTC7820	固定比率、高電力、インダクタ不要（チャージ・ポンプ）	$6V < V_{IN} \leq 72V$ 、デューティ・サイクル：50%固定、スイッチング周波数：100kHz~1MHz、4mm × 5mm UFDパッケージ
LTC7821	80Vハイブリッド同期整流式降圧コントローラ	$10V < V_{IN} \leq 72V$ 、 $0.8V < V_{OUT} \leq V_{IN}/2$ 、スイッチング周波数：50kHz~1.7MHz、5mm × 5mm UHパッケージ
LTC3890/LTC3890-1/ LTC3890-2/LTC3890-3	60Vデュアル2相同期整流式降圧DC/DCコントローラ、デューティ・サイクル：99%	$4V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、 $I_Q = 50\mu A$ 、PLL固定周波数：50kHz~900kHz
LTC7801	150V同期整流式降圧DC/DCコントローラ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 140V$ 、 $150V_{P-P}$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 60V$ 、 $I_Q = 40\mu A$ 、PLL固定周波数：50kHz~900kHz、24ピン4mm × 5mm QFNまたはTSSOP
LTC3255	フォルト保護機能を備えた48V/50mA降圧チャージ・ポンプ	$4V \leq V_{IN} \leq 48V$ 、 $2.4V \leq V_{OUT} \leq 12.5V$ 、 $I_Q = 20\mu A$ 、3mm × 3mm DFN-10、MSOP-10
LTC7802	スペクトラム拡散機能を備えた40V、デュアル、3MHz、2相の同期整流式降圧コントローラ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 V_{OUT} ：最大40V、 $I_Q = 12\mu A$ 、固定周波数：100kHz~3MHz、16ピン3mm × 3mm QFNおよびMSOP
LTC7803	スペクトラム拡散機能を備えた40V、3MHzの同期整流式降圧コントローラ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 V_{OUT} ：最大40V、 $I_Q = 12\mu A$ 、固定周波数：100kHz~3MHz、4mm × 5mm QFN-28