フェーズロック・ループ装備の 1.5A昇圧DC/DCコンバータ

特長

- **外部同期動作または固定周波数の低ノイズ出力**
- **最大4.5MHzに同期可能**
- 広い入力電圧範囲:2.8V～18V
- 高さの低い表面実装ソリューション（すべてセラミック・コンデンサ）
- 低V_{CESAT}スイッチ:240mV/1A
- V_{IN}～35Vの可変出力
- 熱特性が改善された小型10ピンMSOPパッケージ

アプリケーション

- 計測器
- アビオニクス機器
- データ収集
- 通信
- イメージング
- 超音波

概要

昇圧DC/DCコンバータLT®1310は1.5A電流モードPWMスイッチャとフェーズロック・ループを装備しているので、スイッチング周波数を10kHz～4.5MHzの範囲でユーザ設定可能です。スイッチング周波数の正確な制御が求められるアプリケーション向けに開発されたLT1310は、5V入力から12V/最大400mAを生成できます。

スイッチング周波数は外付けコンデンサで設定され、デバイスは自走モードかフェーズロック・モードのいずれかで動作可能です。取り込み範囲が約2:1と広いので、標準の±10%精度 NP0誘電コンデンサを使用して自走周波数を設定できます。

LT1310は、熱特性が改善された小型10ピンMSOPパッケージで供給されます。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

標準的応用例

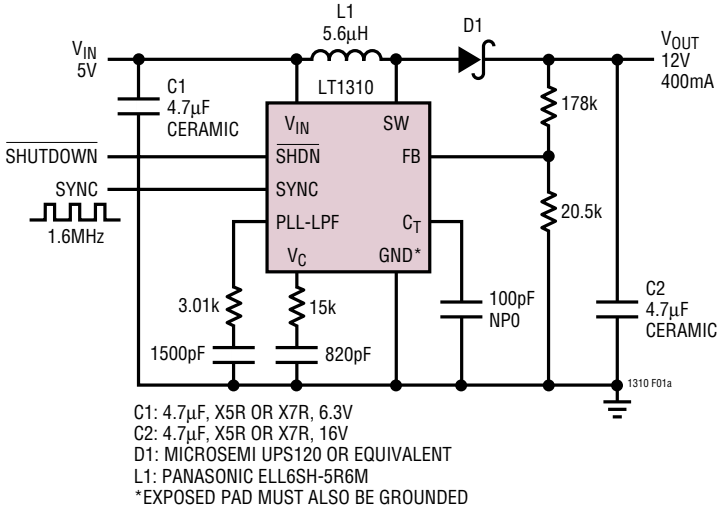
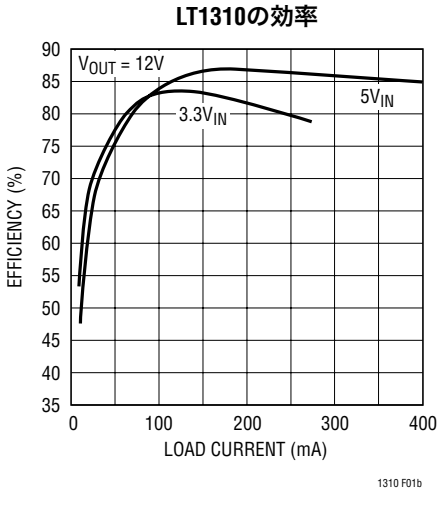


図1. 1.6MHzで同期させた5Vから12Vのコンバータ

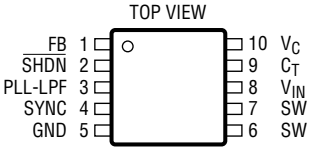


絶対最大定格

（Note 1）

SW電圧 36V
V_{IN}電圧 18V
$\overline{SHDN}$電圧 18V
SYNC電圧 5V
FB電圧 5V
C_T電圧 5V
V_C電圧 2V
PLL-LPFピン電流 1mA
動作温度範囲（Note 2） ..... –40°C～85°C
保存温度範囲 ..... –65°C～150°C
リード温度（半田付け、10秒） ..... 300°C

パッケージ/発注情報



MSE EXPOSED PAD PACKAGE
10-LEAD PLASTIC MSOP

T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 40°C/W

EXPOSED PAD IS GROUND
(MUST BE SOLDERED TO PCB)

ORDER PART NUMBER
LT1310EMSE
MSE PART MARKING
LTRZ

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25°Cでの値。注記がない限り、V_{IN} = 3.3V、$V_{\overline{SHDN}}$ = 3.3V。（Note 2）

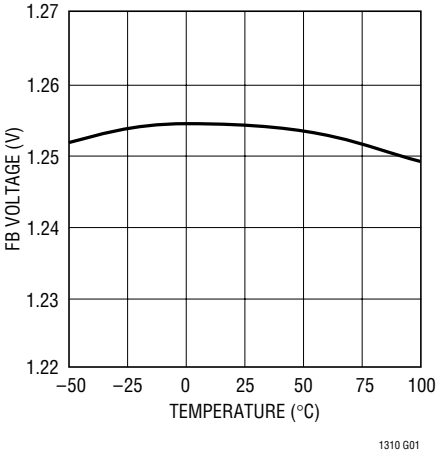
PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Undervoltage Lockout					2.8	V
Maximum Input Voltage					18	V
Feedback Voltage			1.242	1.255	1.268	V
		●	1.236		1.268	V
FB Pin Bias Current				60	150	nA
Reference Line Regulation	V_{IN} = 2.9V to 18V			0.01	0.05	%/V
Error Amplifier Transconductance	ΔI = 5μA			350		μA/V
Error Amplifier Voltage Gain				200		V/V
SW Current Limit			1.5	2.1	2.8	A
SW Saturation Voltage	I_{SW} = 1A			0.240	0.320	V
SW Maximum Duty Cycle	C_T = 220pF		80	84		%
	C_T = 47pF		78	83		%
SW Minimum On Time	I_{SW} = 150mA, V_C = 0.25V			70		ns
VCO Frequency	C_T = 220pF, PLL-LPF = High		0.950	1.10	1.25	MHz
	C_T = 220pF, PLL-LPF = High	●	0.800		1.30	MHz
	C_T = 220pF, PLL-LPF = Low			500	630	kHz
	C_T = 47pF, PLL-LPF = High			3.3		MHz
Frequency Foldback	C_T = 220pF, PLL-LPF = High, FB = 0V			200		kHz
PLL Lock Range	C_T = 220pF, Maximum		0.950	1.10	1.25	MHz
	C_T = 220pF, Minimum (Percent Change from Max)		–40	–50		%
Supply Current	$\overline{SHDN}$ = High			11.5	15	mA
	$\overline{SHDN}$ = Low				1	μA
SW Leakage Current	Switch Off, SW = 3.3V			0.1	5	μA
$\overline{SHDN}$ Pin Bias Current	$V_{\overline{SHDN}}$ = 2.4V			35	65	μA
$\overline{SHDN}$ Pin High	Active Mode		2.4			V
$\overline{SHDN}$ Pin Low	Shutdown Mode				0.4	V

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす**値。**

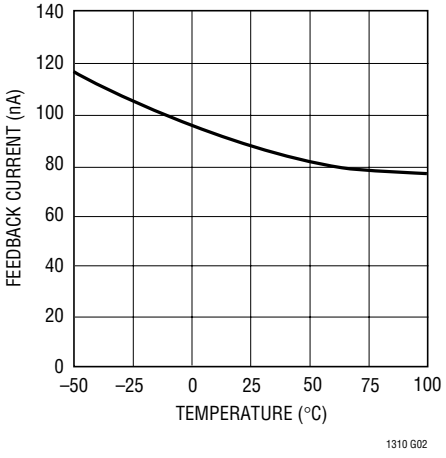
Note 2: LT1310Eは0°C～70°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。–40°C～85°Cの動作温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

標準的性能特性

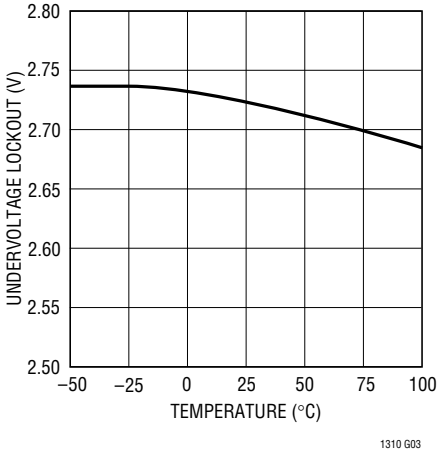
帰還電圧



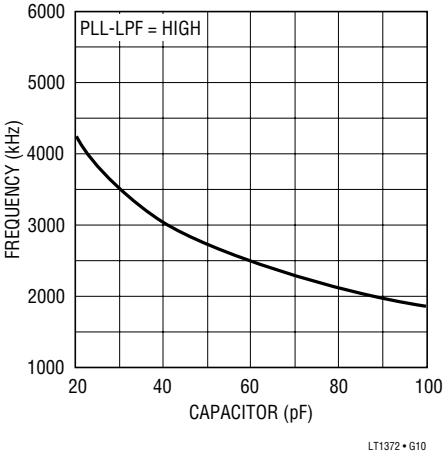
帰還ピン電流



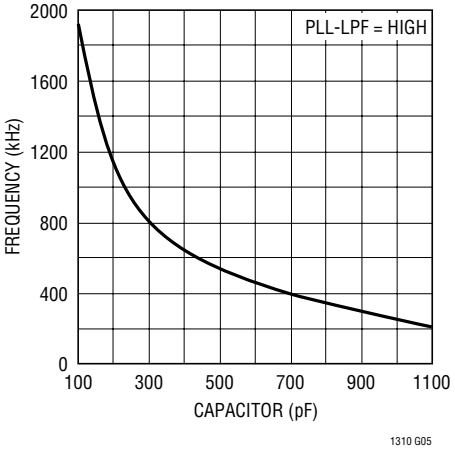
低電圧ロックアウト



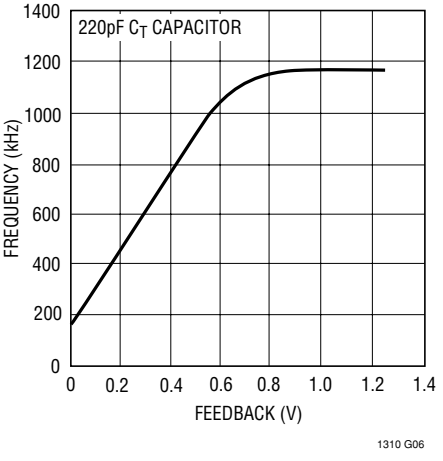
発振周波数とC_Tコンデンサ



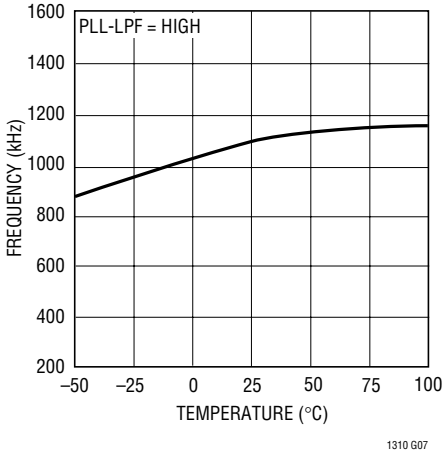
発振周波数とC_Tコンデンサ



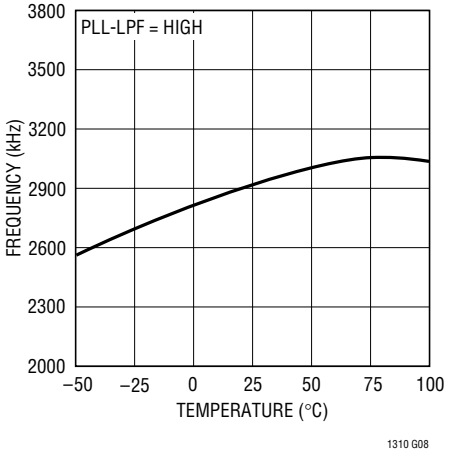
発振周波数と帰還電圧



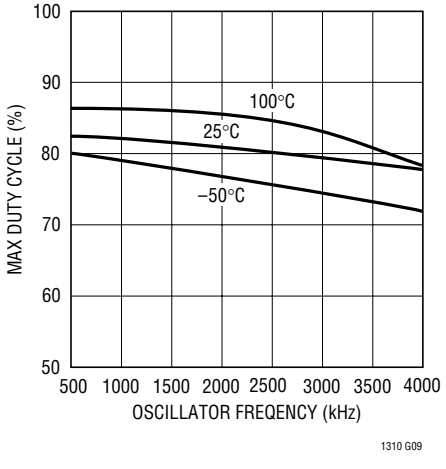
発振周波数（C_Tピンに220pFのコンデンサを接続）



発振周波数（C_Tピンに47pFのコンデンサを接続）

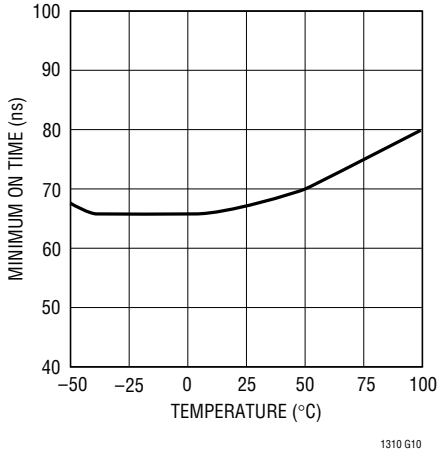


最大デューティ・サイクルと発振周波数

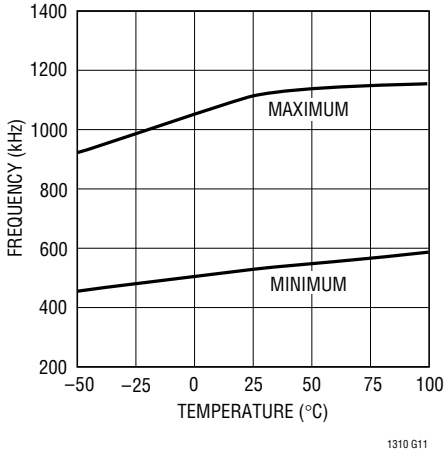


標準的性能特性

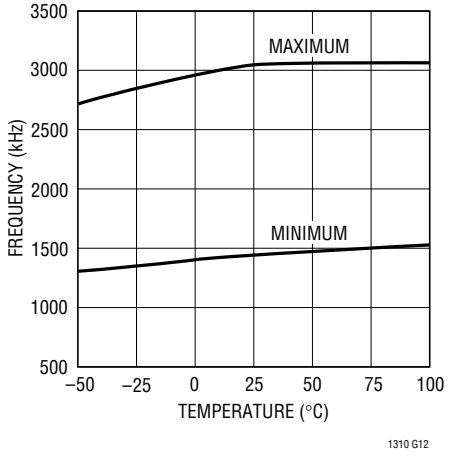
スイッチの最小オン時間



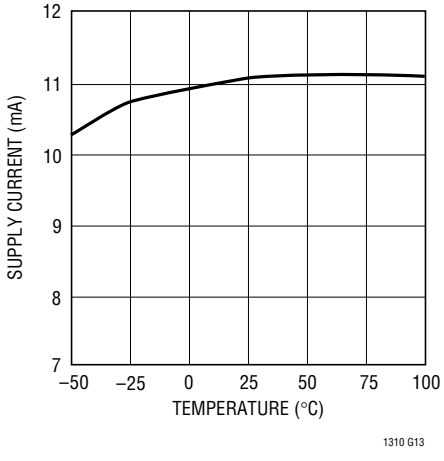
PLLのロックレンジ（C_Tピンに220pFのコンデンサを接続）



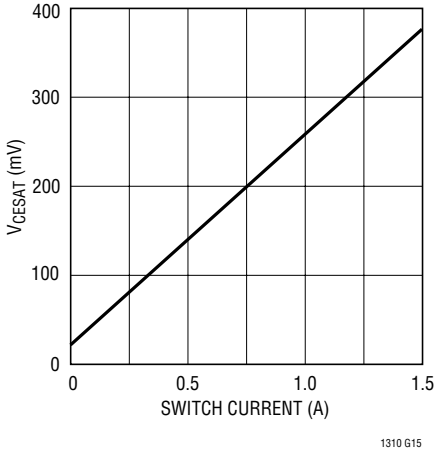
PLLのロックレンジ（C_Tピンに47pFのコンデンサを接続）



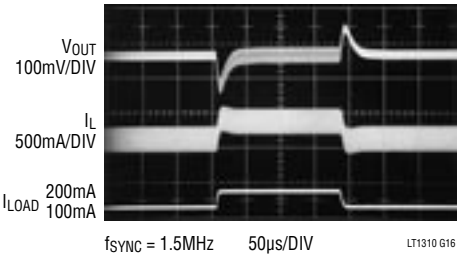
消費電流



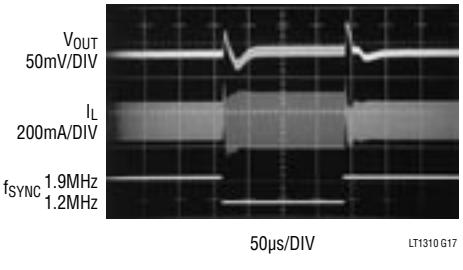
スイッチV_{CESAT}



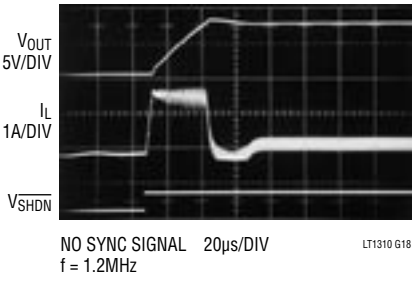
過渡応答



PLL応答



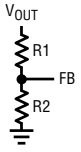
起動応答



ピン機能

FB(ピン1):エラーアンプの帰還ピン。ここに抵抗分割器を接続し、次式に従って出力電圧を設定します。

$$V_{OUT} = 1.255(1 + R1/R2)$$



このピンのトレース面積は最小限に抑えてください。

$\overline{SHDN}$(ピン2):シャットダウン・ピン。アクティブ・モードにするには、このピンを2.4V～18Vの電圧に接続します。デバイスをディスエーブルして低電流モードにするには、このピンを0.4V以下にします。

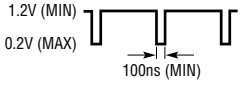
PLL-LPF(ピン3):フェーズロック・ループのフィルタ・ピン。これは、位相検出器の出力であるとともに電圧制御発振器(VCO)の入力でもあります。ここにRCフィルタを接続します。通常、R = 3kでC = 1500pFです。PLL-LPFピンの電圧範囲は約0V～1.5Vで、1.5Vが最大スイッチング周波数に相当します。同期の不要なアプリケーションの場合、このピンにプルアップ抵抗を接続します。プルアップ電圧は2.4V以上にする必要があります。プルアップ抵抗の値は次式に従って設定します。

$$R_{PULLUP} = \frac{(V_{PULLUP} - 1.5V)}{300\mu A}$$

5Vのプルアップ電圧では次のようになります。

$$R_{PULLUP} = \frac{(5V - 1.5V)}{300\mu A} \approx 11.6k$$

SYNC(ピン4):周波数同期ピン。外部同期信号をここに入力します。位相検出器はエッジでトリガされ、同期信号の立ち上がりエッジにロックさせると、パワー・トランジスタのターンオンに位相合わせされます。SYNC信号は、“H”の振幅が1.2V以上、“L”の振幅が0.2V以下で、100ns以上“L”である必要があります。



GND(ピン5、露出パッド):グランド。**ピン5と露出パッドは、どちらもローカル・グランド・プレーンに直接接続してください。**露出パッドまでのグランド・メタルは、熱放散を良好にするために幅を広くします。(ローカル・グランド・プレーン-グランド・バックプレーン間の)複数のビアを露出パッドの近くに配置すると、熱抵抗をさらに低減させることができます。LT1310を適正に機能させるため、露出パッドをグランドに半田付けする必要があります。

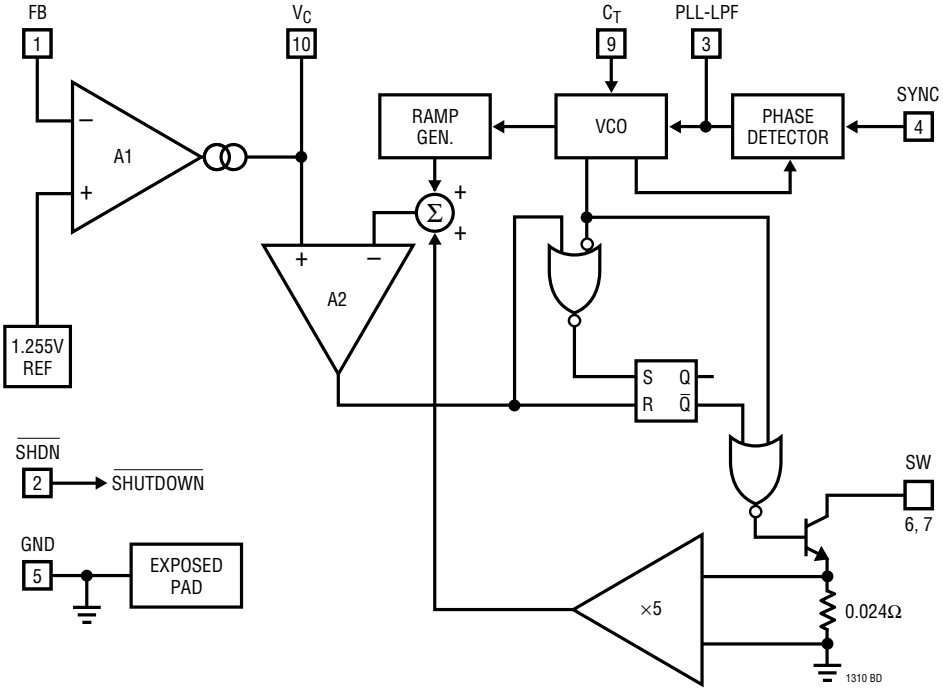
SW(ピン6、7):スイッチ・ピン。**ピン6をピン7に接続する必要があります。**インダクタ/ダイオードをここに接続します。EMIを小さくしておくため、このピンのトレース面積を最小限に抑えてください。

V_{IN}(ピン8):電源ピン。ピンのできるだけ近くでバイパスする必要があります。

C_T(ピン9):VCOのタイミング・コンデンサ・ピン。このピンからグランドにタイミング・コンデンサを接続して、発振器の周波数範囲を設定します。このピンのトレースを最小限に抑えて浮遊容量を低減します。

V_C(ピン10):エラーアンプの補償ピン。ここにRCネットワークを接続して電圧帰還ループを補償します。

ブロック図



動作

動作を理解するため、「ブロック図」を参照してください。LT1310には、外部同期信号にフェーズロックすることができる昇圧スイッチング・レギュレータが搭載されています。この昇圧レギュレータは電流モード制御を使用し、1.5A NPNパワー・トランジスタを内蔵しています。このタイプの制御では2つの帰還ループを使用します。メイン制御ループは出力電圧を設定し、負荷ステップによるV_{OUT}とFB電圧の変動がわずかになるように動作します。エラーアンプA1はV_Cピンの電圧を高くするか低くするかによって、FBのこの変動に対応します。スイッチ電流はV_Cピンの電圧に比例するので、V_{OUT}要件が再度満たされるまでこの変動によってスイッチ電流が調整されます。ループ補償はV_Cピンからグランドに接続されたRCネットワークによって実行されます。このメイン・ループ内では、電流制限をサイクルごとに設定する別の補償が行われます。このループでは、電流コンパレータA2を使用してピーク電流を制御しています。各サイクルの開始時に発振器がフリップフロップにセット・パルスを送出することによって、スイッチをオンします。スイッチがオン状態の場合、SWピンは実質的にグランドに接続されます。インダクタの電流はV_{IN}/Lの速度で直線的にランプアップします。スイッチ電流はV_Cピンの電圧によって設定されるので、R_{SENSE}両端の電圧が電流コンパレータをトリップすると、リセット・パルスが生成されてスイッチがオフします。インダクタの電流が上昇するので、SWピンの電圧はキャッチ・ダイオード(D1)によってクランプされるまで上昇します。発振器が新たなセット・パルスを送出し、サイクルが再開されるまで、ダイオードを流れる電流は$(V_{OUT} – V_{IN})/L$の速度で減少します。

LT1310は4.5MHzまでフェーズロック可能なので、スイッチング周波数の範囲でユーザーは正確な制御を行うことができます。位相検出器は、入力同期信号を内部発振器の信号と比較します。スイッチング周波数が同期信号より低下する、つまり位相が同期信号より遅れると、位相検出器の出力はPLL-LPFピンに電流をソースして高い電圧にドライブします。PLL-LPFピンは電圧制御発振器の入力でもあります。スイッチング周波数より同期信号の方が遅くなると、PLL-LPFピンの電圧が低下するまでPLL-LPFピンは電流をシンクします。ロックすると、PLL-LPFピンは0V～1.5Vの電圧に留まります。PLL-LPFピンは約140μAをシンクまたはソースできます。

動作

動作周波数に対するC_Tの選択

外部入力信号に同期させるため、タイミング・コンデンサおよびPLLフィルタ部品は適切に選択する必要があります。これは簡単なプロセスで、図2aのグラフを使用して行うことができます。

図2aでは、タイミング・コンデンサ(C_T)に対する動作周波数がプロットされており、上側の曲線は特定のC_T値での最大ロック周波数に相当し、下側の曲線は最小ロック周波数に相当します。適正なタイミング・コンデンサを選択するには、必要な動作周波数と点線の交点を見つけます。次に対応するC_T値まで移動します。

かわりに、出発点として次式を使用します。

$f_{LOCK} \geq 2MHz$の場合:

$$C_T = 0.75\left(\frac{250 \bullet 10^{-6}}{f_{LOCK}} - 40 \bullet 10^{-12}\right)$$

$f_{LOCK} \leq 2MHz$の場合:

$$C_T = 0.75\left(\frac{310 \bullet 10^{-6}}{f_{LOCK}} - 60 \bullet 10^{-12}\right)$$

PLLのロックレンジは2:1に近いので、標準値に最も近いNP0コンデンサを使用することができます。図1に示すアプリケーションでは、1.6MHzのスイッチング周波数は100pFのタイミング・コンデンサに相当します。スイッチング周波数はインダクタのリップル電流に影響するので、インダクタもスケーリングさせる必要があります。様々なスイッチング周波数に対する部品の推奨値を表1に示します。

表1. 様々なスイッチング周波数に対する部品の推奨値 (R_{LP} = 3.01k)

SWITCHING FREQUENCY	C_T	C_C	C_{LP}	R_C	L1
600kHz	330pF	1500pF	2700pF	10k	10µH
1MHz	180pF	1000pF	2200pF	10k	6.2µH
1.6MHz	100pF	820pF	1500pF	15k	5.6µH
2MHz	68pF	820pF	1500pF	15k	4.7µH
2.5MHz	47pF	330pF	1500pF	20k	3.3µH
3MHz	33pF	330pF	1000pF	20k	2.7µH

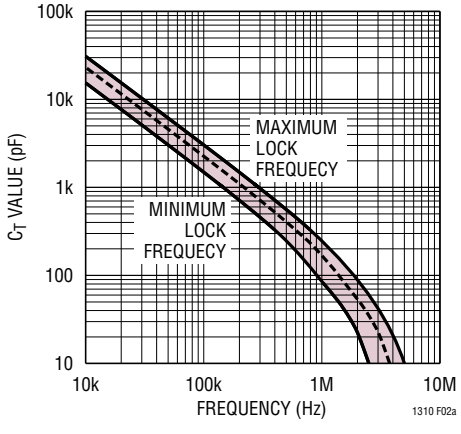


図2a. C_Tと動作周波数

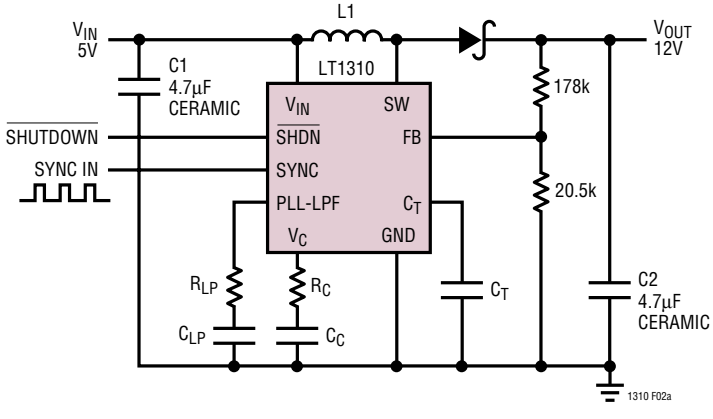


図2b. C_Tの選択に使用する回路

アプリケーション情報

インダクタの選択

LT1310との組み合わせに適したインダクタのいくつかを表2に示します。この表は限定されたものではなく、他にも多くの製造元や使用可能なインダクタがあります。様々なサイズや形状のものが提供されているので、詳細情報および全関連部品の選択については各製造元へお問い合わせください。フェライト・コアは高周波数でのコア損失が安価な鉄粉コアよりもはるかに小さいので、最高の効率を得るにはフェライト・コア・インダクタを使用します。飽和することなく1.5A以上に対応できるインダクタを選択し、I^2R電力損失を最小限に抑えるためにインダクタが低DCR（銅線抵抗）であることを確認します。各インダクタに全スイッチ電流の半分しか流れないSEPICトポロジーなどのように、アプリケーションによっては、インダクタの電流処理要件を低減することができます。スイッチング周波数もインダクタ要件に影響し、周波数が高くなるとインダクタンス値が小さくなります。インダクタのリップル電流をピーク・スイッチ電流の3分の1に設定するのが、妥当な出発点です。

表2に示すインダクタでは小型のものが選択されています。効率を向上させるには、より大きな体積で同じ値のインダクタを使用します。

表2. 推奨するインダクタ

PART	L (μH)	MAX DCR (mΩ)	SIZE L × W × H (mm)	VENDOR
CDRH5D18-4R1	4.1	57	5.7 × 5.7 × 2	Sumida
CDRH5D18-5R4	5.4	76		(847) 956-0666
CDRH5D28-5R3	5.3	38	5.7 × 5.7 × 3	www.sumida.com
CDRH5D28-6R2	6.2	45		
CDRH5D28-8R2	8.2	53		
CR43-2R2	2.2	71	4.5 × 4 × 3.2	
CR43-3R3	3.3	86		
ELL6SH-4R7M	4.7	50	6.4 × 6 × 3	Panasonic
ELL6SH-5R6M	5.6	59		(408) 945-5660
ELL6SH-6R8M	6.8	62		www.panasonic.com
RLF5018T-4R7M1R4	4.7	45	5.6 × 5.2 × 1.8	TDK
RLF5018-1R5M2R1	1.5	25	5.2 × 5.6 × 1.8	(847) 803-6100
RLF5018-2R7M1R8	2.7	33		www.tdk.com
RLF5018-4R7M1R4	4.7	45		
RLF5018-100MR94	10	67		
LPO1704-122MC	1.2	80	5.5 × 6.6 × 1	Coilcraft
LPO1704-222MC	2.2	120		(800) 322-2645
				www.coilcraft.com

コンデンサの選択

出力リップル電圧を最小限に抑えるため、出力には低ESR（等価直列抵抗）コンデンサを使用します。ESRが非常に小さく、非常に小型のパッケージのものが入手できるので、多層セラミック・コンデンサが最適です。X5Rの誘電体、次にX7Rの誘電体が好まれます。これらの材料は広い電圧範囲と温度範囲にわたって容量を維持するからです。ほとんどのアプリケーションでは4.7μF～20μFの出力コンデンサで十分です。ただし、出力電流が非常に小さいシステムでは1μFまたは2.2μFの出力コンデンサしか必要としないこともあります。固体タンタル・コンデンサまたはOS-CONコンデンサを使用することもできますが、セラミック・コンデンサよりも大きなボード面積を占め、ESRが大きくなります。必ず電圧定格が十分大きいコンデンサを使用してください。

セラミック・コンデンサは入力デカップリング用コンデンサとしても最適で、LT1310にできるだけ近づけて配置します。ほとんどのアプリケーションでは2.2μF～4.7μFの入力コンデンサで十分です。セラミック・コンデンサの製造元のいくつかを表3に示します。全セラミック部品の詳細については製造元へお問い合わせください。

表3. セラミック・コンデンサの製造元

Taiyo Yuden	(408) 573-4150 www.t-yuden.com
AVX	(803) 448-9411 www.avxcorp.com
Murata	(714) 852-2001 www.murata.com

補償—調整

LT1310の帰還ループを補償するには、抵抗とコンデンサを直列にしたネットワークをV_CピンからGNDに接続します。ほとんどのアプリケーションでは、220pF～1500pFの範囲のコンデンサで十分です。1.6MHzのスイッチング周波数の場合、補償コンデンサ（C_C）の出発点として最適な値は820pFです。補償抵抗（R_C）は通常、5k～30kの範囲です。新たなアプリケーションを補償する最適な技法では、R_Cの代わりに30kΩのポテンショメータを使用し、C_Cに820pFのコンデンサを使用します。過渡応答を観測しながらポテンショメータを調整することによって、R_Cの最適値を求めることができます。図1の回路で負荷電流を100mAから200mAにステップさせたときのこのプロセスを、図3a～図3cに示します。

アプリケーション情報

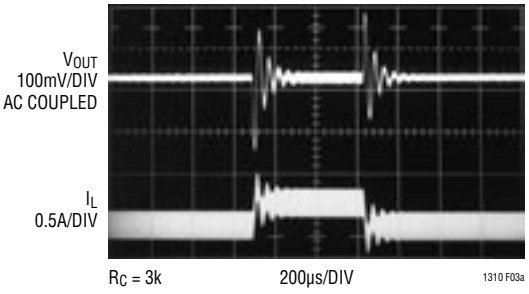


図3a. 過渡応答に過度のリンギングが見られる

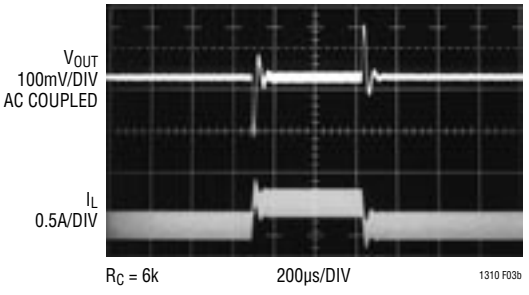


図3b. 過渡応答が改善されている

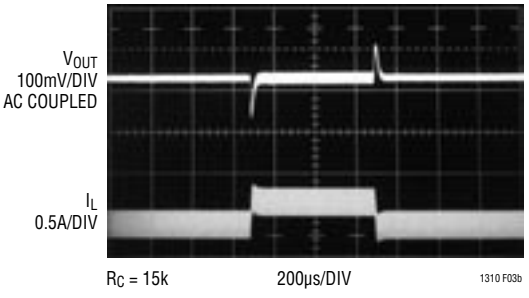


図3c. 過渡応答が十分に抑えられている

図3aはR_Cが3kに等しいときの過渡応答を示します。出力電圧とインダクタ電流に過度のリンギングが生じていることから明らかなように、位相マージンが不足しています。図3bではR_Cの値が6kに増加された結果、より抑えられた過渡応答になっています。図3cはR_Cがさらに15kまで増加された結果を示します。過渡応答が適正に抑えられ、補償手順が完了します。

補償—理論

他のすべての電流モード・スイッチング・レギュレータと同様、LT1310を安定して効率よく動作させるには補償が必要です。LT1310では2つの帰還ループが使用されています。補償を必要としない高速の電流ループと補償を必要とする低速の電圧ループです。標準ボードプロット解析を使用して、電圧帰還ループを理解し、調整することができます。

どのような帰還ループでも同じですが、ループ内の様々な要素が利得や位相に影響を与えることを認識することが重要です。昇圧コンバータの主要な等価要素を図4に示します。高速電流制御ループが使用されているので、デバイスの電力段、インダクタ、ダイオードは等価相互コンダクタンス・アンプg_{mp}で置き換えられています。g_{mp}は電流源として機能し、出力電流はV_C電圧に比例します。g_{mp}の最大出力電流はデバイスの電流制限によって限られていることに注意してください。

図4から、DC利得、ポール、ゼロは以下のように算出できます。

出力のポール: $P1 = \dfrac{2}{2 \bullet \pi \bullet R_L \bullet C_{OUT}}$

エラーアンプのポール: $P2 = \dfrac{1}{2 \bullet \pi \bullet R_O \bullet C_C}$

エラーアンプのゼロ: $Z1 = \dfrac{1}{2 \bullet \pi \bullet R_C \bullet C_C}$

DC利得: $A = \dfrac{1.25}{V_{OUT}} \bullet g_{ma} \bullet R_O \bullet g_{mp} \bullet R_L$

図4から得られる要素の他、電流モード制御では別のポールやゼロも得られます。これらには以下のものがあります。

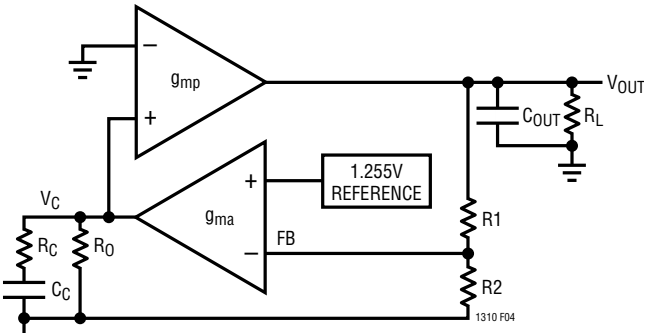
RHPゼロ: $Z2 = \dfrac{V_{IN}^2 \bullet R_L}{2 \bullet \pi \bullet V_{OUT}^2 \bullet L}$

出力のゼロ: $Z3 = \dfrac{1}{2 \bullet \pi \bullet ESR \bullet C_{OUT}}$

電流モードのポール: $P3 > \dfrac{f_S}{3}$

電流モードのゼロは右半平面のゼロで、これは帰還制御の設計では問題になることがありますが、外付け部品を適切に選択することによって調整できます。

アプリケーション情報



C_C: COMPENSATION CAPACITOR
C_{OUT}: OUTPUT CAPACITOR
g_{ma}: TRANSCONDUCTANCE AMPLIFIER INSIDE IC
g_{mp}: POWER STAGE TRANSCONDUCTANCE AMPLIFIER
R_C: COMPENSATION RESISTOR
R_L: OUTPUT RESISTANCE DEFINED AS V_{OUT} DIVIDED BY $I_{LOAD(MAX)}$
R_O: OUTPUT RESISTANCE OF g_{ma}
R1, R2: FEEDBACK RESISTOR DIVIDER NETWORK

図4. 昇圧コンバータの等価モデル

図1の回路を一例として使用し、図5に示すボードプロットを作成するのに使用したパラメータを次の表に示します。

表4. ボードプロットのパラメータ

PARAMETER	VALUE	UNITS	COMMENT
R_L	30	Ω	Application Specific
C_{OUT}	4.7	μF	Application Specific
R_O	2	MΩ	Not Adjustable
C_C	820	pF	Adjustable
R_C	15	kΩ	Adjustable
V_{OUT}	12	V	Application Specific
V_{IN}	5	V	Application Specific
g_{ma}	500	μmho	Not Adjustable
g_{mp}	1.5	mho	Not Adjustable
L	5.6	μH	Application Specific
f_S	1.6	MHz	Adjustable
ESR	10	mΩ	Not Adjustable

図5から、利得が0dBに達するときの位相は120°で、位相マージンが60°になります。これは十分すぎるほどです。クロスオーバー周波数は50kHzで、これは右半平面のゼロZ2の周波数の約3分の1以下です。十分な位相マージンを確保するためには、クロスオーバー周波数がRHPゼロの周波数の少なくとも3分の1以下であることが重要です。

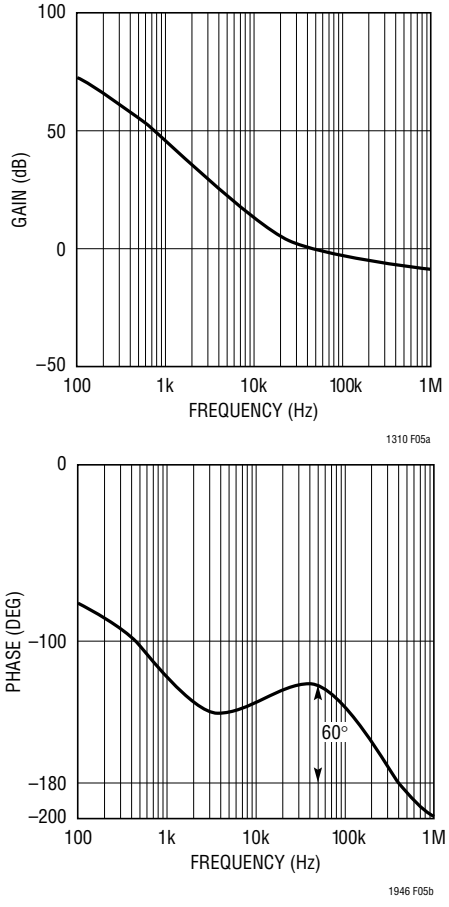


図5. 図1の回路のボードプロット

ダイオードの選択

LT1310と一緒に使用するダイオードにはショットキー・ダイオードを推奨します。MicrosemiのUPS120が最適です。入力と出力の電圧差が20Vを超える場合、UPS140(40V用ダイオード)を使用します。これらのダイオードは、1Aの平均順方向電流に対応するように定格が規定されています。ダイオードの平均順方向電流が0.5A以下のアプリケーションの場合、ON SemiconductorのMBR0520ダイオードを使用することができます。

出力電圧の設定

出力電圧を設定するには、次式に従ってR1とR2の値を選択します(図1を参照)。

$$R1 = R2\left(\frac{V_{OUT}}{1.255V} - 1\right)$$

R2の最適な範囲は5k〜30kです。

アプリケーション情報

レイアウトのためのヒント

LT1310は高速で動作するので、ボード・レイアウトには細心の注意が必要です。レイアウトに注意を払わないと、記載されたとおりの性能を得られません。図6に昇圧コンバータの推奨部品配置を示します。

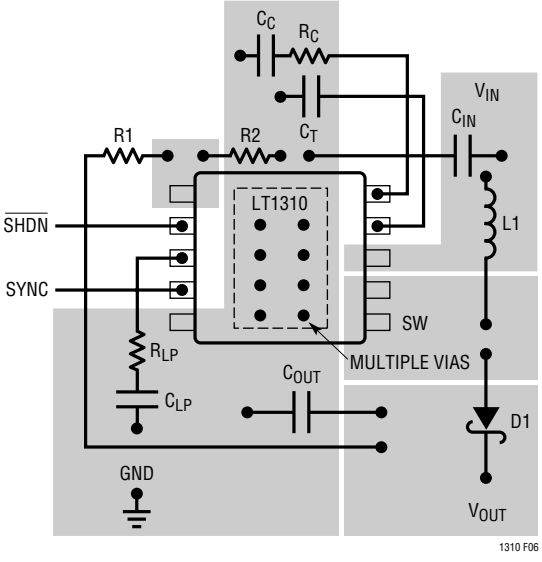
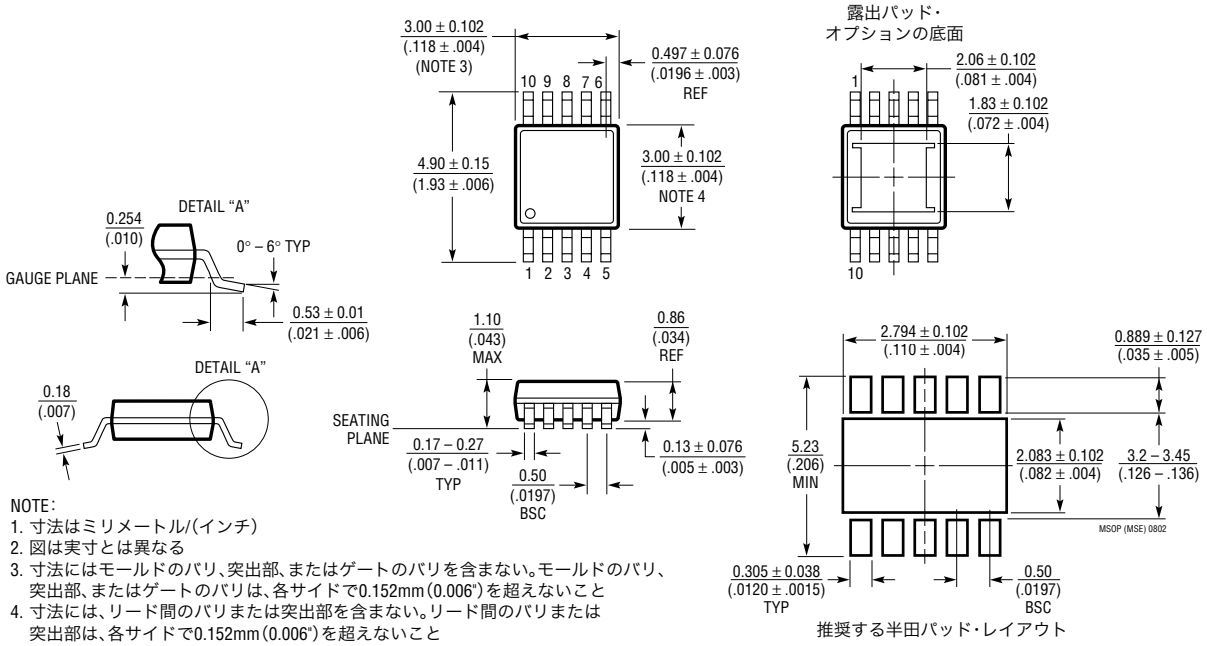


図6. 昇圧コンバータの推奨部品配置。広いPCトレースを使用した直接高電流経路に注目。ピン10(V_C)、ピン9(C_T)、ピン1(FB)のトレース面積は最小限に抑える。複数のビアを使用して、ピン5の銅パッドと露出パッドをグランド・プレーンに接続する。スイッチング電流がグランド・プレーンに誘導されないように、ビアは1箇所のみで使用する。

パッケージ寸法

MSEパッケージ
10ピン・プラスチックMSOP
(Reference LTC DWG # 05-08-1663)



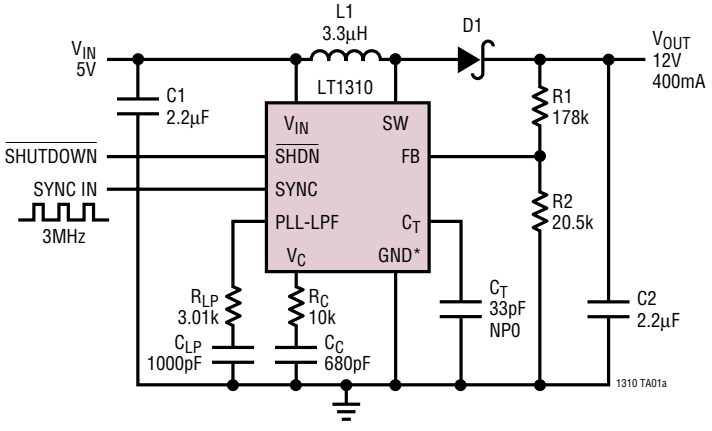
NOTE:
1. 寸法はミリメートル/(インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで0.152mm(0.006")を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。リード間のバリまたは突出部は、各サイドで0.152mm(0.006")を超えないこと
5. リードの平坦度(整形後のリードの底面)は最大0.102mm(0.004")であること

sn1310 1310fs

LINEAR TECHNOLOGY
リニアテクノロジー・コーポレーションがここで提供する情報は正確かつ信頼できるものと考えておりますが、その使用に関する責務は一切負いません。また、ここに記載された回路結線と既存特許とのいかなる関連についても一切関知いたしません。なお、日本語の資料はあくまでも参考資料です。訂正、変更、改版に追従していない場合があります。最終的な確認は必ず最新の英語版データシートでお願いいたします。

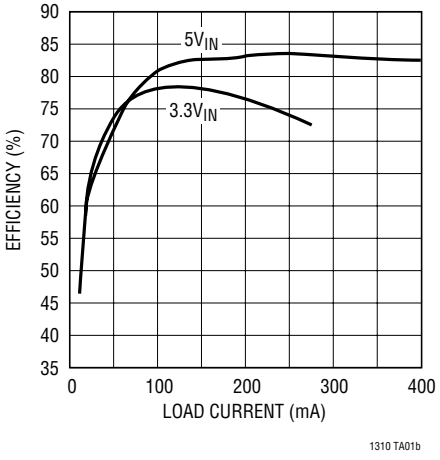
標準的応用例

3MHz、5Vから12Vのコンバータ



C1, C2: TAIYO YUDEN LMK212BJ225MG
D1: MOTOROLA MBRM120
L1: PANASONIC ELL6RH2R7M
*EXPOSED PAD MUST ALSO BE GROUNDED

効率



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1613	550mA（I_{SW}）、1.4MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	効率：90%、V_{IN}：0.9V～10V、$V_{OUT(MAX)}$：34V、I_Q：3mA、I_{SD}：<1µA、ThinSOT™パッケージ
LT1618	1.5A（I_{SW}）、1.25MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	効率：90%、V_{IN}：1.6V～18V、$V_{OUT(MAX)}$：35V、I_Q：1.8mA、I_{SD}：<1µA、10ピンMSパッケージ
LT1946/LT1946A	1.5A（I_{SW}）、1.2/2.7MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V_{IN}：2.45V～16V、$V_{OUT(MAX)}$：34V、I_Q：3.2mA、I_{SD}：<1µA、MS8パッケージ
LT1961	1.5A（I_{SW}）、1.25MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	効率：90%、V_{IN}：3V～25V、$V_{OUT(MAX)}$：35V、I_Q：0.9mA、I_{SD}：6µA、MS8Eパッケージ
LTC®3400/LTC3400B	600mA（I_{SW}）、1.25MHz同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率：92%、V_{IN}：0.85V～5V、$V_{OUT(MAX)}$：5V、I_Q：19µA/300µA、I_{SD}：<1µA、ThinSOTパッケージ
LTC3401	1A（I_{SW}）、3MHz同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率：97%、V_{IN}：0.5V～5V、$V_{OUT(MAX)}$：6V、I_Q：38µA、I_{SD}：<1µA、10ピンMSパッケージ
LTC3402	2A（I_{SW}）、3MHz同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率：97%、V_{IN}：0.5V～5V、$V_{OUT(MAX)}$：6V、I_Q：38µA、I_{SD}：<1µA、10ピンMSパッケージ

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

リニアテクノロジー株式会社
〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6秀和紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291• FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp

0103 • PRINTED IN JAPAN
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2001