

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転
DC-DCコンバータ

概要

MAX629は、内部NチャネルMOSFETスイッチ及びプログラマブル電流制限機能を備えた低電力のDC-DCコンバータです。本製品は、 $0.8V \sim V_{OUT}$ の入力電圧から最大 $\pm 28V$ の正又は負バイアス電圧を供給するように設計されています。ブースト、フライバック及びSEPICトポロジーが可能になっています。

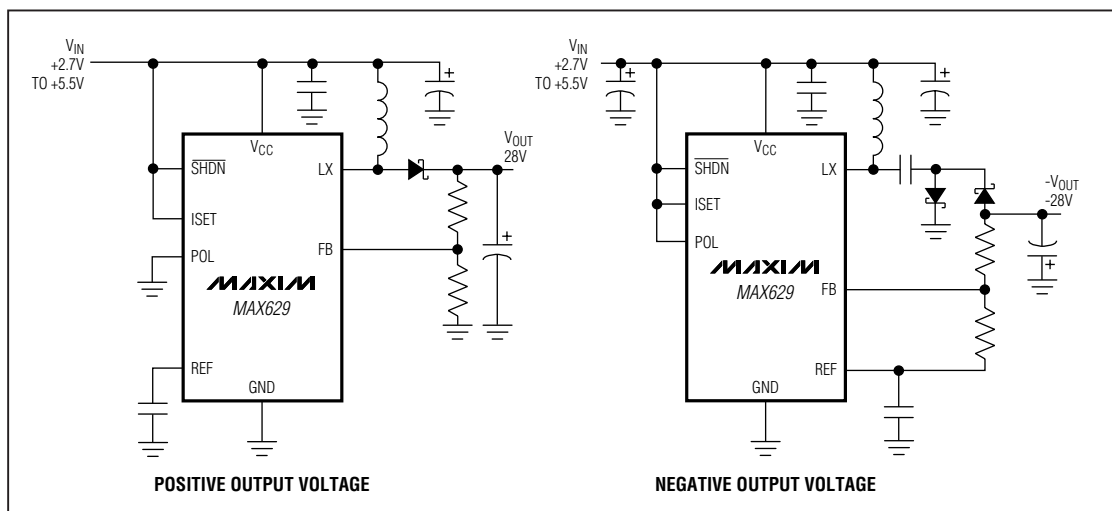
MAX629の電流制限パルス周波数変調(PFM)制御方式は、広範囲の負荷条件において高効率を提供します。0.5A NチャネルMOSFETスイッチを内蔵しているため全部点数が削減され、スイッチング周波数が高いため(300kHzまで)、超小型の表面実装コイルが使用できます。

MAX629は、低消費電流、ロジック制御シャットダウン、小型パッケージ及び超小型外部部品といった特長を備えているため、バッテリー駆動アプリケーションに最適な超小型の高効率高電圧バイアスの解決法となっています。MAX629は、8ピンSOPパッケージで提供されています。

アプリケーション

- 正又は負LCDバイアス発生器
- 高効率DC-DCブーストコンバータ
- バラクタチューニングダイオードバイアス
- パームトップコンピュータ
- 2セル及び3セルバッテリー駆動アプリケーション

標準動作回路



特長

- ◆ 内部500mA、28V Nチャネルスイッチ (外部FET不要)
- ◆ 正又は負の出力電圧を発生
- ◆ 消費電流: 80 μ A
- ◆ 最大シャットダウン電流: 1 μ A
- ◆ スwitching周波数: 最大300kHz
- ◆ 可変電流リミットにより、小型で安価なインダクタが使用可能
- ◆ パッケージ: 8ピンSOP

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX629C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX629ESA	-40°C to +85°C	8 SO

*Dice are tested at $T_A = +25^\circ\text{C}$, DC parameters only.

Note: To order tape-and-reel shipping, add "-T" to the end of the part number.

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC} to GND).....-0.3V to +6V
 SHDN to GND.....-0.3V to +6V
 ISET, REF, FB, POL to GND.....-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
 LX to GND.....-0.3V to +30V
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....471mW

Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Junction Temperature.....+150°C
 Storage Temperature Range.....-65°C to +165°C
 Lead Temperature (soldering, 10sec).....+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +5V, C_{REF} = 0.1μF, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V _{CC} Input Voltage (Note 2)		2.7		5.5	V	
V _{CC} Supply Current	V _{FB} = 1.3V		80	120	μA	
V _{CC} Shutdown Current	SHDN = GND		0.04	1	μA	
V _{CC} Undervoltage Lockout	100mV hysteresis	2.3	2.5	2.65	V	
Input Supply Voltage (Note 2)	Voltage applied to L1 (V _{IN})	0.8		V _{OUT}	V	
SHDN, POL, ISET Logic Levels	V _{IH}	2.4			V	
	V _{IL}			0.4		
Positive Output Voltage	Circuit of Figure 2			28	V	
Negative Output Voltage	Circuit of Figure 3	- V _{IN}		-28	V	
LX Switch-Current Limit	ISET = V _{CC}	0.39	0.45	0.51	A	
	ISET = GND	0.20	0.25	0.33		
LX On-Resistance	V _{CC} = 5V		0.6	1.2	Ω	
	V _{CC} = 3.3V		0.7	1.4		
LX Leakage Current	V _{LX} = 28V, T _A = +85°C		0.05	2.5	μA	
Maximum LX On-Time		6.5	8.5	10.0	μs	
Minimum LX Off-Time	POL = GND	0.7	1.0	1.3	μs	
	POL = V _{CC}	2.0	3.2	3.8		
	POL = GND, V _{FB} < 1V	3.0	4.5	6.0		
	POL = V _{CC} , V _{FB} > 0.25V	3.0	4.5	6.0		
FB Set Point	POL = GND (positive output)	T _A = 0°C to +85°C	1.225	1.250	1.275	V
		T _A = -40°C to +85°C	1.218		1.282	
	POL = V _{CC} (negative output)	T _A = 0°C to +85°C	-15	0	15	mV
		T _A = -40°C to +85°C	-25		25	
FB Input Bias Current			5	50	nA	
REF Output Voltage	V _{CC} = 2.7V to 5.5V, no load on REF	T _A = 0°C to +85°C	1.225	1.250	1.275	V
		T _A = -40°C to +85°C	1.218		1.282	

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +5V$, $C_{REF} = 0.1\mu F$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
REF Load Regulation	$I_{REF} = 0\mu A$ to $100\mu A$, $C_{REF} = 0.47\mu F$ (Note 3)		10	25	mV
Line Regulation	Circuit of Figure 2, $V_{OUT} = 24V$, $V_{CC} = 3V$ to $5.5V$, $I_{LOAD} = 5mA$		0.2		%/V
Load Regulation	Circuit of Figure 2, $V_{OUT} = 24V$, $V_{CC} = 5V$, $I_{LOAD} = 0mA$ to $5mA$		0.15		%
Thermal Shutdown Threshold	Die temperature		150		$^\circ C$

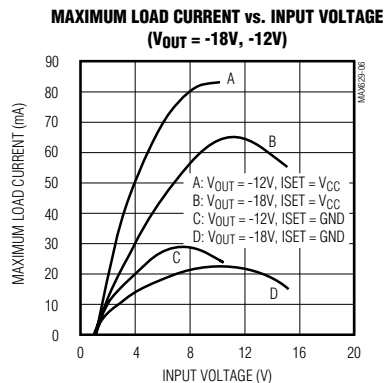
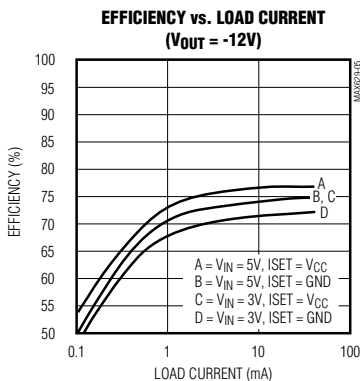
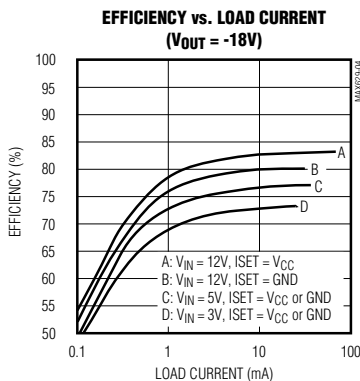
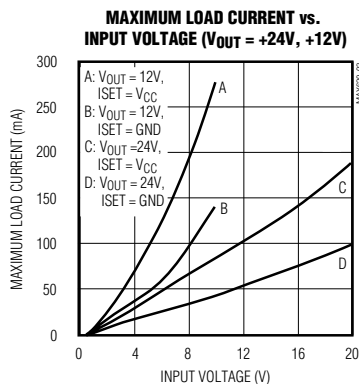
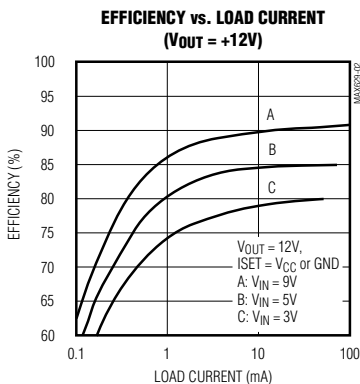
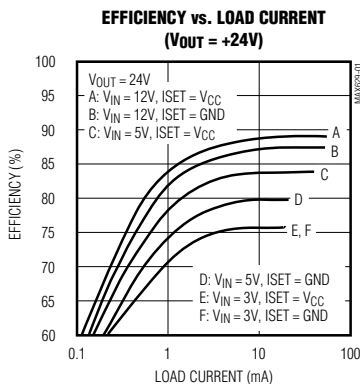
Note 1: Specifications to $-40^\circ C$ are guaranteed by design and not production tested.

Note 2: The IC itself requires a supply voltage between $+2.7V$ and $+5.5V$; however, the voltage that supplies power to the inductor can vary from $0.8V$ to $28V$, depending on circuit operating conditions.

Note 3: For reference currents less than $10\mu A$, a $0.1\mu F$ reference-bypass capacitor is adequate.

標準動作特性

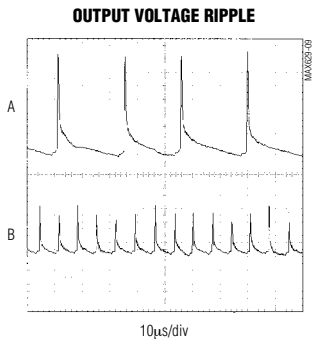
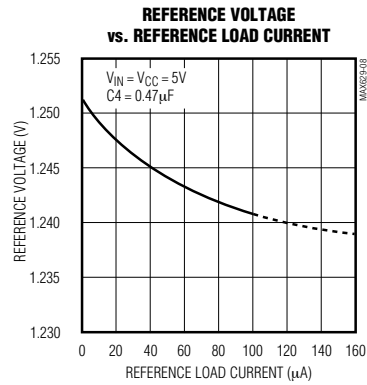
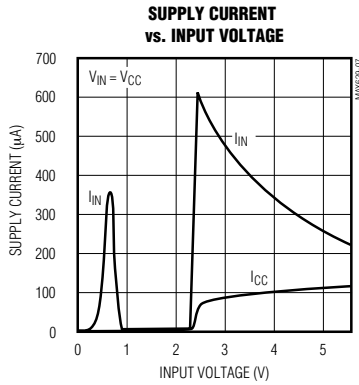
(SHDN = V_{CC} , $C_{REF} = 0.1\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



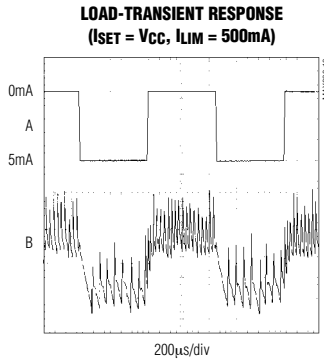
28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

標準動作特性(続き)

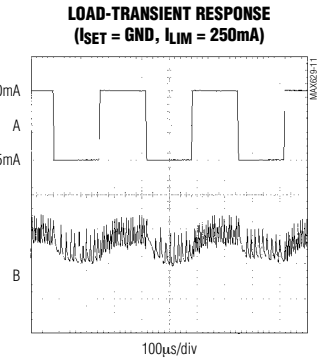
(SHDN = V_{CC}, C_{REF} = 0.1μF, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



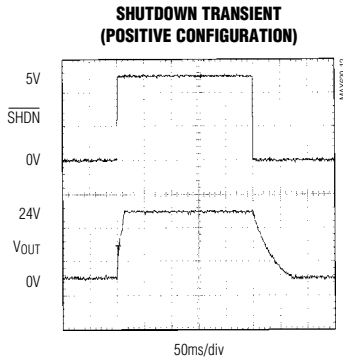
$V_{OUT} = +24V$, $I_{LOAD} = 5mA$
A: ISET = V_{CC}, 20mV/div
B: ISET = GND, 20mV/div



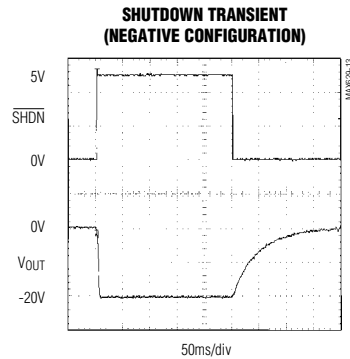
$V_{OUT} = +24V$, ISET = V_{CC}
A: LOAD CURRENT, 0mA TO 5mA, 2.5mA/div
B: V_{OUT}, AC-COUPLED, 10mV/div



$V_{OUT} = +24V$, ISET = GND
A: LOAD CURRENT, 0mA TO 5mA, 2.5mA/div
B: V_{OUT}, AC-COUPLED, 10mV/div



$V_{CC} = V_{IN} = 5V$, $R_L = 4k\Omega$



$V_{CC} = V_{IN} = 5V$, $R_L = 4k\Omega$

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

端子説明

端子	名称	機能
1	SHDN	アクティブローシャットダウン入力。ロジックローにするとMAX629がシャットダウンモードになり、消費電流が1 μ Aに節減されます。
2	POL	極性入力。FBの極性及びスレッシュホールドを変更して、正又は負の出力電圧におけるレギュレーションを可能にします。POL = GNDのときは正出力電圧、POL = V _{CC} のときは負出力電圧になります。
3	REF	1.25Vリファレンス出力。I _{REF} = 10 μ Aの場合は0.1 μ FコンデンサでGNDにバイパスしてください。REFは100 μ Aまでの電流を外部負荷に供給することができます。10 μ A I _{REF} = 100 μ Aの場合、REFを0.47 μ Fコンデンサでバイパスしてください。
4	FB	出力電圧設定用のフィードバック入力。外部分圧器に接続してください。「出力電圧の設定」を参照。
5	ISET	電流リミット設定入力。V _{CC} に接続するとLXの電流リミットが500mA、GNDに接続するとLXの電流リミットが250mAになります。「電流リミットの設定」を参照。
6	GND	グランド
7	LX	内部NチャネルDMOSスイッチドレイン
8	V _{CC}	電源入力

詳細

MAX629は、広範囲の入力電圧から最大 $\pm 28V$ の正又は負出力電圧を提供する低電力昇圧DC-DCコンバータです。主にLCDバイアス及びセットトップボックスのバラクタチューニング等の低電力高電圧アプリケーション用に設計されています。MAX629のユニークな制御方式により、僅か80 μ Aの自己消費電流で高効率と広範囲の出力電圧を提供しているため、バッテリー駆動アプリケーションに最適です。内部NチャネルDMOSスイッチは電流リミットがピン設定(250mA及び500mA)できるため、出力電流と部品サイズを最適化できます。図1に、MAX629のファンクションダイアグラムを示します。

制御方式

ピーク電流制限及び一対の単安定マルチバイブレータの組合せでMAX629のスイッチングが制御され、最大オン時間及び一定オフ時間が決められています。オンサイクルでは、内部スイッチは閉じており、インダクタを流れる電流は最大オン時間の固定値10 μ sに達するか(低入力電圧時)あるいはスイッチのピーク電流リミットに達するまで増加していきます。ピークスイッチ電流リミットは500mA(ISET = V_{CC})又は250mA(ISET = GND)に設定できます。「電流リミットの設定」を参照) オンサイクルが終了すると、スイッチはターンオフしてダイオードを通じて出力コンデンサを充電します。通常動作では最小オフ時間は正出力電圧で1 μ s、負出力電圧で3.5 μ sに設定されます。但し、出力がレギュレーションよりも大幅に低い場合は、スタートアップ

時にソフトスタートにするためにオフ時間は5 μ sに増やされます。スイッチング周波数は負荷に依存しますが、最大300kHzです。

シャットダウンモード

SHDNがローのときに、MAX629はシャットダウンモードになります。このモードでは、フィードバック及び制御回路、リファレンス及び内部バイアス回路がターンオフします。シャットダウン電流は1 μ A以下まで低減します。SHDNはロジックレベル入力ですが、通常動作ではV_{CC}に接続してください。

シャットダウンモードにおける出力電圧の挙動は、出力電圧の極性に依存します。正出力電圧構成(図2)では、出力はダイオード(D1)及びインダクタ(L1)を通じて直接入力に接続されています。素子がシャットダウンモードのときは、出力電圧は入力電圧よりもダイオードドロップ1つ分だけ低い値まで下がり、出力に負荷が接続されていればまだ電流が流れます。負出力電圧構成(図3)では、入力と出力の間にはDC接続がなく、シャットダウンモードでは出力はGNDに引き下げられます。

設計手順

出力電圧の設定

正負いずれの出力電圧でも、MAX629の出力電圧は2つの外付抵抗R1及びR2を使用して設定します(図2及び3)。FBにおける入力バイアス電流の最大値は50nAであるため、フィードバックループに大きな抵抗を使用しても精度はそれほど低下しません。まず、10k ~

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

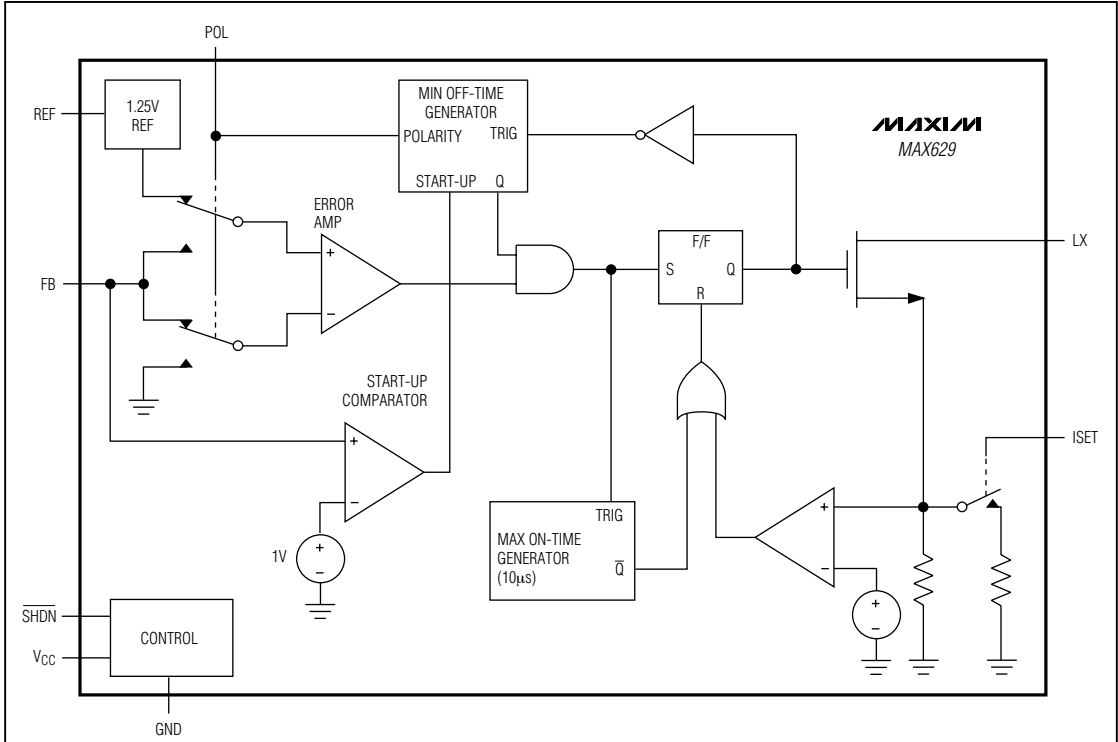


図1. ファンクションダイアグラム

200k の範囲でR2を選択し、以下の節の該当する式からR1を計算してください。

正出力電圧

正出力電圧の場合は、図2に示す標準昇圧構成を使用してください(POLはGNDに接続)。これによりFBのスレッシュホールド電圧が V_{REF} に設定されます。R2の値を選択し、次式でR1を計算してください。

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

ここで $V_{REF}=1.25V$ です。

負出力電圧

負出力電圧の場合は、図3に示すようにPOLを V_{CC} に接続してR1とR2を設定してください。これによりFBスレッシュホールド電圧がGNDに設定され、負電圧のレギュ

レーションが可能になります。R2を選択し、R1を次式で計算してください。

$$R1 = R2 \times \frac{|V_{OUT}|}{V_{REF}}$$

ここで $V_{REF} = 1.25V$ です。

図3は、MAX629の後に反転チャージポンプを付けて負出力電圧を発生する構成を示しています。この構成は $|V_{OUT}|$ を $-|V_{IN}| \sim -28V$ の範囲に制限します。これ以下の負出力電圧が必要な場合は、D2のカソードを V_{IN} に接続することができます。この構成では出力電圧を $-|V_{IN}|$ よりも小さくすることができますが、出力電圧を $-|28V - V_{IN}|$ よりも負にすることはできません。出力電流は標準構成に比べて約半分となり、効率は通常5%低下します。

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

電流リミットの設定

電流リミットを外部で選択できるため、MAX629は出力性能の自由度が増しています。電流リミットが高くなると、各サイクルでインダクタに保存されるエネルギーが大きくなり、そのため出力電流能力が大きくなります。大出力電流アプリケーションではISETをV_{CC}に接続して電流リミットを500mAにしてください。必要な出力電流が小さい場合は、電流リミットを250mAにするといくつかの利点が得られます。まず、インダクタを小さくすることができるためにボード面積及びコストを節減できます。次に、サイクル毎のエネルギー転送が小さくなるために、同じコンデンサを使用した場合の出力電流が小さくなります。このため、安価でESRの大きいコンデンサが使用できるようになり、ボード面積、コスト及び出力リップルの設計上のバランスが取りやすくなります。電流リミットとして250mAを選択するには、ISETをGNDに接続してください。

インダクタの選択

MAX629はスイッチング周波数が高いために、小型インダクタを使用することができます。「標準動作回路」に示す47 μ Hインダクタは、殆どのアプリケーションに推奨できます。インダクタンスを大きくするとピークインダクタ電流が小さくなりますが、低入力電圧における出力電流能力が制限され、スタートアップが遅くなります。インダクタンスを小さくすると必要なボード面積は小さくなりますが、電流検出コンパレータの伝播遅延のためにピーク電流が大きくなる可能性があります。入力電圧が2V以下であることが多い場合は、インダクタンスを22 μ Hに低減すると性能を改善できますが、最大負荷電流及び効率低下する可能性があります。正しい部品選択には、全ての入出力条件において十分な動作試験を行うことが重要です。

フェライトコア又は相当品を備えたインダクタを使用するようにしてください。鉄粉コアは、高スイッチング周波数用には推奨できません。インダクタのインクリメンタル飽和定格は、選択された電流リミットを超えている必要があります。最高の効率を得るために、DC抵抗の小さなインダクタ(100m Ω 以下)をご使用ください。表1は、インダクタメーカーのリストです。

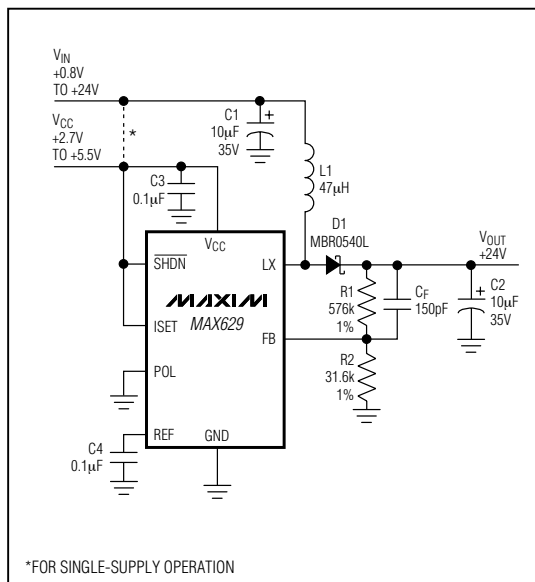


図2. 正LCDバイアス用の+24V

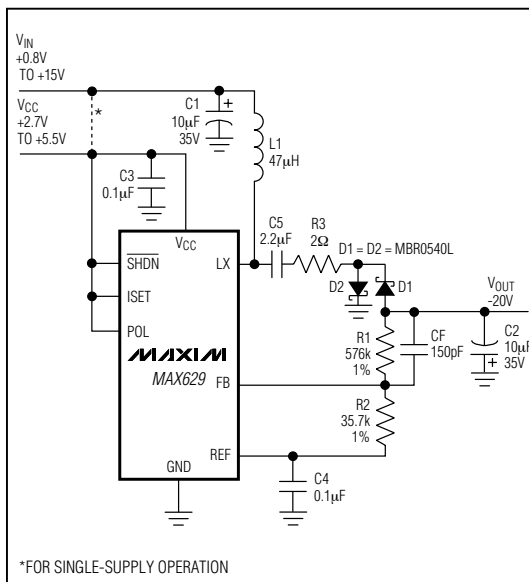


図3. 負LCDバイアス用の-20V

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

ダイオードの選択

MAX629はスイッチング周波数が高いため、高速整流器を必要とします。1N5819、MBR0530L等のショットキダイオードをお勧めします。ダイオードのピーク電流定格がISETによって設定されたピーク電流を超えていること、及びブレイクダウン電圧が出力電圧を超えていることを確認してください。ショットキダイオードは順方向電圧が低いために好適ですが、超高速シリコン整流器も使用できます。表1に、ショットキダイオードのメーカーが記載されています。

コンデンサの選択

出力フィルタコンデンサ

出力コンデンサは、実効直列抵抗(ESR)が低いことを主な基準として選択します。ピークインダクタ電流と出力フィルタコンデンサのESRの積によって、出力電圧で見られる高周波リップルの振幅が決まります。これらの必要条件は、適切な電流リミットを選択することによってバランスを取ることができます(説明は「電流リミットの設定」の項を参照)。表1に、低ESRコンデンサのメーカーが記載されています。「標準動作特性」の項の出力電圧リップルのグラフを参照してください。

入力バイパスコンデンサ

多くのMAX629のアプリケーションでは出力電流が比較的小さくなりますが、入力はインダクタの電流リミットに等しい電流トランジェントに耐えるように設計する必要があります。入力バイパスコンデンサは電圧ソース

から引き出されるピーク電流を低減し、MAX629のスイッチング動作に起因するノイズを削減します。入力ソースインピーダンスにより、入力(V_{IN})で必要とされるコンデンサのサイズが決定されます。出力フィルタコンデンサの場合と同様に、低ESRコンデンサが推奨されます。殆どのアプリケーションには10 μ Fの低ESRコンデンサが適当です(これより小さなバイパスコンデンサが許容される場合もあります)。また、入力バイパスコンデンサとは別に V_{CC} 及びGNDピンにできるだけ近いところで0.1 μ Fセラミックコンデンサを使用してICを独立にバイパスしてください。

リファレンスコンデンサ

REF電流が10 μ Aまでの場合は、0.1 μ FセラミックコンデンサでREFをGNDにバイパスしてください。REFは最大100 μ Aの電流を外部負荷に供給できます。10 μ A I_{REF} 100 μ Aの場合は、0.47 μ FコンデンサでREFをバイパスしてください。

フィードフォワードコンデンサ

R1の両端に並列にコンデンサ(C_F)を接続してフィードバックループを補償し、安定性を確保してください(図2及び3)。殆どのアプリケーションには、270pFまでの値を使用してください。安定性を確保できる最小のコンデンサを選択してください。容量が大きいとラインレギュレーションが劣化します。

アプリケーション情報

出力電圧の調節

多くのバイアスアプリケーションでは、可変出力電圧を必要とします。これは図4の構成で簡単に得ることができます。この回路では、外部バイアス電圧(ポテンショメータ、DACその他の方法で生成)は抵抗 R_B を通じてFBにカップリングされています。この回路の出力電圧は次式で求めます。

$$V_{OUT} = V_{INIT} + \frac{R1}{R_B} (V_{FB} - V_{BIAS})$$

ここで、 V_{INIT} は「出力電圧の設定」の項で計算した固定出力電圧、 V_{FB} は正電圧構成では V_{REF} (1.25V)、負電圧構成では0Vです。 R_B を正しく選択すれば、簡単な外部部品で V_{BIAS} を生成して広範な出力電圧を得ることができます。

表1. 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX
CAPACITORS		
AVX: TPS series	(803) 946-0690	(803) 626-3123
Matsuo: 267 series	(714) 969-2491	(714) 960-6492
Sprague: 595D series	(603) 224-1961	(603) 224-1430
DIODES		
Motorola: MBR0530L	(602) 303-5454	(602) 994-6430
Nihon: EC11 FS1 series	(805) 867-2555	(805) 867-2698
INDUCTORS		
Coilcraft: DO1608 and DT1608 series	(847) 639-6400	(847) 639-1469
Murata-Erie: LQH4 series	(814) 237-1431	(814) 238-0490
Sumida: CD43, CD54, and CDRH62B series	(847) 956-0666	(847) 956-0702
TDK: NLC565050 series	(847) 390-4373	(847) 390-4428

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

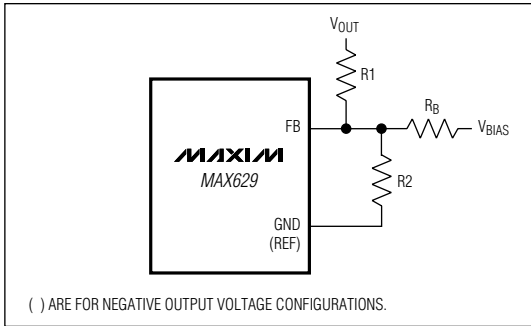


図4. 可変出力電圧

入力電圧範囲

多くの場合、MAX629とインダクタは同じ電源で駆動されますが、バッテリー駆動アプリケーションでは素子を安定化電源で駆動して、インダクタをバッテリーで直接駆動の方が有利な場合があります。MAX629は V_{CC} で+2.7V~+5.5Vの電源を必要としますが、インダクタは最低+0.8Vで駆動することができるため、バッテリーの使用寿命を大幅に延長できます。 V_{CC} と V_{IN} の電源を別々にすると、 V_{CC} がスイッチングトランジェントから分離されるために V_{CC} へのノイズインジェクションが低減し、多くのアプリケーションで入力フィルタコンデンサを小型化かつ安価にできます。入力電圧が2V以下であることが多い場合は、インダクタを22 μ Hに低減することで、この電圧範囲における性能が改善できます。ただし、この場合最大負荷電流及び効率が低下することがあります。

図3に示す負電圧構成では、チャージポンプが各サイクルでLXに電流を注入します。注入される電荷は V_{IN} が高い

ほど増加し、早すぎる時点で内部電流リミットスレッシュホールドに達することがあります。抵抗R3はピーク注入電流を制限することにより使用可能な電圧範囲を広げます。図中の2抵抗の場合は、入力電圧範囲が $V_{IN}=15V$ を超えています。入力電圧範囲がこれとは異なるアプリケーションでは、必要に応じてR3を増減できます。その際、効率は約0.5%/ 変化します。

レイアウトの考慮

電流レベルが高く、スイッチング波形が高速でノイズを輻射するため、適正なPCボードレイアウトが必須です。最初の試作には、MAX629評価キット又は相当するPCボードベースのデザインを使用することをお勧めします。スイッチングレギュレータの試作では、ブレッドボードやプロトボードは決して使わないでください。

グラウンドノイズを最小限に抑え、レギュレーションを改善するために、GNDピン、入力バイパスコンデンサのグラウンドリード及び出力フィルタコンデンサのグラウンドリードを一点(スターグラウンド構成)でまとめて接続することが重要です。また、浮遊容量、トレース抵抗及び輻射ノイズを最小限に抑えるために、リードをできるだけ短くしてください。特にフィードバック回路、グラウンド回路及びLXを重視してください。R1及びR2をフィードバックピンのできるだけ近くに配置してください。入力バイパスコンデンサは V_{CC} 及びGNDのできるだけ近くに配置してください。

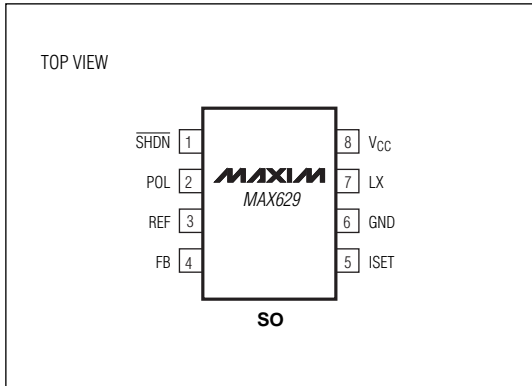
適正なボードレイアウトの例については、MAX629評価キットのデータシートを参照してください。

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

ピン配置 _____

チップ情報 _____

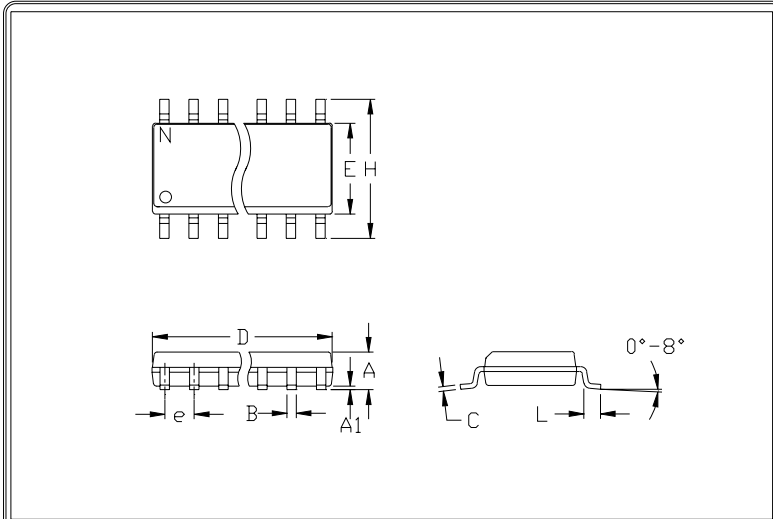


TRANSISTOR COUNT: 653
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

パッケージ

MAX629



	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
e	0.050		1.27	
E	0.150	0.157	3.80	4.00
H	0.228	0.244	5.80	6.20
h	0.010	0.020	0.25	0.50
L	0.016	0.050	0.40	1.27

	INCHES		MILLIMETERS		N	MS012
	MIN	MAX	MIN	MAX		
D	0.189	0.197	4.80	5.00	8	A
D	0.337	0.344	8.55	8.75	14	B
D	0.386	0.394	9.80	10.00	16	C

NOTES:

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN .102mm (.004")
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
5. MEETS JEDEC MS012-XX AS SHOWN IN ABOVE TABLE
6. N = NUMBER OF PINS

MAXIM
40 SAN CARLOS, CA 94065 FAX (415) 737-7744
 PROPRIETARY INFORMATION

PACKAGE FAMILY OUTLINE: SOIC .150"

1/1

21-0041 A
DOCUMENT CONTROL NUMBER REV

28V、低電力、高電圧の昇圧又は反転 DC-DCコンバータ

MAX629

NOTES