

シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

概要

MAX1719/MAX1720/MAX1721は、+1.5V~+5.5Vの電圧を入力する超小型モノリシックCMOSチャージポンプインバータです。MAX1720は12kHzで動作し、MAX1719/MAX1721は125kHzで動作します。これらのデバイスは高効率、小型外付部品及びロジック制御シャットダウンという特長により、バッテリー駆動及び基板レベルの電圧変換アプリケーションに最適です。

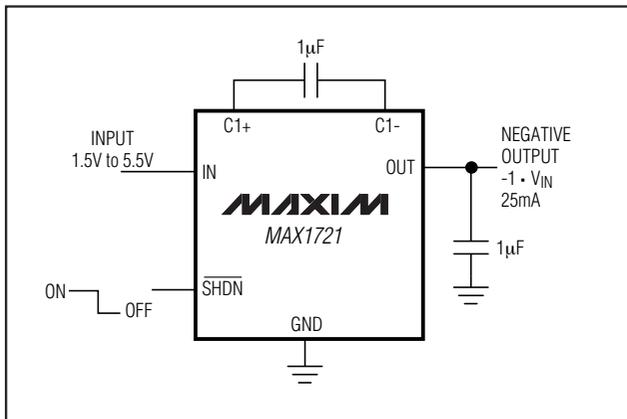
本デバイスには、発振器制御回路及び4つのパワーMOSFETスイッチが内蔵されています。標準的なMAX1719/MAX1720/MAX1721のアプリケーションにおいては、+5Vロジック電源からアナログ回路を駆動するための-5Vを生成します。3つの製品はいずれも6ピンSOT23パッケージで提供され、連続的に25mAの出力電流を供給できます。

シャットダウン機能のないピンコンパチブルのSOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ(5ピンSOT23)としては、MAX828/MAX829及びMAX870/MAX871のデータシートを参照してください。さらに大きなパワーを必要とするアプリケーション用としては、MAX860/MAX861が50mAを供給します。安定化出力(最大 $-2 \cdot V_{IN}$)が必要な場合は、MAX868を参照してください。MAX860/MAX861及びMAX868は、省スペースの μ MAXパッケージで提供されています。

アプリケーション

- 正電源からの局部負電源
- 小型LCDパネル
- GaAs PAバイアス電源
- ハンディターミナル、PDA
- バッテリー駆動機器

標準動作回路



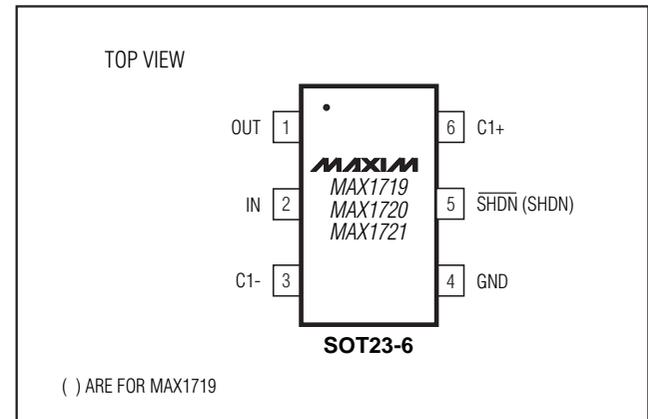
特長

- ◆ ロジック制御シャットダウン : 1nA
- ◆ パッケージ : 6ピンSOT23
- ◆ 電圧変換効率 : 99.9%
- ◆ 自己消費電流(MAX1719/MAX1720) : 50 μ A
- ◆ 入力電圧範囲 : +1.5V~+5.5V
- ◆ 出力電流 : 25mA
- ◆ 僅か2つの1 μ Fコンデンサで動作 (MAX1719/MAX1721)

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX1719EUT	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AACA
MAX1720EUT	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABS
MAX1721EUT	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABT

ピン配置



シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

MAX1719/MAX1720/MAX1721

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	-0.3V to +6V
OUT to GND	-6V to +0.3V
C1+, SHDN, SHDN to GND	-0.3V to (V _{IN} + 0.3V)
C1- to GND	(V _{OUT} - 0.3V) to +0.3V
OUT Output Current	100mA
OUT Short Circuit to GND	Indefinite

Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
6-Pin SOT23 (derate 8.7mW/°C above +70°C)	696mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°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_{IN} = +5V, SHDN = GND (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}}$ = IN (MAX1720/MAX1721), C1 = C2 = 10μF (MAX1720), C1 = C2 = 1μF (MAX1719/MAX1721), circuit of Figure 1, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V _{IN}	MAX1720 R _L = 10kΩ	T _A = +25°C	1.25		5.5	V
			T _A = 0°C to +85°C	1.5		5.5	
		MAX1719/MAX1721 R _L = 10kΩ	T _A = +25°C	1.4		5.5	
			T _A = 0°C to +85°C	1.5		5.5	
Quiescent Supply Current	I _{CC}	T _A = +25°C	MAX1720		50	90	μA
			MAX1719/MAX1721		350	650	
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}	SHDN = IN (MAX1719), SHDN = GND (MAX1720/MAX1721)	T _A = +25°C		0.001	1	μA
			T _A = +85°C		0.02		
Oscillator Frequency	f _{OSC}	T _A = +25°C	MAX1720	7	12	17	kHz
			MAX1719/MAX1721	70	125	180	
Voltage Conversion Efficiency		I _{OUT} = 0, T _A = +25°C		99	99.9		%
Output Resistance (Note 1)	R _O	I _{OUT} = 10mA	T _A = +25°C		23	50	Ω
			T _A = 0°C to +85°C			65	
OUT to GND Shutdown Resistance	R _{O, SHDN}	SHDN = IN (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}}$ = GND (MAX1720/MAX1721), OUT is internally forced to GND in shutdown			4	12	Ω
SHDN/ $\overline{\text{SHDN}}$ Input Logic High	V _{IH}	+2.5V ≤ V _{IN} ≤ +5.5V		2.0			V
		V _{IN} (MIN) ≤ V _{IN} ≤ +2.5V		V _{IN} - 0.2			
SHDN/ $\overline{\text{SHDN}}$ Input Logic Low	V _{IL}	+2.5V ≤ V _{IN} ≤ +5.5V				0.6	V
		V _{IN} (MIN) ≤ V _{IN} ≤ +2.5V				0.2	
SHDN/ $\overline{\text{SHDN}}$ Bias Current	I _{IL} , I _{IH}	SHDN/ $\overline{\text{SHDN}}$ = GND or V _{IN}	T _A = +25°C	-100	0.05	100	nA
			T _A = +85°C		10		
Wake-Up Time from Shutdown		I _{OUT} = 5mA	MAX1720		800		μs
			MAX1719/MAX1721		80		

シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

MAX1719/MAX1720/MAX1721

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = +5V$, SHDN = GND (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}} = \text{IN}$ (MAX1720/MAX1721), $C_1 = C_2 = 10\mu\text{F}$ (MAX1720), $C_1 = C_2 = 1\mu\text{F}$ (MAX1719/MAX1721), circuit of Figure 1, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 2)

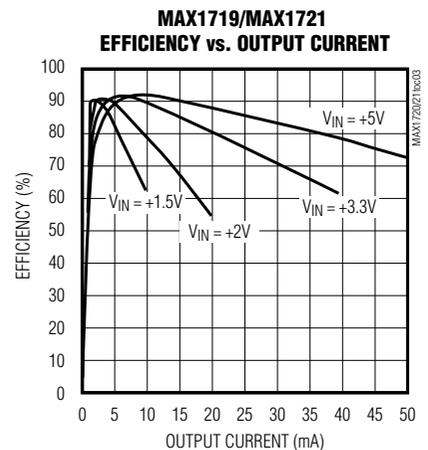
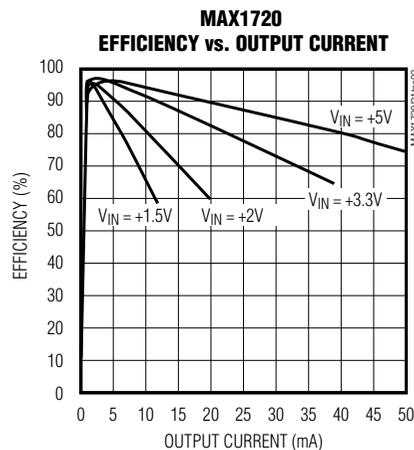
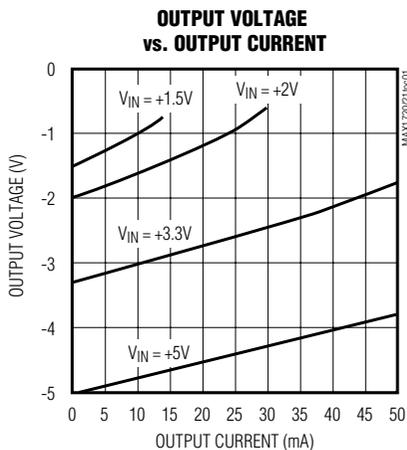
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V_{IN}	$R_L = 10k\Omega$	MAX1720	1.5		5.5	V
			MAX1719/MAX1721	1.6		5.5	
Quiescent Current	I_{CC}	MAX1719/MAX1720/MAX1721				100	μA
						750	
Oscillator Frequency	f_{OSC}	MAX1720		6		21	kHz
		MAX1719/MAX1721		60		200	
Voltage Conversion Efficiency		$I_{OUT} = 0$		99			%
Output Resistance (Note 1)	R_O	$I_{OUT} = 10\text{mA}$				65	Ω
Output Current	I_{OUT}	Continuous, long-term				25	mARMS
OUT to GND Shutdown Resistance	$R_{O, SHDN}$	SHDN = IN (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}} = \text{GND}$ (MAX1720/MAX1721), OUT is internally forced to GND in shutdown				12	Ω
SHDN/ $\overline{\text{SHDN}}$ Input Logic High	V_{IH}	$+2.5V \leq V_{IN} \leq +5.5V$		2.0			V
		$V_{IN}(\text{MIN}) \leq V_{IN} \leq +2.5V$		$V_{IN} - 0.2$			
SHDN/ $\overline{\text{SHDN}}$ Input Logic Low	V_{IL}	$+2.5V \leq V_{IN} \leq +5.5V$				0.6	V
		$V_{IN}(\text{MIN}) \leq V_{IN} \leq +2.5V$				0.2	

Note 1: Capacitor contribution (ESR component plus $(1/f_{OSC}) \cdot C$) is approximately 20% of output impedance.

Note 2: All specifications from -40°C to $+85^\circ\text{C}$ are guaranteed by design, not production tested.

標準動作特性

(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = +5V$, SHDN = GND (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}} = \text{IN}$ (MAX1720/MAX1721), $C_1 = C_2 = C_3$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

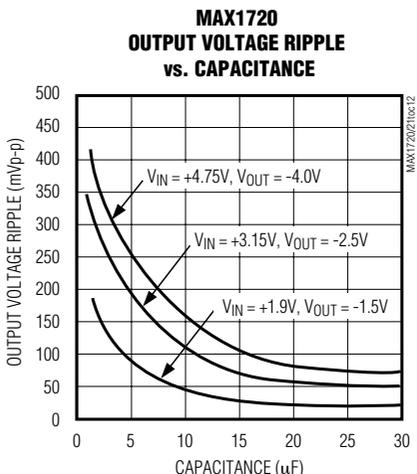
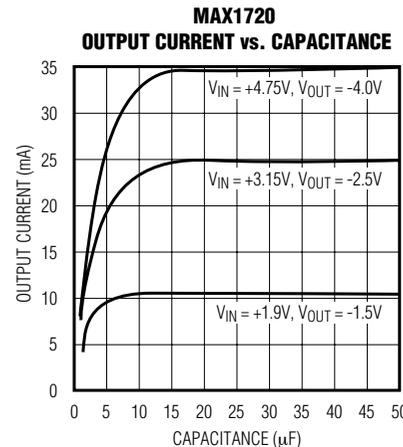
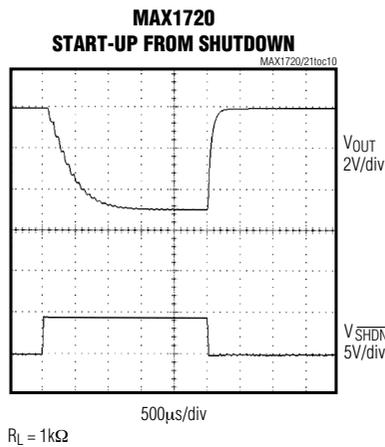
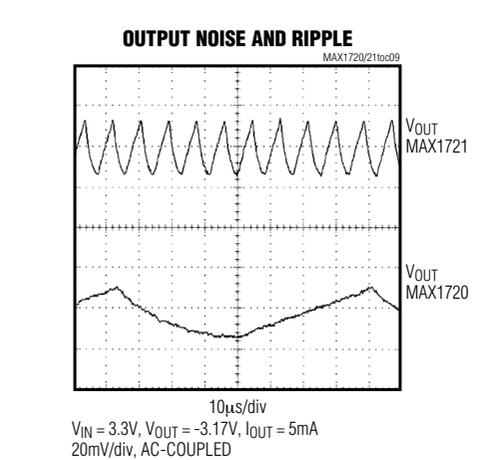
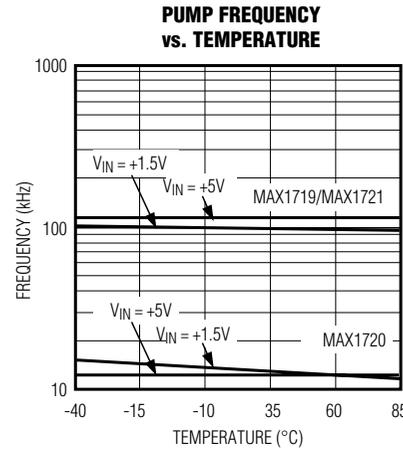
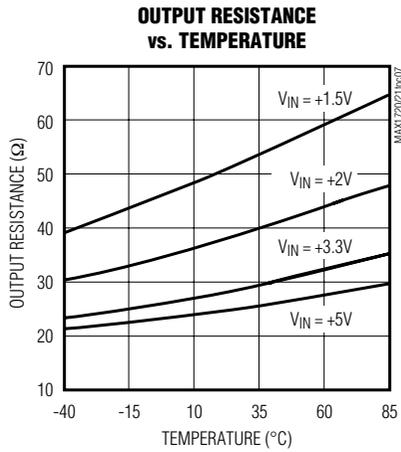
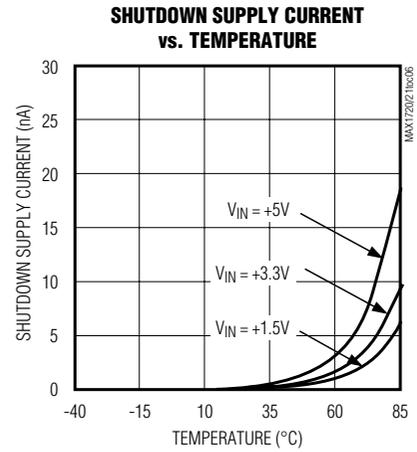
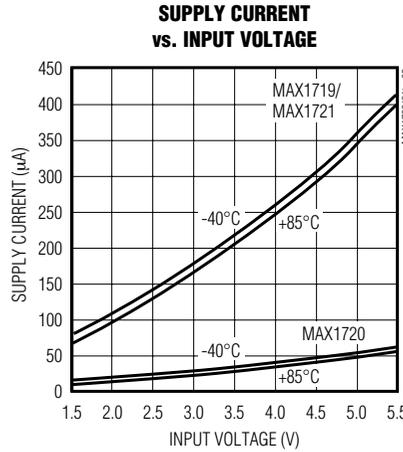
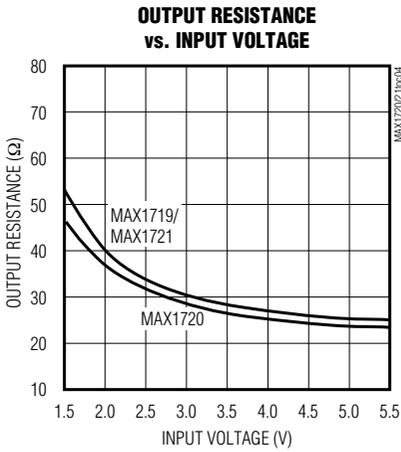


シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

MAX1719/MAX1720/MAX1721

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = +5V$, SHDN = GND (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}} = \text{IN}$ (MAX1720/MAX1721), $C_1 = C_2 = C_3$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

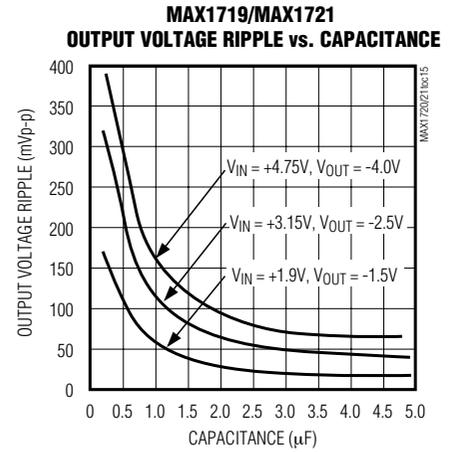
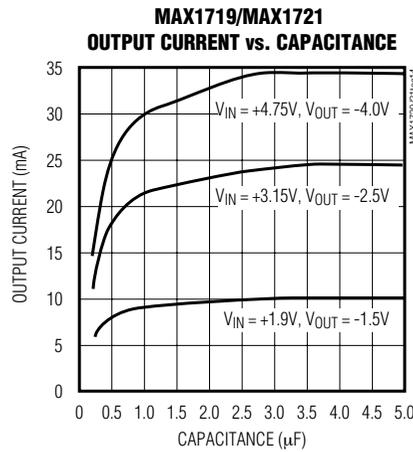
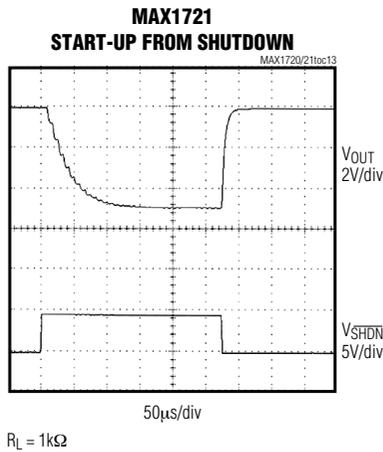


シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

MAX1719/MAX1720/MAX1721

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = +5V$, SHDN = GND (MAX1719), $\overline{\text{SHDN}} = \text{IN}$ (MAX1720/MAX1721), $C1 = C2 = C3$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子		名称	機能
MAX1719	MAX1720 MAX1721		
1	1	OUT	反転チャージポンプ出力
2	2	IN	電源の正電圧入力
3	3	C1-	フライングコンデンサの負端子
4	4	GND	グラウンド
5	-	SHDN	非反転シャットダウン入力。このピンをローに駆動すると通常動作になり、ハイに駆動するとシャットダウンモードになります。シャットダウン中、OUTは能動的にグラウンドに引きつけられます。
-	5	$\overline{\text{SHDN}}$	反転シャットダウン入力。このピンをハイに駆動すると通常動作になり、ローに駆動するとシャットダウンモードになります。シャットダウン中、OUTは能動的にグラウンドに引きつけられます。
6	6	C1+	フライングコンデンサの正端子

詳細

MAX1719/MAX1720/MAX1721の容量性チャージポンプは、入力に印加された電圧を反転します。最高の性能を得るには、等価直列抵抗(ESR)の小さなコンデンサ(例えばセラミック)を使用してください。

サイクルの前半ではスイッチS2とS4が開き、スイッチS1及びS3が閉じ、コンデンサC1がINの電圧まで充電されます(図2)。サイクルの後半ではスイッチS1とS3

が開き、S2とS4が閉じ、C1は V_{IN} ボルトだけ下方にレベルシフトされます。これによりC1はタンクコンデンサC2と並列に接続されます。C2の両端の電圧がC1の両端の電圧よりも小さい場合、C2の両端の電圧が $-V_{IN}$ に達するまでC1からC2へ電荷が流れます。スイッチS1~S4には抵抗があり、負荷がC2から電荷を引き出すため、出力における実際の電圧は $-V_{IN}$ よりも正方向になります。

シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

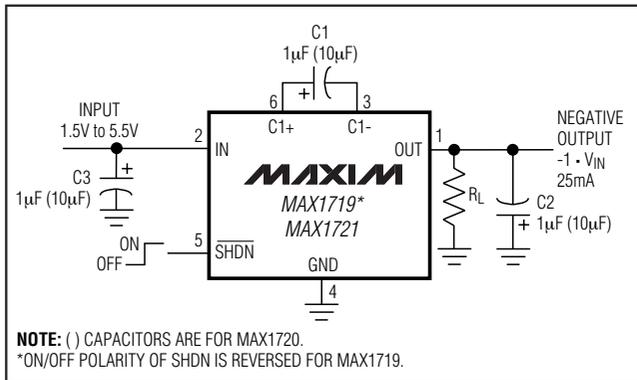


図1. 標準アプリケーション回路

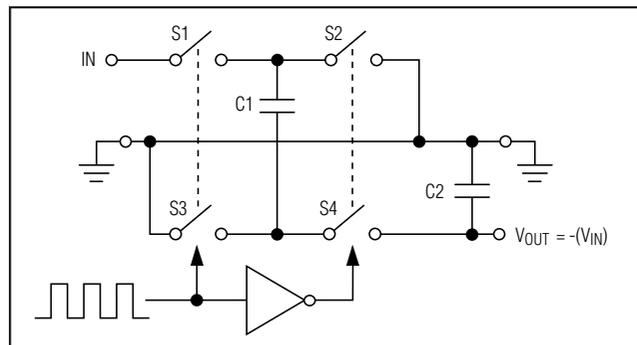


図2. 理想的な電圧インバータ

チャージポンプ出力

MAX1719/MAX1720/MAX1721は、電圧レギュレータではありません。チャージポンプの出力抵抗は室温で約23 ($V_{IN} = +5V$)で、負荷が小さい場合は V_{OUT} が $-5V$ に近づきます。負荷電流が増加すると、 V_{OUT} はGNDの方に落ち込みます。負電源の落ち込み(V_{DROOP-})はOUTから流れる電流(I_{OUT})と負コンバータの出力抵抗(R_O)の積に等しくなります。

$$V_{DROOP-} = I_{OUT} \cdot R_O$$

負出力電圧は次式で与えられます。

$$V_{OUT} = -(V_{IN} - V_{DROOP-})$$

効率の考慮

スイッチトキャパシタ電圧コンバータの電力効率は、コンバータICの内部損失、パワースイッチ内の損失及びポンプコンデンサの抵抗性損失という3つの因子に影響されます。全電力損失は次式で表されます。

$$\Sigma P_{LOSS} = P_{INTERNAL LOSSES} + P_{SWITCH LOSSES} + P_{PUMP CAPACITOR LOSSES}$$

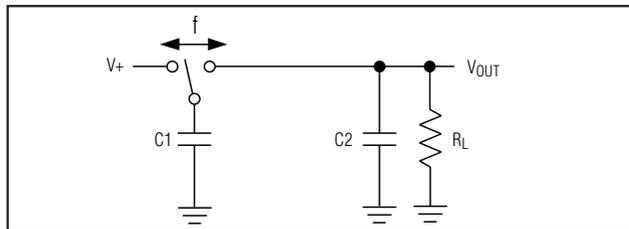


図3a. スイッチトコンデンサモデル

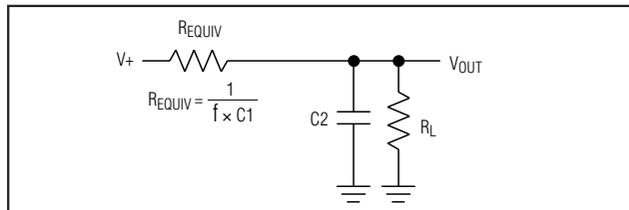


図3b. 等価回路

内部損失はスイッチ、発振器等の駆動を含むICの内部機能に関係しています。これらの損失は入力電圧、温度及び周波数等の動作条件に影響されます。

他の2つの損失は、電圧コンバータ回路の出力抵抗に関係しています。スイッチ損失は、IC内のMOSFETのオン抵抗に起因します。チャージポンプコンデンサ損失は、コンデンサのESRに起因します。これらの損失と出力抵抗の関係は、次式で与えられます。

$$P_{SWITCH LOSSES} + P_{PUMP CAPACITOR LOSSES} = I_{OUT}^2 \cdot R_O$$

$$R_O \cong \frac{1}{(f_{OSC}) \cdot C_1} + 2R_{SWITCHES} + 4ESR_{C1} + ESR_{C2}$$

ここで、 f_{OSC} は発振器周波数です。最初の項は、理想的なスイッチトコンデンサ回路の実効抵抗です。図3a及び図3bを参照してください。

シャットダウンモード

MAX1719/MAX1720/MAX1721は、ロジック制御のシャットダウン入力を持っています。 \overline{SHDN} をローに駆動すると、MAX1720/MAX1721は低電力シャットダウンモードになります。MAX1719のシャットダウン入力は、MAX1720/MAX1721のシャットダウン入力を反転したものになっています。 \overline{SHDN} をハイに駆動すると、MAX1719は低電力シャットダウンモードになります。チャージポンプのスイッチングは止まり、消費電流は1nAに低減し、OUTは4 Ω の抵抗を通じて能動的にグランドに引きつけられます。

シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

MAX1719/MAX1720/MAX1721

アプリケーション情報

コンデンサの選択

出力抵抗を最小限に抑えるため、低ESRコンデンサを使用してください(表1)。チャージポンプの出力抵抗は、C1及びC2のESRの関数です。従って、チャージポンプコンデンサのESRを最小限にすることにより、全出力抵抗を最小限に抑えることができます。表2に出力抵抗最小限に抑えるため、あるいはコンデンササイズを最小限に抑えるための推奨コンデンサ値を示します。

フライングコンデンサ(C1)

フライングコンデンサの値を増やすと、出力抵抗が減少します。ある程度以上にC1の容量を増やしてもほとんど効果はなくなります。これは、出力抵抗が内部スイッチ抵抗及びコンデンサESRに支配されるようになるためです。

出力コンデンサ(C2)

出力コンデンサの値を増やすと、出力リップル電圧が減少します。出力コンデンサのESRを低減すると、出力抵抗とリップルの両方が減少します。負荷が軽く、また出力リップルが大きくても構わない場合は、容量の値を小さくすることができます。ピーク間リップルの計算には次式を使用してください。

$$V_{\text{RIPPLE}} = \frac{I_{\text{OUT}}}{2 \times f_{\text{OSC}} \cdot C2} + 2 \cdot I_{\text{OUT}} \cdot \text{ESR}_{C2}$$

入力バイパスコンデンサ(C3)

入力電源は、それ自体のACインピーダンス及びMAX1719/MAX1720/MAX1721のスイッチングノイズの影響を低減するためにバイパスしてください。C1と同じ値のバイパスコンデンサを推奨します。

表1. 低ESRコンデンサのメーカー

PRODUCTION METHOD	MANUFACTURER	SERIES	PHONE	FAX
Surface-Mount Tantalum	AVX	TPS series	803-946-0690	803-626-3123
	Matsuo	267 series	714-969-2491	714-960-6492
	Sprague	593D, 595D series	603-224-1961	603-224-1430
Surface-Mount Ceramic	AVX	X7R	803-946-0690	803-626-3123
	Matsuo	X7R	714-969-2491	714-960-6492

表2. 出力抵抗又はコンデンササイズを最小限にするためのコンデンサの選択

PART	fosc	CAPACITORS TO MINIMIZE OUTPUT RESISTANCE (Ro = 23Ω, TYP) C1 = C2	CAPACITORS TO MINIMIZE SIZE (Ro = 40Ω, TYP) C1 = C2
MAX1720	12kHz	10μF	3.3μF
MAX1719/MAX1721	125kHz	1μF	0.33μF

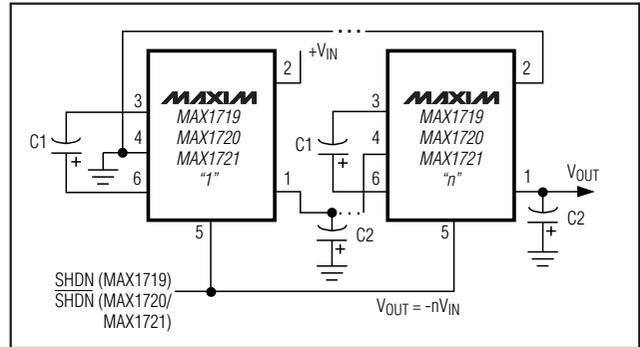


図4. 複数のMAX1719、MAX1720、又はMAX1721をカスケード接続して出力電圧を増加

電圧インバータ

これらのデバイスのもっとも一般的なアプリケーションは、チャージポンプ電圧インバータです(図1)。このアプリケーションにおける外付部品は、コンデンサC1及びC2(必要であればバイパスコンデンサも追加)だけです。推奨されるコンデンサタイプについては、「コンデンサの選択」の項を参照してください。

デバイスのカスケード接続

2つのデバイスをカスケード接続して、大きな負電圧を生成することもできます(図4)。無負荷状態の出力電圧は通常 $-2 \cdot V_{\text{IN}}$ ですが、この値は第1のデバイスの出力抵抗と第2のデバイスの自己消費電流の積の分だけ減少します。2つより多くのデバイスをカスケード接続すると、出力抵抗が著しく増加します。より大きな負電圧を必要とするアプリケーションの場合は、MAX865及びMAX868のデータシートを参照してください。

シャットダウン付、 SOT23スイッチトキャパシタ電圧インバータ

MAX1719/MAX1720/MAX1721

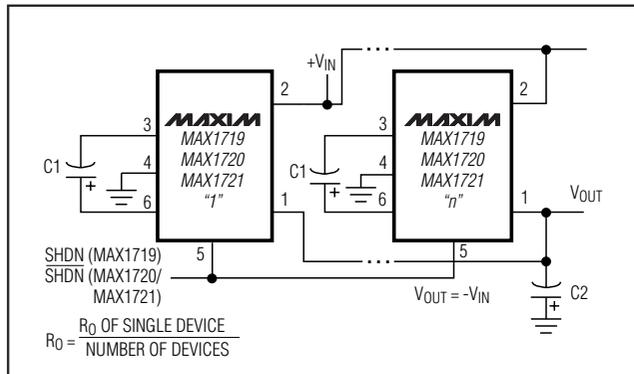


図5. 複数のMAX1719、MAX1720、又はMAX1721を並列接続して出力抵抗を低減

デバイスの並列接続

複数のMAX1719、MAX1720、又はMAX1721を並列に接続すると、出力抵抗が低減します。各デバイスが専用のポンプコンデンサ(C1)を必要としますが、タンクコンデンサ(C2)は全てのデバイスで共用されます(図5)。nを並列接続するデバイスの数とした場合、C2の値をn倍してください。図5に出力抵抗を計算するための式を示します。

複合ダブラ/インバータ

図6の回路において、コンデンサC1とC2はインバータを形成し、C3とC4はダブラを形成します。C1及びC3はポンプコンデンサです。C2とC4はタンクコンデンサです。インバータとダブラの両方がチャージポンプ回路の一部を使用するため、いずれかの出力に負荷がかかると、両方の出力がGNDの方に落ち込みます。2つの出力から流れる電流の合計が25mAを超えないように注意してください。

正電源に重負荷を接続する場合

重負荷時に、高電源がOUTに対する電流ソースとなっている場合、OUTがグランドより高く引き上げられることは許されません。大電流をOUTにシンクするアプ

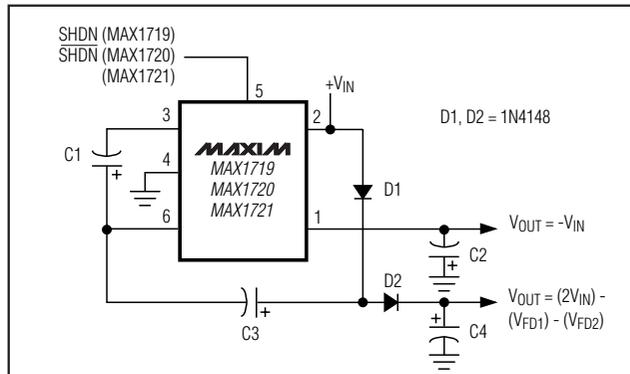


図6. 複合ダブラ/インバータ

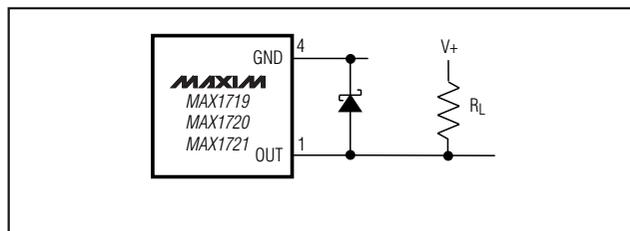


図7. 正電源に重負荷を接続する場合

リケーションにおいては、ショットキーダイオード(1N5817)をGNDとOUTの間に接続する必要があります。このとき、ダイオードのアノードをOUTに接続してください(図7)。

レイアウト及びグランド

良質のレイアウトは、主にノイズ性能にとって重要です。良質のレイアウトを行うには、全ての部品をできるだけ近くにまとめて取り付け、寄生インダクタンス及び容量を最小限に抑えるためにトレースを短くし、グランドプレーンを使用してください。

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 85

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

8 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 1999 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.