

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

概要

MAX797Hは、バッテリー駆動機器のメインCPU電源を提供する、高性能ステップダウンDC-DCコンバータです。電力段の入力定格が40Vであるため、セル数の多いバッテリー及び広範囲のACアダプタと併用できます。このバックコントローラは、同期整流及びマキシム社独自のIdle Mode™制御方式の利用により、効率96%を実現し、重負荷(最大10A)及び無負荷出力時の両方においてバッテリー寿命の延長を可能にしています。優れた動的応答特性により、最新の動的クロックCPUの生成する出力トランジエントを300kHzクロックの5サイクル以内に修正します。ユニークなブートストラップ回路を使用して安価なNチャネルMOSFETを駆動することにより、システムコストを削減すると共に、一部のPMOS/NMOSスイッチに見られるクローバスイッチング電流を排除しています。

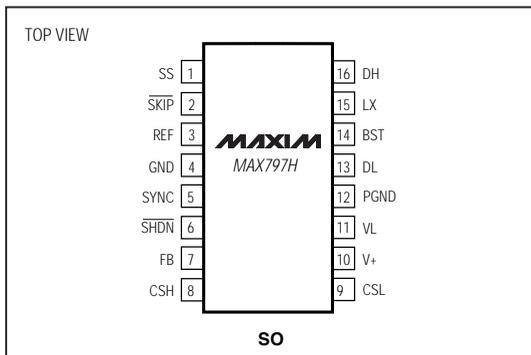
MAX797Hは、ロジック制御の同期可能な固定周波数パルス幅変調(PWM)動作モードを備えています。このモードは、敏感な移動通信及びペン入力アプリケーションにおいてノイズ及びRF干渉を低減します。SKIPオーバライド入力により、軽負荷時にはアイドルモード動作(高効率パルススキッピング)に自動的に切り替わります。SKIPを使用して、全ての負荷条件において強制的に低ノイズ固定周波数モードにすることもできます。MAX797Hは好評のMAX797とピンコンパチブルですが、入力電圧範囲が高くなっています。

MAX797Hは、16ピンナローSOPパッケージで提供されています。

アプリケーション

ノートブック及びサブノートブックコンピュータ
工業用制御

ピン配置



Idle Modeはマキシム社の商標です。

特長

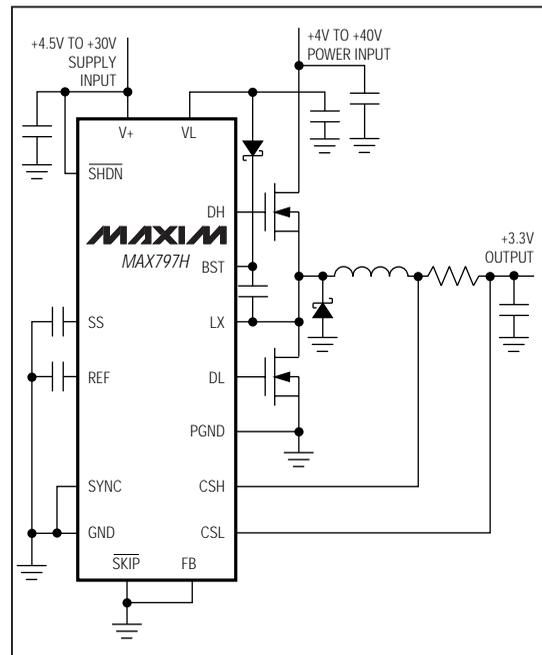
- ◆ 効率：96%
- ◆ 電源入力：最大40V
- ◆ 可変出力：2.5V～6V
- ◆ 固定出力：3.3V又は5V(最大10A)
- ◆ リニアレギュレータ出力：5V
- ◆ 高精度リファレンス出力：2.505V
- ◆ 自動ブートストラップ回路
- ◆ 固定周波数PWM動作：150kHz/300kHz
- ◆ プログラマブルソフトスタート
- ◆ 自己消費電流：375μA($V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$)
- ◆ シャットダウン電流：1μA(typ)

型番

PART†	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX797HESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO

†米国及び各国特許出願中。

標準動作回路



CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

MAX797H

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ to GND	-0.3V to 36V
GND to PGND	±2V
VL to GND	-0.3V to 7V
BST to GND	-0.3V to 46V
DH to LX	-0.3V to (BST + 0.3V)
LX to BST	-7V to 0.3V
SHDN to GND	-0.3V to 36V
SYNC, SS, REF, FB, SKIP, DL to GND	-0.3V to (VL + 0.3V)
CSH, CSL to GND	-0.3V to 7V

VL Short Circuit to GNDMomentary
REF Short Circuit to GNDContinuous
VL Output Current50mA
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
SO (derate 8.70mW/°C above +70°C)696mW
Operating Temperature Range	
MAX797HESE-40°C to +85°C
Storage Temperature Range-65°C to +160°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+ = 15V, GND = PGND = 0V, I_{VL} = I_{REF} = 0A, T_A = 0°C to +85°C, SYNC = 0V, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
+3.3V AND +5V STEP-DOWN CONTROLLERS					
Input Supply Range	V+	4.5		30	V
	High-side MOSFET drain			40	
5V Output Voltage (CSL)	0mV < (CSH - CSL) < 80mV, FB = VL, 6V < power input < 40V, includes line and load regulation (Note 4)	4.85	5.10	5.25	V
3.3V Output Voltage (CSL)	0mV < (CSH - CSL) < 80mV, FB = 0V, 4.5V < power input < 40V, includes line and load regulation (Note 4)	3.20	3.35	3.46	V
Nominal Adjustable Output Voltage Range	External resistor divider	REF		6	V
Feedback Voltage	CSH - CSL = 0V	2.43	2.505	2.57	V
Load Regulation	0mV < (CSH - CSL) < 80mV		2.5		%
	25mV < (CSH - CSL) < 80mV		1.5		
Line Regulation	FB = VL, 6V < power input < 40V (Note 4)		0.04	0.06	%V
	FB = 0V, 4.5V < power input < 40V (Note 4)		0.04	0.06	
Current-Limit Voltage	CSH - CSL, positive	80	100	120	mV
	CSH - CSL, negative	-50	-100	-160	
SS Source Current		2.5	4.0	6.5	µA
SS Fault Sink Current		2.0			mA
INTERNAL REGULATOR AND REFERENCE					
VL Output Voltage	SHDN = 2V, 0mA < I _{VL} < 25mA, 5.5V < V+ < 30V	4.7		5.3	V
VL Fault Lockout Voltage	Rising edge, hysteresis = 15mV	3.8		4.1	V
VL/CSL Switchover Voltage	Rising edge, hysteresis = 25mV	4.2		4.7	V

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

MAX797H

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V+ = 15V, GND = PGND = 0V, I_{VL} = I_{REF} = 0A, T_A = 0°C to +85°C, SYNC = 0V, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Reference Output Voltage	No external load (Note 1)	2.45	2.505	2.55	V
Reference Fault Lockout Voltage	Falling edge	1.8		2.3	V
Reference Load Regulation	0μA < I _{REF} < 100μA			50	mV
CSL Shutdown Leakage Current	$\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$, CSL = 6V, V+ = 0V or 30V, VL = 0V		0.1	1	μA
V+ Shutdown Current	$\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$, V+ = 30V, CSL = 0V or 6V		1	5	μA
V+ Off-State Leakage Current	FB = CSH = CSL = 6V, VL switched over to CSL		1	5	μA
Dropout Power Consumption	V+ = 4V, CSL = 0V (Note 2)		4	8	mW
Quiescent Power Consumption	CSH = CSL = 6V		4.8	6.6	mW
OSCILLATOR AND INPUTS/OUTPUTS					
Oscillator Frequency	SYNC = REF	270	300	330	kHz
	SYNC = 0V or 5V	125	150	175	
SYNC High Pulse Width		200			ns
SYNC Low Pulse Width		200			ns
SYNC Rise/Fall Time	Guaranteed by design			200	ns
Oscillator Sync Range		190		340	kHz
Maximum Duty Factor	SYNC = REF	89	91		%
	SYNC = 0V or 5V	93	96		
Input High Voltage	SYNC	VL - 0.5			V
	$\overline{\text{SHDN}}$, $\overline{\text{SKIP}}$	2.0			
Input Low Voltage	SYNC			0.8	V
	$\overline{\text{SHDN}}$, $\overline{\text{SKIP}}$			0.5	
Input Current	$\overline{\text{SHDN}}$, 0V or 30V			2.0	μA
	SYNC, $\overline{\text{SKIP}}$			1.0	
	CSH, CSL, CSH = CSL = 4V, device not shut down			50	
	FB, FB = REF			±100	
DL Sink/Source Current	DL forced to 2V		1		A
DH Sink/Source Current	DH forced to 2V, BST - LX = 4.5V		1		A
DL On-Resistance	High or low			7	Ω
DH On-Resistance	High or low, BST - LX = 4.5V			7	Ω

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

MAX797H

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V+ = 15V, GND = PGND = 0V, I_{VL} = I_{REF} = 0A, T_A = -40 to +85°C, SYNC = 0V, unless otherwise noted.) (Note.3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
+3.3V and +5V STEP-DOWN CONTROLLERS					
Input Supply Range	V+	5.0		30	V
	High-side MOSFET drain			40	
5V Output Voltage (CSL)	0mV < (CSH - CSL) < 80mV, FB = VL, 6V < power input < 40V, includes line and load regulation (Note 4)	4.70	5.10	5.40	V
3.3V Output Voltage (CSL)	0mV < (CSH - CSL) < 80mV, FB = 0V, 4.5V < power input < 40V, includes line and load regulation (Note 4)	3.10	3.35	3.56	V
Nominal Adjustable Output Voltage Range	External resistor divider	REF		6.0	V
Feedback Voltage	CSH - CSL = 0V	2.40		2.60	V
Line Regulation	FB = VL, 6V < power input < 40V (Note 4)		0.04	0.06	%V
	FB = 0V, 4.5V < power input < 40V (Note 4)		0.04	0.06	
Current-Limit Voltage	CSH - CSL, positive	70		130	mV
	CSH - CSL, negative	-40	-100	-160	
INTERNAL REGULATOR AND REFERENCE					
VL Output Voltage	$\overline{\text{SHDN}} = 2V, 0mA < I_{VL} < 25mA, 5.5V < V+ < 30V$	4.7		5.3	V
VL Fault Lockout Voltage	Rising edge, hysteresis = 15mV	3.75		4.15	V
VL/CSL Switchover Voltage	Rising edge, hysteresis = 25mV	4.2		4.7	V
Reference Output Voltage	No external load (Note 1)	2.43	2.505	2.57	V
Reference Load Regulation	0μA < I _{REF} < 100μA			50	mV
V+ Shutdown Current	$\overline{\text{SHDN}} = 0V, V+ = 30V, \text{CSL} = 0V \text{ or } 6V$		1	10	μA
V+ Off-State Leakage Current	FB = CSH = CSL = 6V, VL switched over to CSL		1	10	μA
Quiescent Power Consumption	CSH = CSL = 6V		4.8	8.4	mW
OSCILLATOR AND INPUTS/OUTPUTS					
Oscillator Frequency	SYNC = REF	250	300	350	kHz
	SYNC = 0V or 5V	120	150	180	
SYNC High Pulse Width		250			ns
SYNC Low Pulse Width		250			ns
Oscillator Sync Range		210		320	kHz
Maximum Duty Factor	SYNC = REF	89	91		%
	SYNC = 0V or 5V	93	96		
DL On-Resistance	High or low			7	Ω
DH On-Resistance	High or low, BST - LX = 4.5V			7	Ω

Note 1: Since the reference uses VL as its supply, V+ line-regulation error is insignificant.

Note 2: At very low input voltages, quiescent supply current can increase due to excess PNP base current in the VL linear regulator. This occurs only if V+ falls below the preset VL regulation point (5V nominal).

Note 3: All -40°C to +85°C specifications are guaranteed by design.

Note 4: The power input is the high-side MOSFET drain.

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

MAX797H

端子説明

端子	名称	機能
1	SS	ソフトスタートタイミングコンデンサの接続。フル電流リミットまでのランブ時間は、約1ms/nFです。
2	SKIP	ハイの時、パルススキッピングがディセーブルされます。通常動作の場合は、SKIPをGNDに接続してください。無接続状態にはしないでください。SKIPが接地されていると、素子は負荷電流が最大値の約30%を超えた時に、自動的にパルススキッピング動作から完全PWM動作に切り替わります。
3	REF	リファレンス電圧出力。0.33μF(min)でGNDにバイパスしてください。
4	GND	低ノイズアナロググランド及びフィードバックリファレンスポイント
5	SYNC	発振器の同期及び周波数選択。GND又はVLに接続すると150kHz動作、REFに接続すると300kHz動作になります。ハイからローへの遷移で新しいサイクルが開始されます。SYNCは、0V ~ 5Vのロジックレベルで駆動してください(V _{IH} とV _{IL} の仕様については「電気的特性」を参照)。SYNC範囲は、190kHz ~ 340kHzです。
6	SHDN	シャットダウン制御入力(アクティブロー)。ロジックスレッシュホールドは、約1V(内部NチャンネルMOSFETのV _{TH})に設定されています。SKIPをV+に接続すると、自動起動になります。
7	FB	フィードバック入力。可変モードではFB = REF(2.50 5V)で調節します。FBはDual Mode™入力であるため、下記のとおり固定出力電圧の選択にも使用されます。 <ul style="list-style-type: none"> • GNDに接続すると3.3V動作になります。 • VLに接続すると5V動作になります。 • 抵抗分圧器に接続すると可変モードになります。FBを5V レイルトゥレイル®ロジックで駆動することにより、出力電圧をシステム制御にすることができます。
8	CSH	電流検出入力(ハイサイド)。電流リミットレベルはCSLを基準として100mVです。
9	CSL	電流検出入力(ローサイド)。CSLは固定出力モードにおけるフィードバック入力の役割も果たします。
10	V+	バッテリー電圧入力(4.5V ~ 30V)。V+は、0.1μFコンデンサを使用してICの近くでPGNDにバイパスしてください。VLを駆動しているリニアレギュレータに接続されています。
11	VL	5V内部リニアレギュレータ出力。VLはチップの電源電圧でもあります。自動ブートストラップの時は、VLがCSL(V _{CSL} > 4.5V)を通じて出力電圧に接続されるように切り替わります。4.7μFでGNDにバイパスしてください。VLは、最大5mAの電流を外部負荷に供給できます。
12	PGND	電源グランド
13	DL	ローサイドゲート駆動出力。通常は同期整流器MOSFETを駆動します。0V ~ VLの間でスイングします。
14	BST	ハイサイドゲート駆動用のブーストコンデンサの接続部(0.1μF)。
15	LX	スイッチングノード(インダクタ)の接続。グランドより2V低くスイング可能です。
16	DH	ハイサイドゲート駆動出力。通常はメインバックスイッチを駆動します。DHはLX ~ BSTの間でスイングするフローティングドライバ出力であり、LXスイッチングノード電圧に重畳されています。

Dual Modeはマキシム社の商標です。

レイルトゥレイルは日本モトローラ社の登録商標です。

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

詳細

MAX797Hは、機能的にMAX797と同じになっています。唯一の違いはBSTピンの絶対最大定格であり、MAX797Hの定格は46V、MAX797の定格は36Vとなっています。MAX797Hは定格が高いため、最大40Vの電源入力を使用できます。但し、その場合のV+ピンは4.5V~30Vの別電源で駆動する必要があります。

MAX797Hのための回路設計及び部品選択は、MAX797の場合と同一です(このため、その詳細はこのデータシートには記載されていません)。設計式及びアプリケーション情報については、MAX796/MAX797/MAX799データシートを参照してください。このデータシートの「アプリケーション情報」の項では、電源入力が30Vを超える場合に最大30VのV+電源入力を供給する方法について説明します。

アプリケーション情報

V+ピンの駆動

4.5V~30Vのシステム電源が使用できる場合は、V+を直接駆動できます(「標準動作回路」を参照)。内部ブロックの殆どはVLで駆動されており、VLは入力としてV+を使用しています。V+に流れる電流は僅かですが、この電流は使用される外部MOSFETのタイプとスイッチング周波数に強く依存します。

$$I_{GATE} = Q_g \times f_{SW}$$

ここで、 Q_g はハイ及びローサイドのMOSFETの全ゲートチャージの和、 f_{SW} はスイッチング周波数です。さらに、CSLにおける回路出力電圧がVL/CSLを超えると、MAX797Hは自らをブートストラップします(VLをCSLに接続してリニアレギュレータをターンオフすることにより、ICを回路出力で駆動します)。V+電流は約1 μ Aに低減します。

5V安定化電源が利用できる場合は、V+及びVLをその電源に接続して駆動できます(図1)。このモードの場合、VLレギュレータはバイパスされます。CSLの出力電圧がVL/CSL切換え電圧を超える可能性がある場合は、この方法を使用しないでください。

5V安定化電源が利用できない場合は、十分な入力電圧範囲を備えたりニアレギュレータで電源を供給できます(図2)。この方法は非常に広い入力電圧範囲が可能であるため、回路を幾つかの異なる電源で動作させなければならない場合に有用です。このリニアレギュレータの欠点は、フィードバック分圧器の抵抗(R1及びR2)が消費する電流に加えて、自己消費電流が大きいことが挙げられます。

殆どのアプリケーションでは、図2の回路よりも

MAX797Hの内部リニアレギュレータを利用した回路が好適です。V+の電源は、V+入力電圧範囲の+4.5V~+30Vの範囲に入ってさえいれば、安定化電源である必要はありません。図3ではQ1を使用して約4/3で割ることにより、40V(max)の入力を30Vに落としています。この方法の場合は、図2の方法よりも最小入力電圧がやや高くなりますが、リニアレギュレータに比べて自己消費電流が大幅に小さくなります。自己消費電流を最小限に抑える必要がある場合は、Q1をNチャンネルMOSFETで置き換えると、分圧器の抵抗値を増やすことができます。

V+をツェナーダイオードで駆動するには様々な方法があります。最も簡単な方法としては、標準的なシャントレギュレータを使用して4.5V~30Vの安定化電圧を供給する方法があります(図4)。最小電源入力電圧から必要な最大V+電流が得られるように抵抗R1を選ぶ必要があります。電源入力電圧の変動が大きいと、電源入力電圧が最も高い時には必要以上に大きな入力電流が流れます。自己消費電流を低減する1つの方法は、ツェナーダイオードをドロップダイオードとして使用することによりV+を30V以下に留めることです。このようにすると電源入力電圧の最小範囲が大幅に制限されますが、殆どの高電圧アプリケーションでは問題になりません。MAX797Hをシャットダウンしたり、自らの出力電圧でブートストラップする可能性がある時は、R1を付加することによって電流を流し、ツェナーダイオードの両端に十分な順方向電圧降下を確保する必要があります。

V_{OUT}/V_{IN} 比が小さい場合の デューティファクタの制限

MAX797Hの出力電圧は最低2.5V(min)まで調節できます。しかし、入力電圧が高く出力電圧が低いと、スイッチング周波数が高い場合に周波数が不安定になることがあります。最小デューティファクタはエラーコンパレータ、内部ロジック、ゲートドライバ及び外部MOSFETによる遅延で決まります。この遅延は通常425nsです。スイッチング周期が3.33 μ s(300kHz)の場合、最小デューティファクタは0.425 μ s/3.33 μ s = 0.13となります。 V_{OUT}/V_{IN} がこの値よりも小さくてもICは正しく出力電圧の安定化を行います。周期を延長して300kHzの代わりに150kHzでスイッチングすることがあります。また、これら2つの周波数で交互に動作する場合もあります。例えば、 V_{IN} が40Vの場合、最小デューティファクタよりも小さい値を必要としない最低の V_{OUT} は40V x 0.13 = 5.2Vです。出力電圧がこれより低い場合は、スイッチング周波数として150kHzを選択してください(SYNCをVL又はGNDに接続してください)。

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

MAX797H

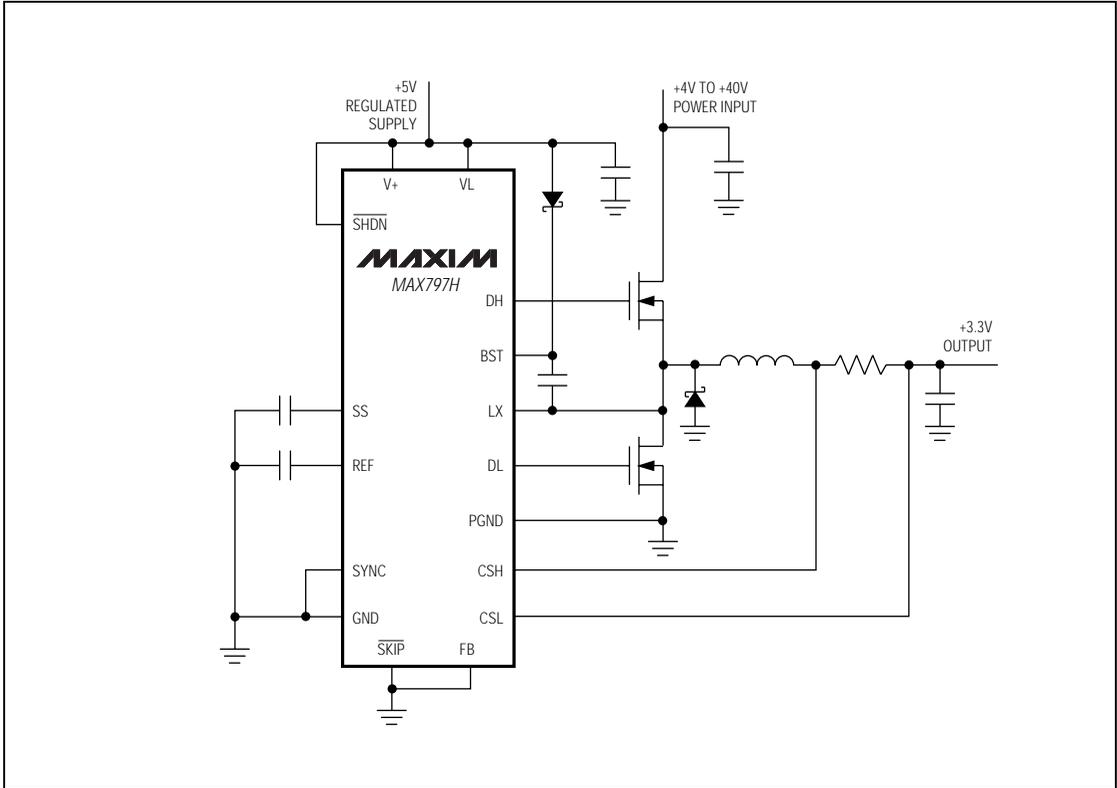


図1. 安定化+5V電源からV+及びVLを駆動

同様に、150kHzにおける最小デューティファクタは、 $0.425\mu\text{s}/6.67\mu\text{s} = 0.064$ です。このことは、入力電圧が最大で出力が最小の時以外は、デューティファクタが問題にならないことを意味します。例えば、 V_{IN} が40Vの時、最小デューティファクタよりも小さい値を必要としない最低の V_{OUT} は $40\text{V} \times 0.064 = 2.56\text{V}$ で

す。 V_{OUT}/V_{IN} がこの値よりも小さくてもICは正しく出力電圧の安定化を行います。周期を延長して150kHzの代わりに75kHzでスイッチングすることがあります。また、これら2つの周波数で交互に動作する場合があります。

CPU電源用の同期整流器付 高電圧ステップダウンコントローラ

MAX797H

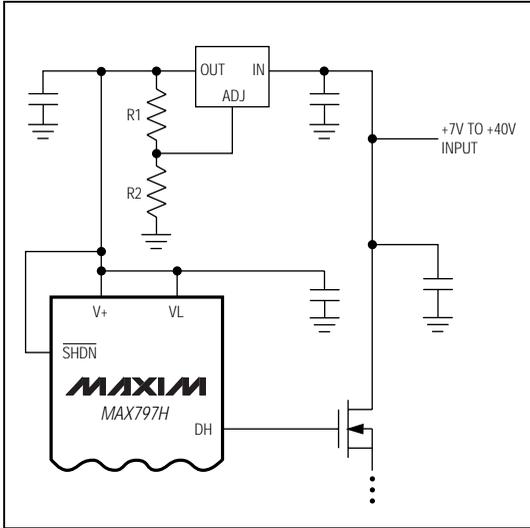


図2. +5VリニアレギュレータでV+及びVLを駆動

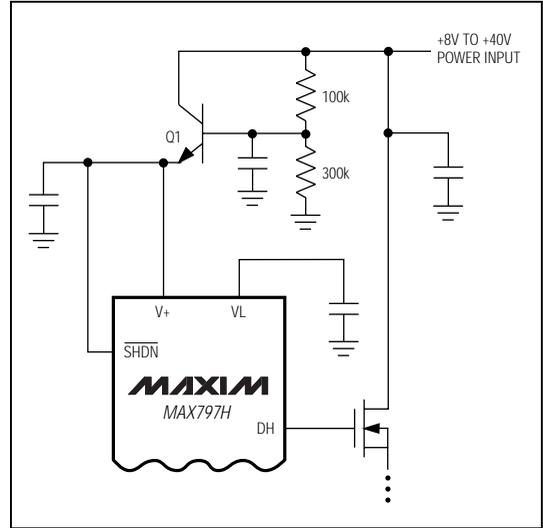


図3. 電源入力を分圧してV+に供給

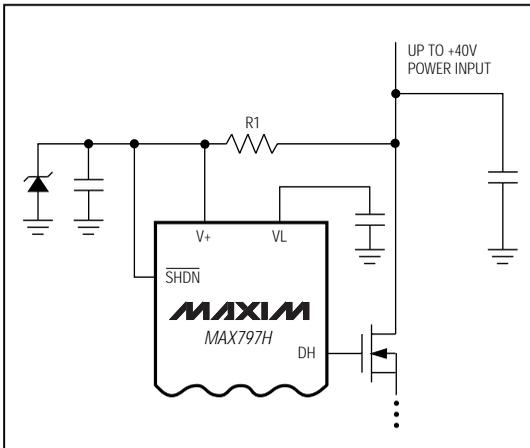


図4. ツェナーシャントレギュレータを通じてV+を駆動

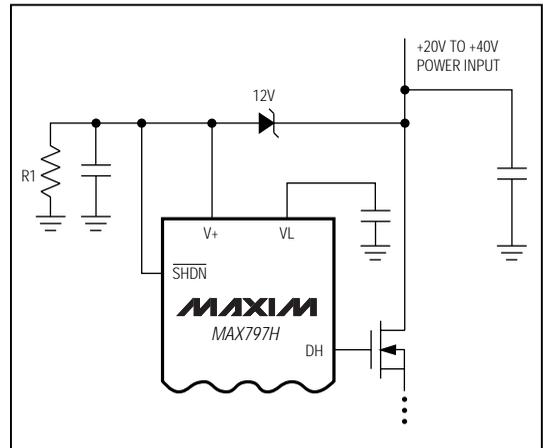


図5. ツェナードロップダイオードでV+を駆動

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 913

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(ホリソン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

© 1997 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.