

MAXIM

+5V/可変型 ロードロップアウト 電圧レギュレータ

MAX667

概要

MAX667は、低ドロップアウトの正リニア・レギュレータで、最大250mAの出力電流を供給します。無負荷時の標準自己消費電流は20 μ Aです。出力電流200mAでは、入力/出力間の標準ドロップアウトは150mVです。早期警報としての電源異常を知らせる低電圧検出機能、およびさし迫った出力電圧のレギュレーション異常を知らせる低ドロップアウト検出機能なども特徴です。シャットダウン制御により出力がディセーブルされ、回路は低自己消費電流モードになります。

MAX667は“Dual Mode™”動作を採用しています。一方のモードは内部トリミングされたフィードバック抵抗を使って+5Vを出力します。もう一方のモードでは、2本の外付抵抗を接続して+1.3Vから16Vを出力します。

MAX667は、入力電圧が+3.5V以上の殆どのアプリケーションではMAX666の改良ピンコンパチ品として使用できます。MAX667は、出力電流を高くしたい場合やドロップアウト電圧を低くしたい場合、また高温での性能を改善したい場合などに適しています。

アプリケーション

バッテリー駆動製品
ポケットベルおよび無線制御装置
ポータブル・インストルメンツ
太陽電池駆動インストルメンツ

特長

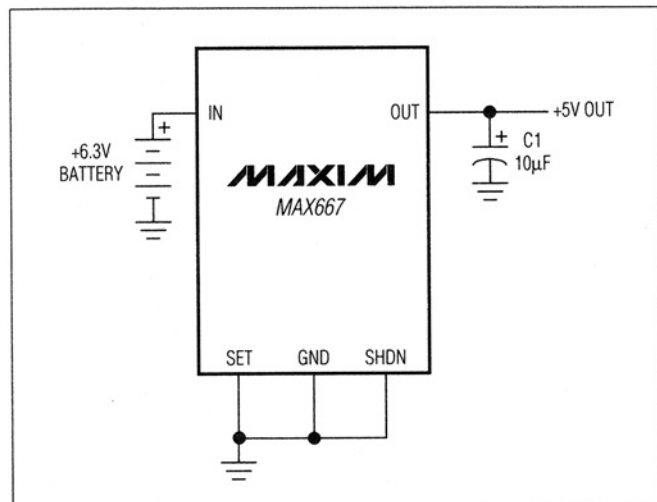
- ◆200mAで最大350mVのドロップアウト
- ◆250mA出力電流
- ◆通常動作：20 μ A Typ 自己消費電流
シャットダウンモード：0.2 μ A Typ 自己消費電流
- ◆低電池電圧検出機能
- ◆固定+5V (最低部品点数) またはプログラマブル出力
- ◆+3.5V~+16.5V入力
- ◆ドロップアウト検出出力
- ◆10 μ F出力コンデンサ

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX667CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX667CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX667C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX667EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX667ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX667MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

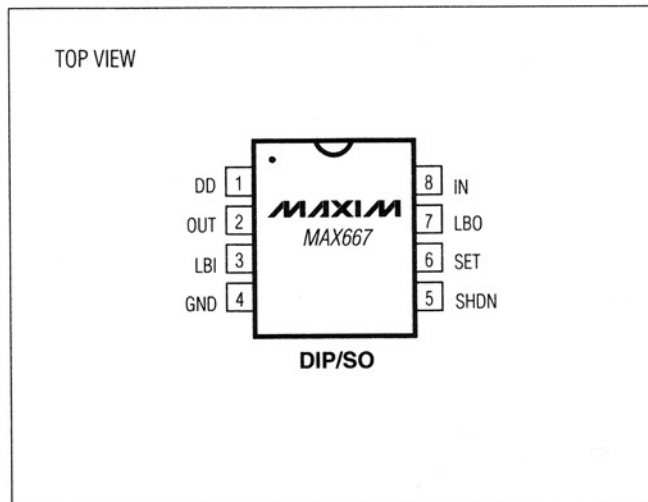
* Contact factory for dice specifications.

標準動作回路



™Dual ModeはMaxim Integrated Productsの商標です。

ピン配置



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。http://japan.maxim-ic.com

+5V/可変型 ロードロップアウト 電圧レギュレータ

MAX667

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Input Supply Voltage+18V
Output Short Circuited to Ground.....1sec
LBO Output Sink Current50mA
LBO Output VoltageGND to V_{OUT}
SHDN Input Voltage-0.3V to (V_{IN} + 0.3V)
Input Voltages LBI, SET.....-0.3V to (V_{IN} - 1.0V)
Continuous Power Dissipation
Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C)727mW

SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....471mW
CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....640mW
Operating Temperature Ranges
MAX667C_A.....0°C to +70°C
MAX667E_A.....-40°C to +85°C
MAX667MJA.....-55°C to +125°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

(GND = 0V, V_{IN} = +9V, V_{OUT} = +5V, C1 = 10μF, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	T _A = +25°C			T _A = T _{MIN} to T _{MAX}			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Voltage	V _{IN}					3.5		16.5	V
Output Voltage	V _{OUT}	V _{SET} = 0V, V _{IN} = 6V, I _{OUT} = 10mA, T _A = -40°C to +85°C		5		4.8		5.2	V
		V _{SET} = 0V, V _{IN} = 6V, I _{OUT} = 10mA, T _A = -55°C to +125°C		5		4.75		5.25	
Maximum Output Current	I _{OUT}	V _{IN} = 6V, 4.5V < V _{OUT} < 5.5V	250			250			mA
Quiescent Current	I _Q	V _{SHDN} = 2V		0.2	1			2	μA
		V _{SHDN} = 0V, I _{OUT} = 0μA		20	25			35	
		V _{SHDN} = 0V, I _{OUT} = 100μA		20	30			50	mA
		V _{SHDN} = 0V, I _{OUT} = 200mA		5	15			20	
Dropout Voltage (Note1)		I _{OUT} = 100μA		5	60			75	mV
		I _{OUT} = 200mA		150	250			350	
Load Regulation		I _{OUT} = 10mA to 200mA		50	100			250	mV
Line Regulation		V _{IN} = 6V to 10V, I _{OUT} = 10mA		5	10			15	mV
SET Reference Voltage	V _{SET}			1.225		1.20		1.25	V
SET Input Leakage Current	I _{SET}	V _{SET} = 1.5V		0.01	±10			±1000	nA
Output Leakage Current	I _{OUT}	V _{SHDN} = 2V		0.1				1	μA
Short-Circuit Current	I _{OUT}	(Note 2)			400			450	mA
Low-Battery Detector Reference Voltage	V _{LBI}			1.225		1.195		1.255	V
Low-Battery Detector Input Leakage Current	I _{LBI}	V _{LBI} = 1.5V		0.01	±10			±1000	nA
Low-Battery Detector Output Voltage	V _{LBO}	V _{IN} = 9V, V _{LBI} = 2V, I _{LBO} = 10mA			0.25			0.4	V
SHDN Threshold	V _{SHDN}	V _{IH}	1.5			1.5			V
		V _{IL}			0.3			0.3	
SHDN Leakage Current	I _{SHDN}	V _{SHDN} = 0V to V _{IN}		0.01	±10			±1000	nA
Dropout Detector Output Voltage	V _{DD}	V _{SET} = 0V, V _{SHDN} = 0V, R _{DD} = 100kΩ, I _{OUT} = 10mA, V _{IN} = 7V						0.25	V
		V _{IN} = 4.5V				3.5			

Note 1: Dropout Voltage is V_{IN}-V_{OUT} when V_{OUT} falls to 0.1V below its value at V_{IN} = V_{OUT} + 2V.

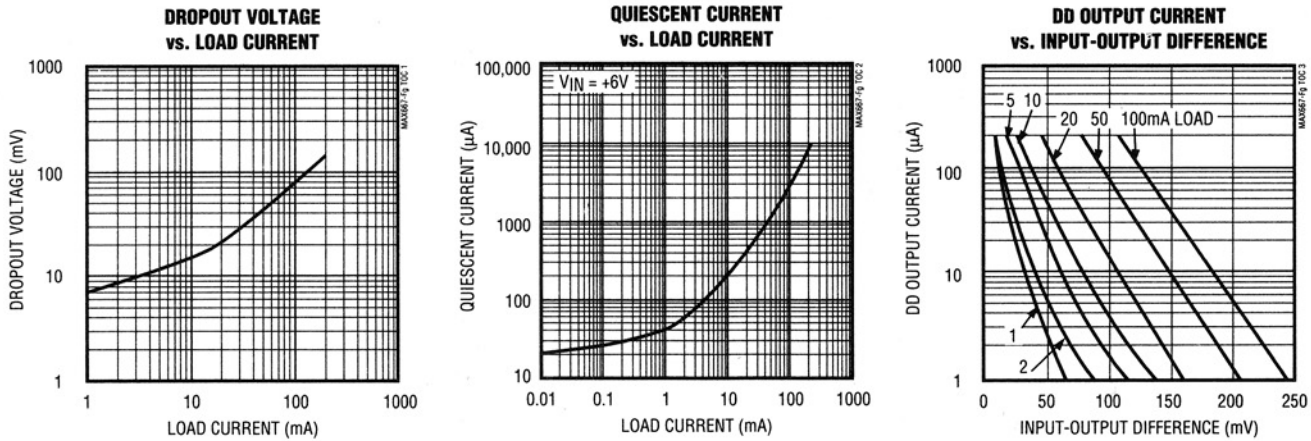
Note 2: Short-Circuit Current is pulse tested to maintain junction temperature. Short-circuit duration is limited by package dissipation.

+5V/可変型 ロードロップアウト 電圧レギュータ

MAX667

標準動作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子	名称	機能
1	DD	ドロップアウト検出器出力。PNPパン・トランジスタのコレクタ。通常はオープン回路で、ドロップアウトに達すると電流をソースします。
2	OUT	安定化出力電圧。SHDNが1.5V以上になるとOUTは0Vに低下します。SETが50mV以上の時、SETによって出力電圧が決まります。それ以外の場合は5Vです。OUTは出力フィルタ・コンデンサに接続して下さい。
3	LBI	低電圧検出器。 LBO端子に出力された内部1.22V CMOSコンパレータへの入力。
4	GND	グランド。
5	SHDN	シャットダウン入力。通常動作モード(出力はアクティブ)ではGNDに接続します。1.5V以上にプルアップすることで、OUT、LBOおよびDDをディセーブルし、自己消費電流を1 μ A以下に低下します。
6	SET	(出力)電圧設定。CMOS入力。5V固定出力ではGNDに接続します。プログラマブル出力ではOUTでの外部抵抗分圧器に接続します。
7	LBO	低電池電圧検出器出力。LBIが1.22V以下の時、電流をGNDに流すオープン・ドレインNチャネル・トランジスタ。
8	IN	正の入力電圧(非安定)。

詳細

図1に示すように、MAX667は、極めてマイクロパワーのバンドギャップ電圧基準器、エラー・アンプ、PNPパス・トランジスタ、それに2個のコンパレータを主要部分として構成されています。コンパレータC1は固定5Vまたは外部の電圧分圧器によるプログラマブル出力の選択を行います。もうひとつのコンパレータC2は低電池電圧検出器です。

バンドギャップ電圧基準器は1.22Vにトリミングされており、エラー・アンプA1の一方の入力に接続されています。レギュレータ出力からのフィードバック信号は、内部電圧分圧器または外付けの抵抗分圧器からのA1のもう一方の入力に与えられます。SETをグランドしている場合には、5V固定出力モードとして、内部の分圧抵抗からエラー・アンプへのフィードバック信号が与えられます。SETがグランド・レベルより50mV以上では、エラー・アンプへの入力に直接SETに切り換わり、OUTでの外付け抵抗分圧器により出力電圧を設定できます。

コンパレータC2は、内部の電圧基準器としてLBI入力を比較します。LBOはオープン・ドレインのFETでGNDに接続されています。低電池電圧検出器のスレッショルド値は、LBI入力の抵抗分圧器によって設定できます。さらに、MAX667ではシャットダウン入力端子(SHDN)をハイにすることで、負荷と素子をディセーブルして自己消費電流を下げるができます。

+5V出力

図2に+5V固定出力の接続図を示します。SET入力をグランドに接続するのみで、外付け抵抗は必要ありません。図3はプログラマブル出力モードの回路例を示しています。

+5V/可変型 ロードロップアウト 電圧レギュータ

MAX667

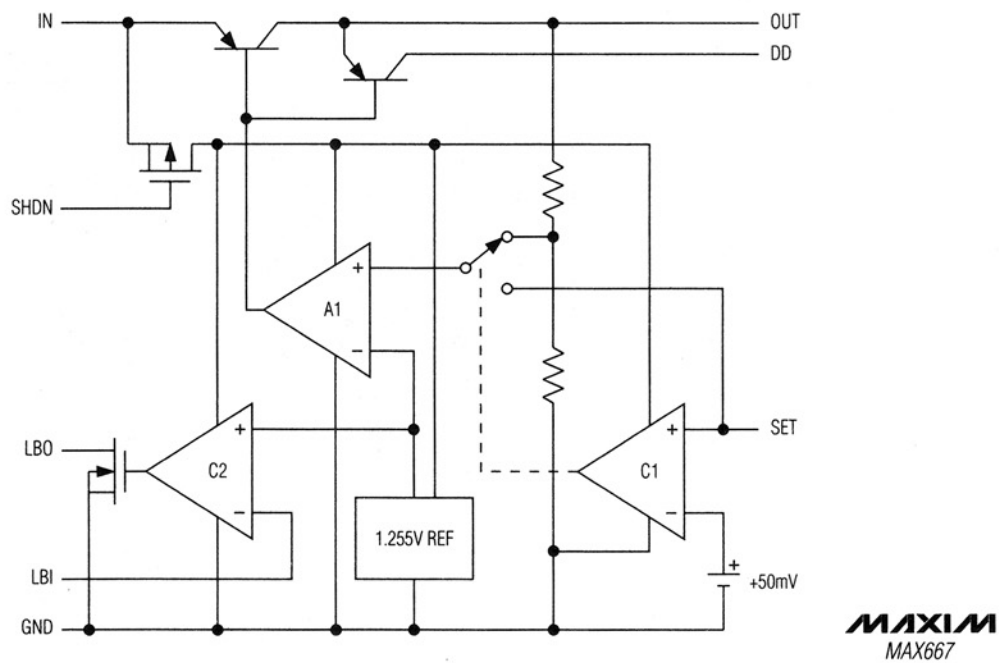


図1. MAX667 ブロックダイアグラム

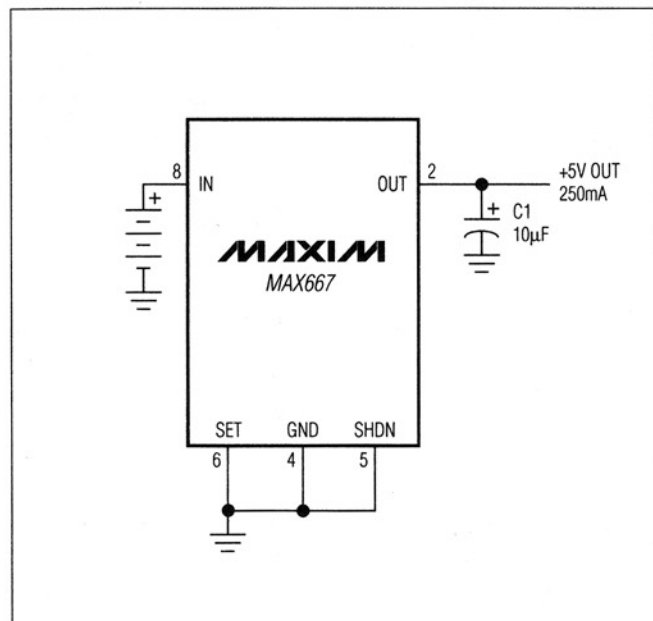


図2. +5V固定出力

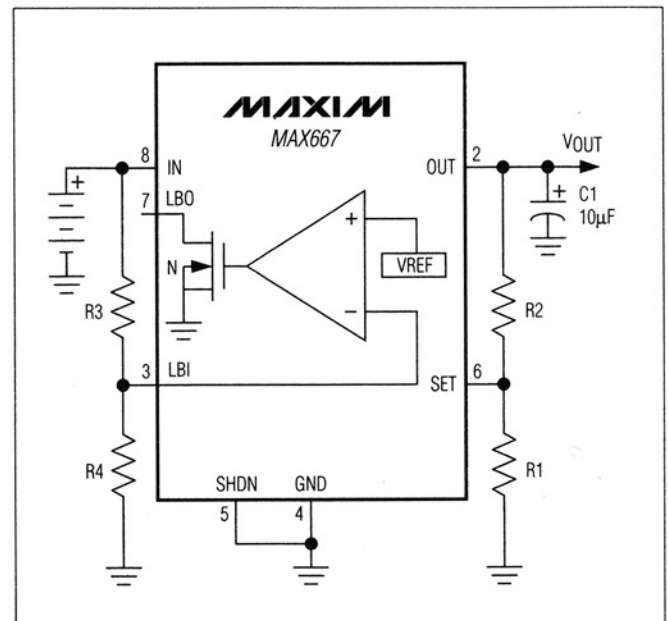


図3. プログラム出力および低電池電圧検出

R1とR2で出力電圧を設定します。シャットダウン機能を使用しないときは、SHDNをグラウンドしてください。

出力電圧の設定

SETを抵抗分圧器に接続する場合(図3)、出力電圧は次式で求められます。

$$V_{OUT} = V_{SET} \times (R1 + R2) / R1$$

ここで $V_{SET} = 1.22V$

抵抗値を簡単に求めるには：

$$R2 = R1 \times (V_{OUT} / V_{SET} - 1)$$

SETの入力バイアス電流は最大でも10nAと小さいため、R1とR2に用いる抵抗値はかなり大きくても精度がそこなわれません。R1の値として、一般的に1MΩを使用します。 V_{SET} のバラツキは±25mV以内です。したがって、ほとんどの場合トリマを用いることなく、固定抵抗のみで出力電圧をプリセットできます。ただし、1MΩより大きい抵抗値を使用するときには、プリント基板のリークによってSET入力に誤差が生じないように十分注意してください。

シャットダウン (スタンバイ) モード

SHDNは素子をスタンバイモードにして、消費電力を節約します。この端子をローに設定すると、ICは通常動作モードで動作します。1.5V以上になると、素子はシャットダウンします。その場合、MAX667の自己消費電流は1μA以下に低下し、OUTがオフになります。

SHDNの電圧が V_{IN} より0.3V以上高くないように注意してください。

低電池電圧検出機能

MAX667には、低電池電圧検出回路が内蔵されています。LBIの電圧がレギュレータの内部電圧基準器(1.22V)以下になると、LBO、このオープン・ドレイン出力はGNDに電流をシンクします。LBIに抵抗分圧器をつけて、そのスレッシュホールド・レベルを基準電圧以上の任意の値に設定できます。スレッシュホールド値は次の式で求めることができます。

$$R3 = R4 \times (V_{BATT} / V_{LBI} - 1)$$

ここで、 V_{BATT} は低電圧を検出したいスレッシュホールド値、R3およびR4はLBIの分圧抵抗値です。

LBIの入力電流は10nA以下のため、負荷を最小にするためR3とR4には大きな抵抗値が使えます。例えば、 V_{OUT} が5Vとして、低電池スレッシュホールドを5.5Vに設定するには、R3を8.2MΩ、R4を2.4MΩにします。1MΩより大きい抵

抗値を使用するときには、プリント基板のリークによってLBI入力に誤差が生じないように十分注意してください。

LBIの電圧が内部スレッシュホールド以下のとき、LBOはGNDに電流をシンクします。CMOS回路を駆動する場合には、10kΩ以上のプルアップ抵抗をOUTに接続してこの端子で使うことができます。LBOに接続されているプルアップ抵抗を V_{OUT} より高い電圧源に接続しないでください。LBIがスレッシュホールドより大きい場合やMAX667がSHDNモードになっている場合、LBO出力はオフになります。

ドロップアウト検出機能

入力出力間の最小電位差、あるいはドロップアウト電圧により、レギュレータの使用可能な最低入力電圧が決まります。電池駆動システムでは、電池の終止電圧がこれで決まります。MAX667は非常に低いドロップアウト電圧(電気特性)を特徴としています。また、MAX667にはドロップアウト検出器出力DDがあり、ドロップアウト電圧が限界に達するにつれてその値が変化します。DDはPNPトランジスタのオープン・コレクタです。ドロップアウト電圧とドロップアウト検出器はどちらも出力電流と温度に依存します。入力電圧が出力電圧より300mV以上高くなると、ドロップアウト検出は行われません。電位差が300mV以下に低下すると、DDソース電流は突然増加します。この電流によってレギュレーションが失われるという警告を知らせます。

DDから抵抗(通常100kΩ)をグラウンドに接続することで電圧が発生し、アナログ回路で監視したり、コンパレータでデジタル・レベルに変換したりすることができます。この目的にはLBIを使用することができます。

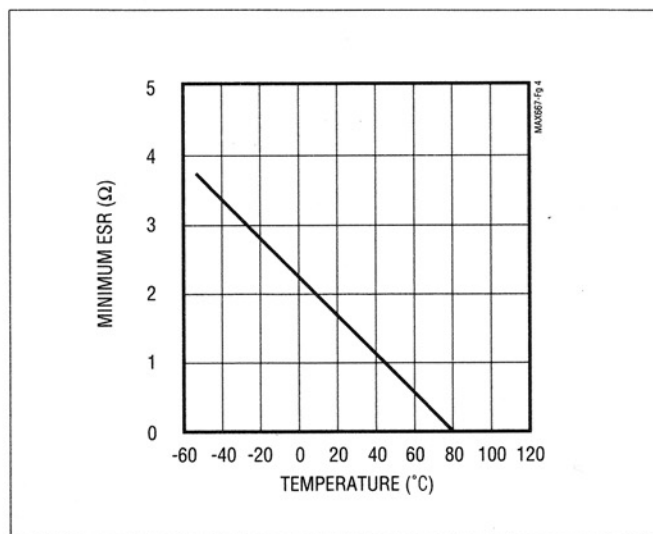


図4. 必要な出力コンデンサの最低ESR 対 温度

+5V/可変型 ロードロップアウト 電圧レギュレータ

MAX667

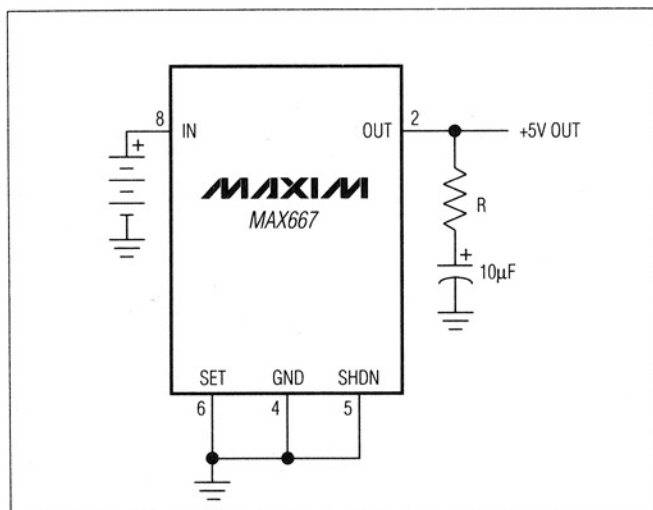


図5. 抵抗Rを用いて安定性を保証する別方法

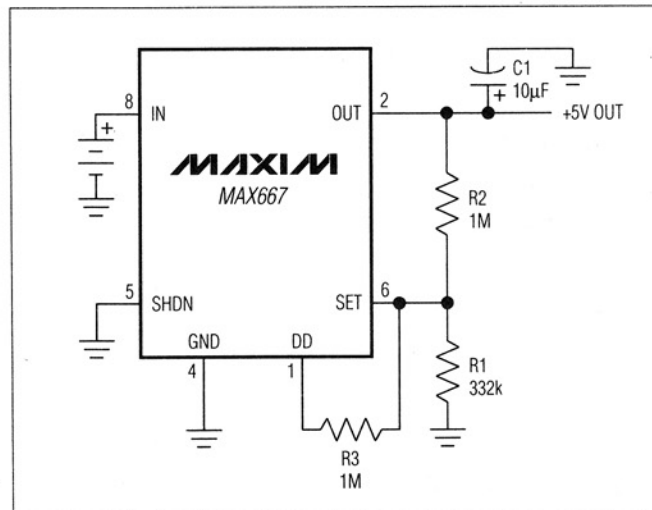


図7. ドロップアウト近辺での自己消費電流の低減

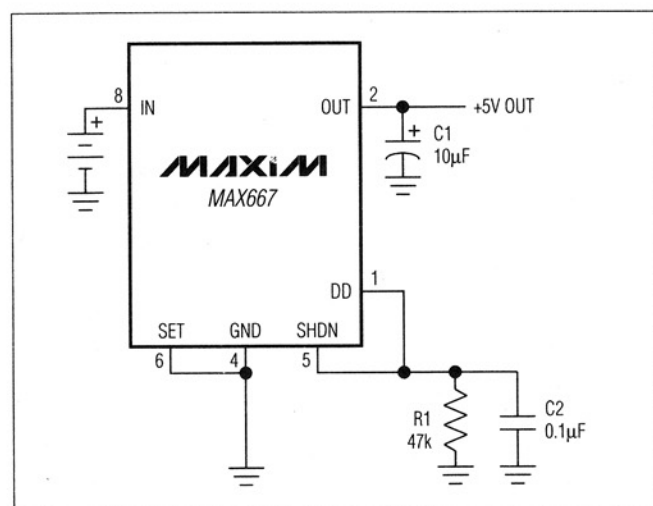


図6. ドロップアウト以下での自己消費電流の低減

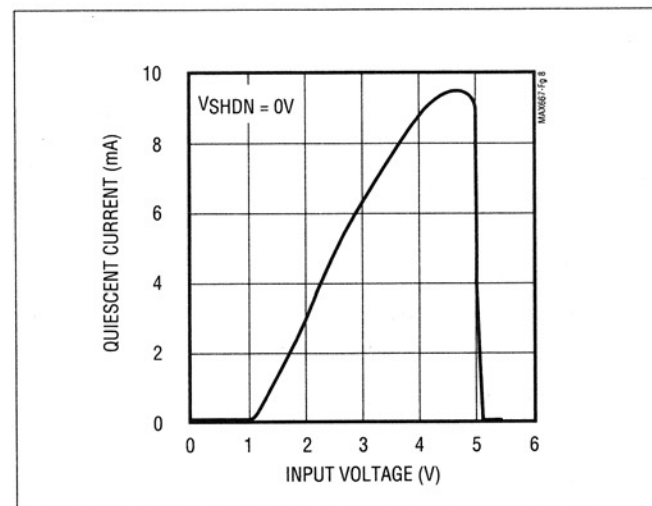


図8. 図2の回路のドロップアウト以下での自己消費電流

アプリケーション情報

出力コンデンサ

PNP出力レギュレータのつねとして、安定性を保つためには出力コンデンサ (C1、図2) が必要です。コンデンサの推奨容量は10µFです。安定性を保証するためには出力コンデンサのESRが十分高くなければなりません。各温度で必要な出力コンデンサの最低ESRを図4に示します。代替案として、抵抗を出力コンデンサと直列に追加する方法もあります (図5)。出力コンデンサのESRとこの直列抵抗の和が少なくとも図4の条件を満たすようにしてください。

出力コンデンサのESRの上限は負荷にステップ変動が予想される場合にのみ重要です。ESRが高いと、出力電流が変化したときの出力電圧のトランジェントが大きくなります。

す。サンヨーのOS-CONコンデンサは低ESRでしかも全温度でESRが殆ど平坦なため、適切な直列抵抗とともに用いることで、最良の負荷トランジェント性能を可能にします。より低コストの方法としてはタンタルコンデンサと抵抗を直列に接続する方法があります。

殆どの場合、安価なアルミ電解コンデンサはESRが十分高いため直列抵抗を必要とすることなく、全温度範囲で安定に動作します。アルミ電解コンデンサのESRは温度が低下するとともに (しばしば極端に) 上昇します。表面実装アプリケーションには、十分なESRを備えているタンタルコンデンサがいくつかあります。例えば、AVX社 (TEL : 803-448-9411, FAX : 803-448-1943) の製造しているTAJB106K016のチップコンデンサが挙げられます。

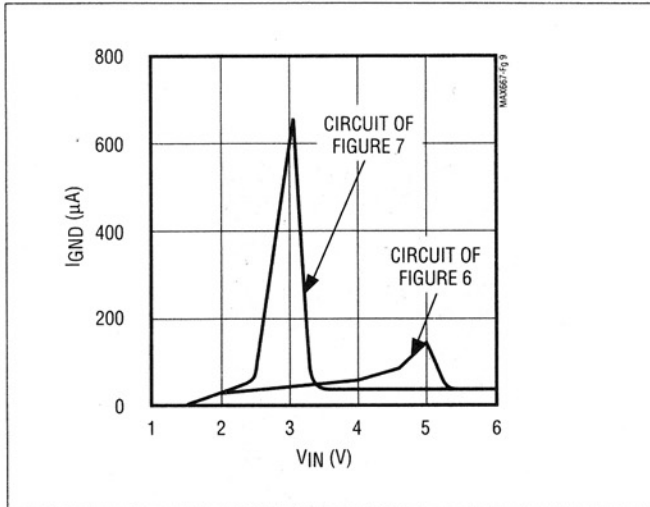


図9. 図6、7でのドロップアウト以下での自己消費電流

電池駆動

MAX667はPNP出力トランジスタを使用しています。入力電圧が要求する出力電圧以下になると、レギュレーションが失われPNPトランジスタが完全にオンになります。負荷電流が数 μ Aと低くても、ベース電流は5mA以上で駆動されます。図8はこのベース電流の重要性を示しています。したがって放電末期の電池では、さらに放電が進んでしまいます。

DDをSHDNに接続し、そして0.1 μ Fコンデンサと47k Ω のR1をGNDにバラに接続することで、この問題を解決する方法を図6に示します。これにより、ドロップアウトに達したとき無負荷時の自己消費電流は160 μ Aに減りますが(図9)、ドロップアウト電圧は約0.1V高くなります。DDがSHDNを駆動し始めると、出力電圧は約3Vに低下しますが、SHDNは間欠的にしか駆動されないため、出力はゼロまで下がることはありません。

もうひとつの接続例(図7)では、図6の回路に比べてドロップアウト電圧まで自己消費電流がさらに低下します。出力電圧は外部抵抗(R1、R2)で設定します。入力電圧が下がるにつれて、R3を介して電流をSETにソースすることでDDによって出力電圧を下げます。自己消費電流は、入力が3.5Vぐらいまでは低いままで、それ以下の入力電圧ではピークを発生して0に下がります。電流のピークは図6の接続例の方よりも高くなっていますが、自己消費電流は殆どの電池の有効範囲を優に下回る入力電圧でピークに達するので(図9)、この方がより有用です。また、INが5V以下になると、OUTはINからドロップアウト電圧を引いた値を出力し続けます。この接続では、SHDN入力を別々に使用することもできます。

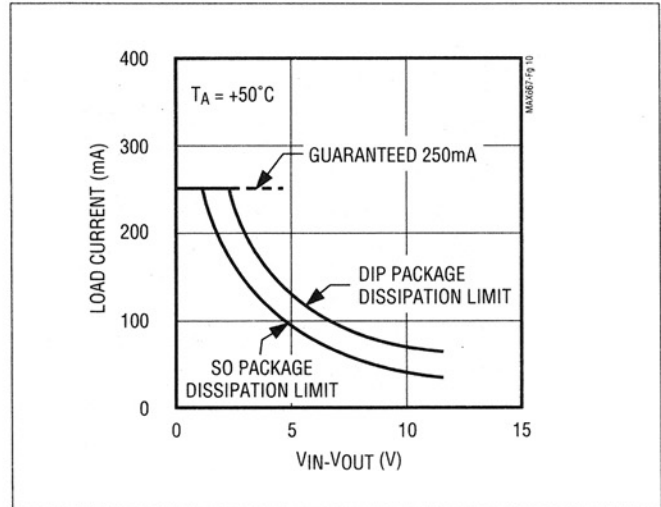


図10. MAX667の負荷電流 対 入力電圧差

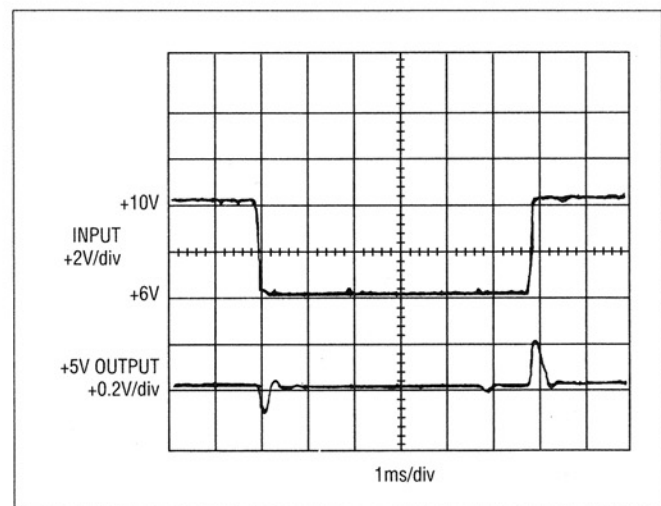


図11. +4V/100 μ sの入力変化に対する出力応答

消費電力

MAX667は250mAまでの電流をレギュレートし、15.2Vまでの入出力間電圧差に耐えることができますが、それらを同時に満たすことはできません。最大消費電力はパッケージと温度によって異なります(絶対最大定格参照)。図10にプラスチックDIPおよびSOPパッケージについて、入出力間電圧差と最大出力電流の関係を示します。MAX667は最高1秒まで負荷短絡に耐えることができます。

AC電源による動作

MAX667は、マイクロパワーのCMOSレギュレータのため電池駆動に適しています。AC電源で駆動する場合には、電源リップル除去比を考慮してください。MAX667のエラ

+5V/可変型 ロードロップアウト 電圧レギュレータ

MAX667

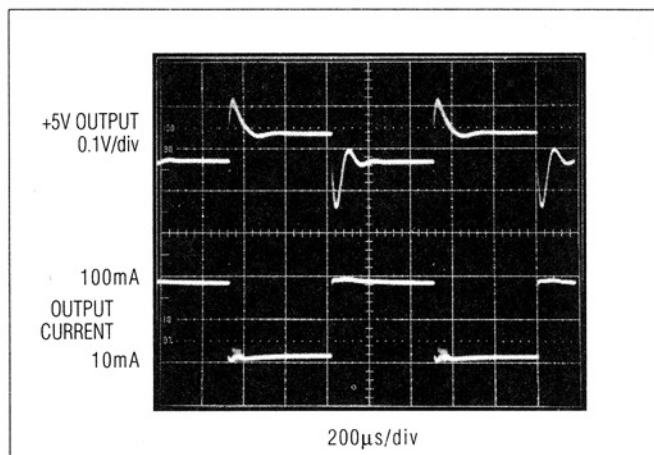


図12. 10mA/100mA負荷ステップに対する出力応答(出力コンデンサ10 μ F、ESR1.5 Ω)

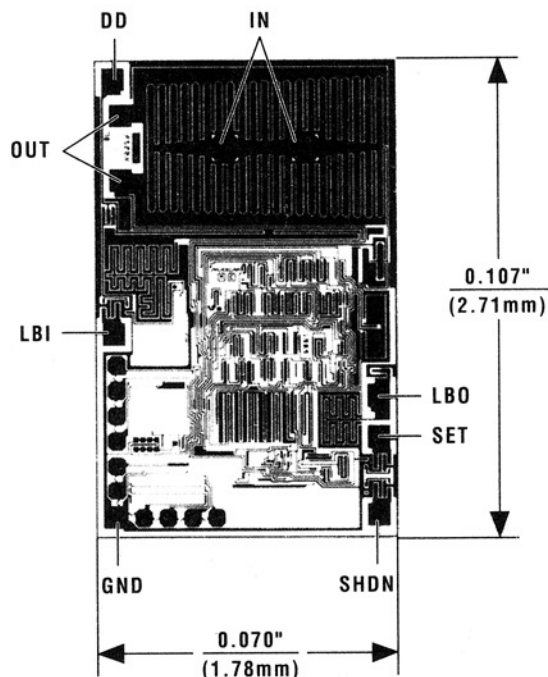
ー・アンプは利得帯域幅が非常に低く、したがって入力電源除去比(PSRR)が規定されていません。出力には10 μ F以上のフィルタ・コンデンサを接続しなければならないので、PSRRはコンデンサの特性に左右されます。入力および出力コンデンサの値が大きいとリップル値が小さくなります。

さらに、DDもLBI/LBOも特に高負荷電流時に、リップルの低周波成分によってトリガします。低電池電圧検出器の場合、コンデンサをLBI入力端子とグランド間につなぐことによって、リップルを効果的に除去することができます。電圧分圧器では高抵抗値が使用でき、また120Hzで効果的なローパス・フィルタを形成するために、コンデンサ容量値を比較的小さくできます。ただし、最初に電源を投入したときには、このフィルタによってLBOを通常よりも長くローにホールドします。

過渡応答特性

低動作電流および内部電圧基準器とアンプの利得帯域幅積により、高速のステップ入力変化に対するリジェクションが制限されてしまいます。100 μ s以下での負のステップ変化によって、出力は数ミリ秒間オフする場合があります。1Vより大きく、100 μ s(オン・オフ以外)より高速の入力変化が予想される場合には、入力フィルタ(通常の10 μ F)をお勧めします。図12は10mA/100mA瞬時的負荷ステップに対する出力応答です。出力コンデンサのESRと負荷トランジェント応答の関係は「出力コンデンサ」の項で説明されています。

チップ構造図



TRANSISTOR COUNT: 65
SUBSTRATE MUST BE LEFT UNCONNECTED

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169 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

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

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