

ご注意：この日本語データシートは参考資料として提供しており、内容が最新でない場合があります。製品のご検討およびご採用に際しては、必ず最新の英文データシートをご確認ください。



2005年9月

LM2665 スイッチト・キャパシタ型電圧コンバータ

LM2665

スイッチト・キャパシタ型電圧コンバータ

概要

LM2665 は +2.5V から +5.5V までの入力電圧を倍電圧に変換することのできる CMOS チャージポンプ電圧コンバータです。LM2665 は、2つの安価なコンデンサと（スタートアップ時に必要な）1つのダイオードを使い 40mA の出力を取り出せます。また、LM2665 は +1.8V から +11V までの入力電圧を 1/2 倍の電圧にも変換できます。

LM2665 は、出力抵抗とリップル電圧を低減するため、160kHz の発振周波数（スイッチング周波数は 80kHz）で動作します。動作電流はわずか 650 μ A で、シャットダウン電流は 1 μ A（代表値）ですので、広い負荷電流領域で 90% 以上の効率を実現しています。LM2665 は、バッテリー駆動機器に対し、これらの最適な性能を提供します。また、この製品は SOT23-6 パッケージで供給されます。

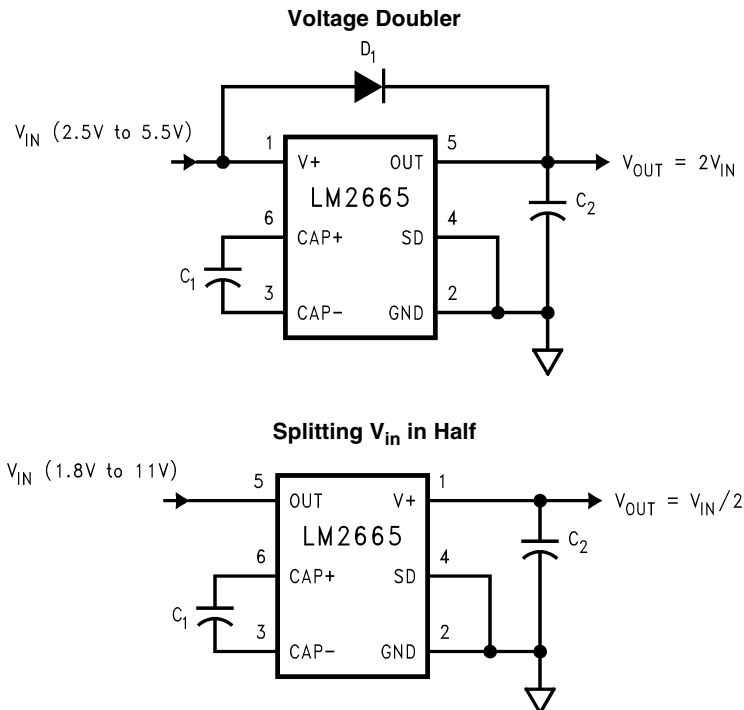
特長

- 入力電圧の 2 倍昇圧、又は 1/2 倍降圧
- SOT23-6 パッケージで供給
- 出力インピーダンス 12（代表値）
- 変換効率 90%（代表値）@ 40mA
- 1 μ A（代表値）のシャットダウン機能

アプリケーション

- 携帯電話
- ポケベル
- PDA
- オペアンプ用電源
- インタフェース用電源
- 携帯機器

基本的なアプリケーション回路



絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。関連する電氣的信頼性試験方法の規格を参照ください。

(V ₊ to GND) 電圧	5.8V	消費電力 (T _A = 25) (Note 3)	600mW
(OUT to GND) 電圧	11.6V	T _{JMax} (Note 3)	150
(OUT to V ₊) 電圧	5.8V	J _A (Note 3)	210 /W
SD	(GND - 0.3V) ~ (V ₊ + 0.3V)	動作接合部温度範囲	- 40 °C ~ + 85
V ₊ 、OUT の連続出力電流	50mA	保存温度範囲	- 65 ~ + 150
出力の GND への短絡時間 (Note 2)	1 秒	リード温度 (ハンダ付け、10 秒)	300
		ESD 耐圧	2000V

電氣的特性

標準文字表記のリミット値は T_J = 25 で適用され、太文字表記のリミット値は全動作温度範囲にわたって適用されます。特記のない限り、V₊ = 5V、C₁ = C₂ = 3.3 μF (Note 4)

Symbol	Parameter	Condition	Min (Note 5)	Typ (Note 6)	Max (Note 5)	Units
V ₊	Supply Voltage		2.5		5.5	V
I _Q	Supply Current	No Load		650	1250	μA
I _{SD}	Shutdown Supply Current			1		μA
V _{SD}	Shutdown Pin Input Voltage	Shutdown Mode	2.0 (Note 7)			V
		Normal Operation			0.8 (Note 8)	
I _L	Output Current		40			mA
R _{SW}	Sum of the R _{ds(on)} of the four internal MOSFET switches	I _L = 40 mA		3.5	8	Ω
R _{OUT}	Output Resistance (Note 9)	I _L = 40 mA		12	25	Ω
f _{OSC}	Oscillator Frequency	(Note 10)	80	160		kHz
f _{SW}	Switching Frequency	(Note 10)	40	80		kHz
P _{EFF}	Power Efficiency	R _L (1.0k) between GND and OUT	86	93		%
		I _L = 40 mA to GND		90		
V _{OEFF}	Voltage Conversion Efficiency	No Load	99	99.96		%

Note 1: 「絶対最大定格」とはデバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。「電氣的特性」はデバイスを動作定格外で動作させた時には適用されません。

Note 2: OUT ピンと GND ピンのショートでは、1 秒間は破壊されません。しかし、OUT ピンと V₊ ピンのショートはデバイスに損傷を与えるので、防がなければなりません。また、85 以上の温度では、OUT ピンは GND、V₊ に対してショートさせてはなりません。デバイスに損傷を与えます。

Note 3: 最大許容消費電力は次の式で計算できます。

$$P_{DMAX} = (T_{JMax} - T_A) / J_A$$

T_{JMax} = 最大接合部温度、T_A = 周囲温度、J_A はパッケージの接合部 - 周囲間熱抵抗です。

Note 4: テスト回路では、ESR が最大 0.3 の 3.3 μF コンデンサを C₁、C₂ に使用しています。高 ESR のコンデンサを使用すると、出力抵抗が増加し、出力電圧と効率を低くします。

Note 5: 最小および最大値は、設計、テスト、または統計的解析により保証されています。

Note 6: 代表値 (typ 値) は保証するものではありませんが、最も標準的とみなされる値を表しています。

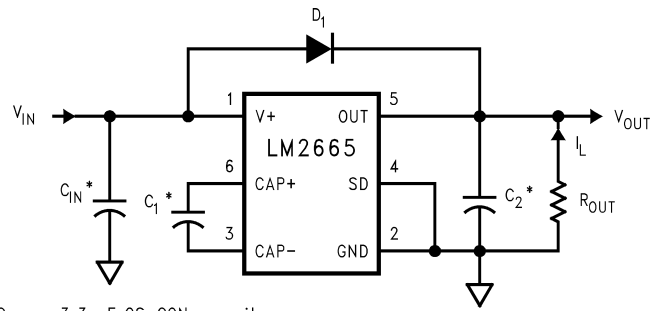
Note 7: シャットダウン・ピンの最小入力 High 電圧は V₊ の 40% の電圧値です。

Note 8: シャットダウン・ピンの最大入力 Low 電圧は V₊ の 20% の電圧値です。

Note 9: 出力抵抗の仕様は、内部スイッチの抵抗とコンデンサの ESR を含んでいます。詳細は「アプリケーション情報」の「正電圧ダブラー」を参照してください。

Note 10: 出力スイッチは発振器周波数の 1/2 で動作します。すなわち、f_{OSC} = 2f_{SW}。

テスト回路

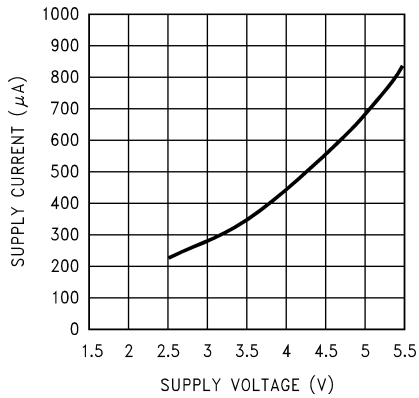


* C_{IN} , C_1 , and C_2 are $3.3 \mu\text{F}$ OS-CON capacitors.

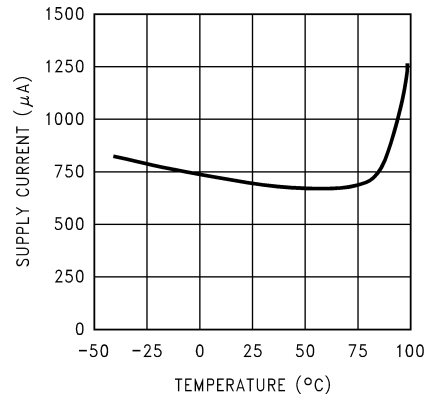
FIGURE 1. LM2665 Test Circuit

代表的な性能特性 (Figure 1 の回路、特記のない限り、 $V_+ = 5\text{V}$)

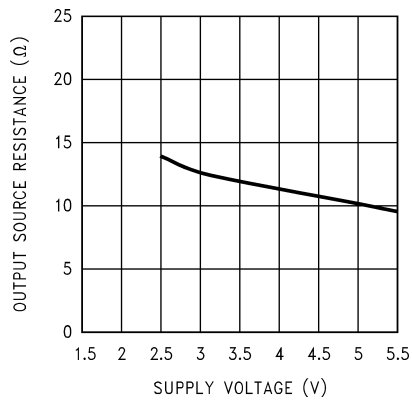
Supply Current vs Supply Voltage



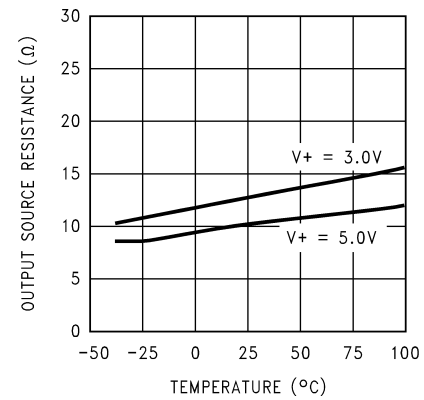
Supply Current vs Temperature



Output Source Resistance vs Supply Voltage

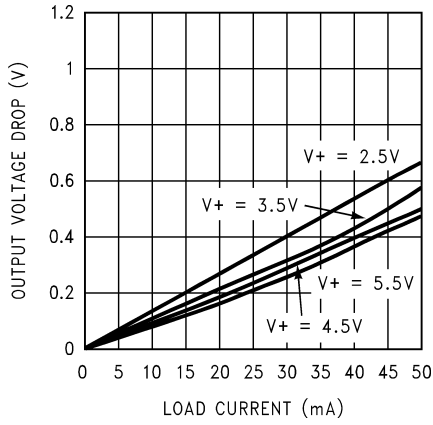


Output Source Resistance vs Temperature

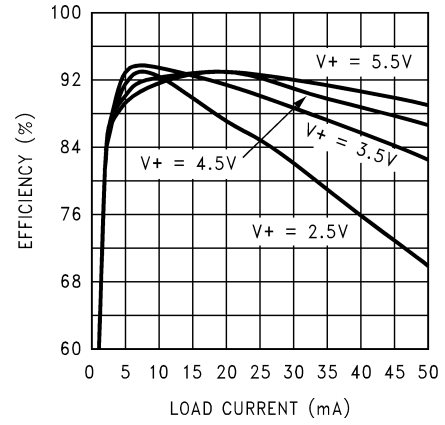


代表的な性能特性 (Figure 1 の回路、特記のない限り、 $V_+ = 5V$) (つづき)

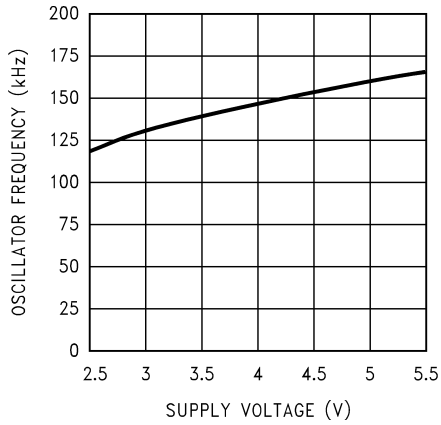
Output Voltage Drop vs Load Current



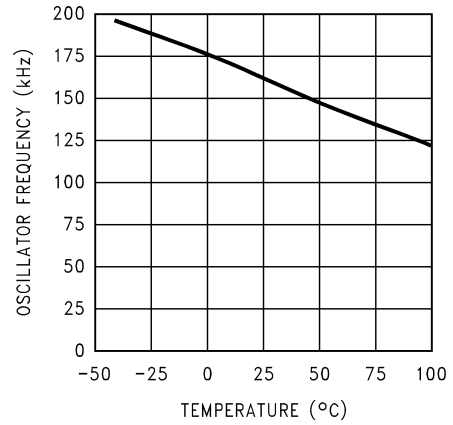
Efficiency vs Load Current



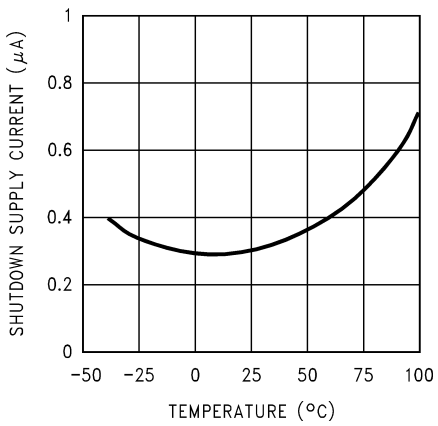
Oscillator Frequency vs Supply Voltage



Oscillator Frequency vs Temperature

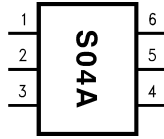


Shutdown Supply Current vs Temperature



ピン配置図

6-Lead SOT (M6)



Top View With Package Marking



Actual Size

製品情報

Order Number	Package Number	Package Marking	Supplied as
LM2665M6	MF06A	SO4A (Note 11)	Tape and Reel (1000 units/rail)
LM2665M6X	MF06A	SO4A (Note 11)	Tape and Reel (3000 units/rail)

Note 11: 最初の文字 "S" は、スイッチ・キャパシタ・コンバータを意味し、次の2つの数字はデバイスの型番を示します。4番目の文字 "A" はグレードを示しますが、1つのグレードしかありません。

端子説明

端子	名前	機能	
		電圧 doubler	電圧分割
1	V ₊	パワーサプライの正電圧入力	正電圧出力
2	GND	パワーサプライの GND 入力	doublerに同じ
3	CAP ₋	チャージポンプ・コンデンサの負側に接続	doublerに同じ
4	SD	シャットダウン制御ピン。GND に接続した場合通常動作	doublerに同じ
5	OUT	正電圧出力	パワーサプライの正電圧入力
6	CAP ₊	チャージポンプ・コンデンサの正側に接続	doublerに同じ

回路説明

LM2665 は4つのCMOSスイッチを内蔵し、入力電圧を2倍にするために順番にスイッチングします。外付けのコンデンサが、エネルギーの保存と移動に使われます。Figure 2は電圧変換の方法を示したものです。S₂とS₄が閉じた時、C₁は電源電圧V₊まで充電されます。このとき、S₁とS₃は開いています。次の状態では、S₂とS₄は開きS₁とS₃が閉じ、C₁間の電圧と入力電圧V₊を足した電圧が無負荷時の出力電圧2V₊となります。負荷接続時の出力電圧ドロップ分は寄生抵抗成分 (MOSFETスイッチのR_{ds(on)})とコンデンサのESRとコンデンサ間の充放電ロスにより決まります。詳細については、「アプリケーション情報」で説明します。

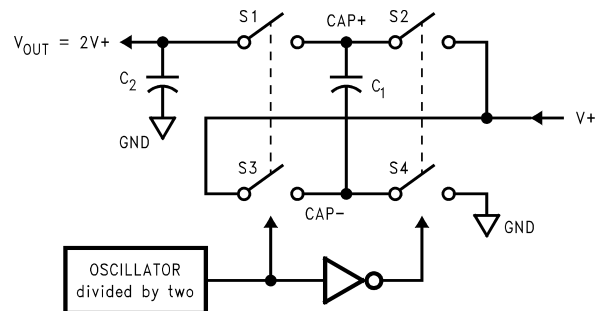


FIGURE 2. Voltage Doubling Principle

アプリケーション情報

正電圧ダブラー

LM2665 の主なアプリケーションは入力電圧の 2 倍の電圧を生成することです。入力電圧の範囲は 2.5V から 5.5V です。

この回路の出力特性は、理想電圧源と直列抵抗で近似できます。電圧源の電圧は $2V_+$ に等しく、出力抵抗 R_{out} は内部 MOSFET スwitch のオン抵抗と発振周波数、 C_1 と C_2 の容量と ESR の関数です。 C_1 へのスイッチング充電および放電電流は出力電流の約 2 倍ですので、ポンピング・コンデンサ C_1 の ESR による出力抵抗への影響は 4 倍となります。出力コンデンサ C_2 への充電及び放電電流は出力電流とほぼ等しいため、出力抵抗への影響は ESR そのものの値だけとなります。 R_{out} の近似式は

$$R_{OUT} \cong 2R_{SW} + \frac{2}{f_{OSC} \times C_1} + 4ESR_{C1} + ESR_{C2}$$

R_{SW} は、Figure 2 の内部 MOSFET スwitch のオン抵抗の和です。ピーク・ツー・ピークの出力電圧リップルは発振周波数と、出力コンデンサ C_2 の容量と ESR によって決定されます。

$$V_{RIPPLE} = \frac{I_L}{f_{OSC} \times C_2} + 2 \times I_L \times ESR_{C2}$$

高容量、低 ESR のコンデンサは、出力抵抗と電圧リップルを低減します。

ショットキ・ダイオード D_1 はスタートアップ時だけ必要となります。内部の発振回路は OUT ピンと GND ピンの電圧を利用します。この OUT-GND 間電圧は発振器が動作する上で 1.8V 以上の電圧が必要です。スタートアップ時、発振をスタートさせるために D_1 を通して OUT ピンの電圧を充電します。また、このダイオードは、内部の寄生ダイオードを通してデバイスがターンオンし、ラッチアップを防ぐ働きも兼ねています。 D_1 は、スタートアップ時に出力コンデンサに対して十分な充電電流を供給できるような電流容量を持っていなければなりません。また、 D_1 は内部寄生ダイオードがオンしないように低 V_F のものでなければなりません。1N5817 タイプのショットキ・ダイオードがほとんどのアプリケーションで使用可能です。入力電圧の立ち上がり率が 10V/ms 以下の場合、MBR0520LT1 タイプのショットキ・ダイオードを使用すれば回路のスペースを小さくできます。

V_+ の 1/2 倍降圧

その他の興味深いアプリケーションとして、「アプリケーション回路」に示されている高精度電圧ディバイダとして LM2665 を使用することです。電圧ダブラーの入出力の接続を反対にして、この回路を得ています。電圧ディバイダでは、入力電圧を OUT ピン - GND ピン間に入力するため、内部発振器の電源に直接電圧を入力します。よって、スタートアップのダイオードは必要ありません。また、内部のスイッチがオフの時に印加される電圧は $V_{in}/2$ のため、+ 11V まで入力が可能です。

シャットダウン・モード

シャットダウン・ピン (SD) によってデバイスをディスエーブルすることが可能です。その時の消費電流は 1 μ A まで低減できます。通常動作をさせる場合は SD ピンをグラウンドに接続します。このデバイスは、SD ピンに V_+ ピン電圧の 40% 以上の電圧を印加すると、シャットダウン・モードに入ります。

コンデンサの選択

「正電圧ダブラー」の項で説明したように、出力抵抗とリップル電圧は、外付けコンデンサの容量と、ESR に依存します。出力電圧降下は、出力電流と出力抵抗の積になり、効率は以下に表されます。

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{I_L^2 R_L}{I_L^2 R_L + I_L^2 R_{OUT} + I_Q (V_+)}$$

$I_Q (V_+)$ は、IC による消費電力で、 $I_L^2 R_{OUT}$ はスitch のオン抵抗と 2 つの外付けコンデンサの容量と ESR による、変換ロスです。

選択されるコンデンサは、要求されるドロップ電圧 (= $I_{out} R_{out}$)、出力電圧リップル、変換効率によって変わってきます。高効率、低ドロップ、低リップルの点で、下の表にあるような低 ESR のコンデンサを推奨します。

Low ESR Capacitor Manufacturers

Manufacturer	Phone	Capacitor Type
Nichicon Corp.	(708)-843-7500	PL & PF series, through-hole aluminum electrolytic
AVX Corp.	(803)-448-9411	TPS series, surface-mount tantalum
Sprague	(207)-324-4140	593D, 594D, 595D series, surface-mount tantalum
Sanyo	(619)-661-6835	OS-CON series, through-hole aluminum electrolytic
Murata	(800)-831-9172	Ceramic chip capacitors
Taiyo Yuden	(800)-348-2496	Ceramic chip capacitors
Token	(408)-432-8020	Ceramic chip capacitors

他のアプリケーション (つづき)

 V_{OUT} のレギュレーション

(LP2980-5.0 のような) 低ドロップアウトレギュレータを使えば LM2665 の負電圧出力を安定化させることが可能です。Figure 5 にすべての回路を示しました。

LP2980-3.3、LP2980-3.0、LP2980-adj を使用すれば、違う電圧も出力できます。

Note: ワorstケースの設計では、以下の条件を両方満たしている必要があります。

$$2V_{in_min} > V_{out_min} + V_{drop_max} (LP2980) + I_{out_max} \times R_{out_max} (LM2665)$$

$$2V_{in_max} < V_{out_max} + V_{drop_min} (LP2980) + I_{out_min} \times R_{out_min} (LM2665)$$

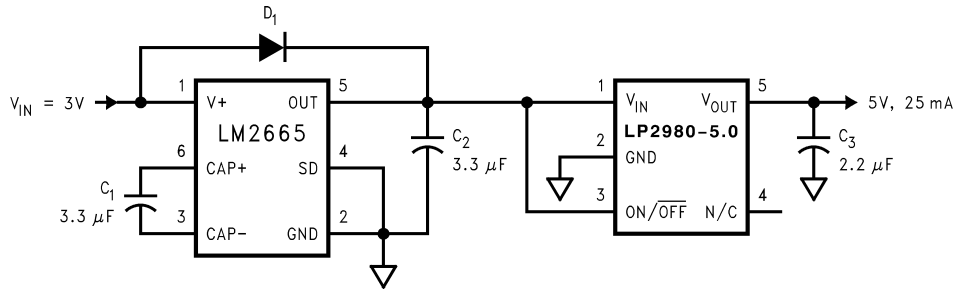
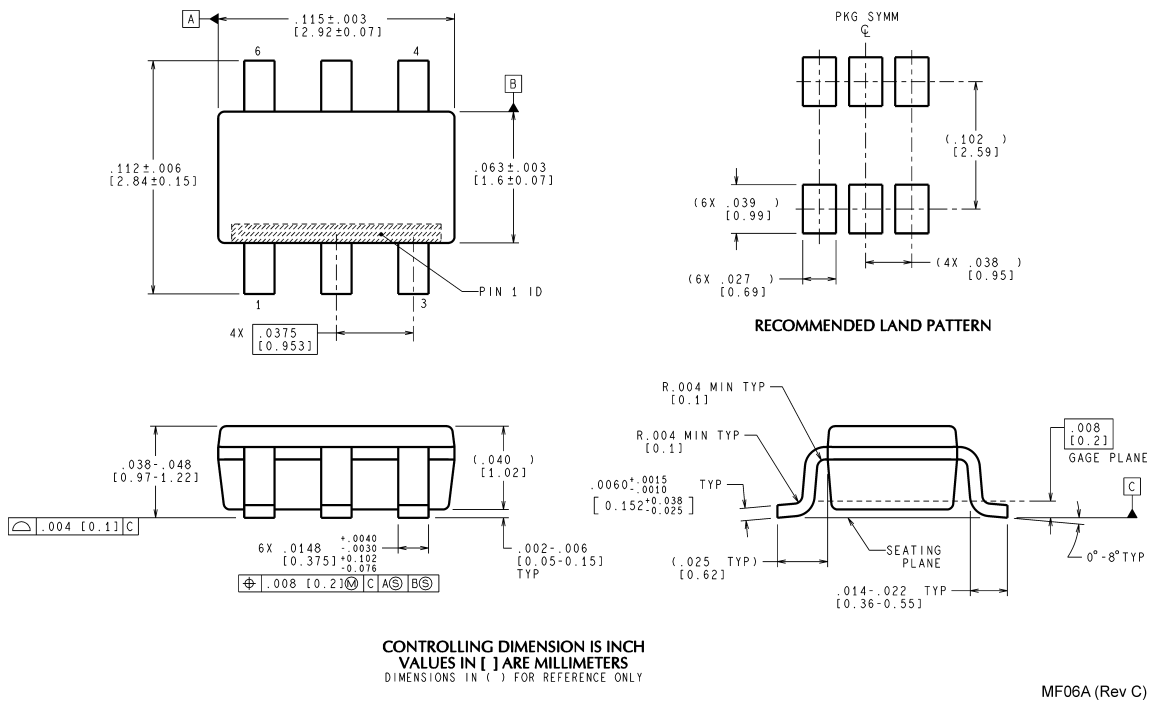


FIGURE 5. Generate a Regulated +5V from +3V Input Voltage

外形寸法図 特記のない限り inches(millimeters)



**6-Lead Small Outline Package (M6)
NS Package Number MF06A**

For Order Numbers, refer to the table in the "Ordering Information" section of this document.

ナショナルは記述したいかなる回路についても、その使用に関して責任を負うものではありません。特許の使用許諾を与えることを意味するものではありません。ナショナルは当該回路および仕様を任意の時点で予告なく変更する権利を有します。製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

禁止物質不使用に関する適合

ナショナル セミコンダクターの製品および梱包材料は、CSP-9-111C2規格 (Customer Products Stewardship Specification)、CSP-9-111S2規格 (Banned Substances and Materials of Interest Specification) の規約に準拠しており、CSP-9-111S2に定義された禁止物質を使用しておりません。


ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用ください。

www.national.com/jpn/

 **0120-666-116**