

## LM2676

### SIMPLE SWITCHER<sup>®</sup> 高効率 3A 降圧型スイッチング・レギュレータ

#### 概要

LM2676 は、降圧型（バック）スイッチング・レギュレータのアクティブ機能のすべてを内蔵したモノリシック IC で、3A の負荷を駆動でき、優れたラインおよびロード・レギュレーション特性を備えています。低 ON 抵抗の DMOS パワー・スイッチの内蔵により、高効率（> 90%）を得ています。このシリーズには、3.3V、5V、12V の固定出力タイプと、可変出力タイプがあります。

SIMPLE SWITCHER<sup>®</sup> コンセプトにより、必要最小限の外付け部品で設計が完了します。高スイッチング周波数のため（260kHz）、部品の物理的サイズも小さくて済みます。LM2676 で使用する標準インダクタは数社のメーカーから発売されており、設計を大幅に簡略化できます。

また、LM2676 シリーズは、熱暴走保護機能、電流制限回路、ON/OFF 制御端子を内蔵しており、50 $\mu$ A（代表値）のスタンバイ電流を実現しています。出力電圧の許容誤差は $\pm 2\%$ が保証されます。スイッチング周波数は、 $\pm 11\%$ の許容誤差内に制御されます。

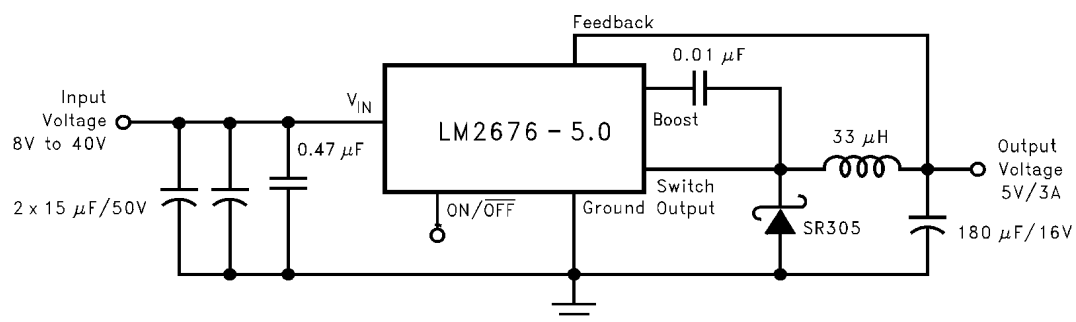
#### 特長

- 最高 94%の高効率
- 回路設計がシンプルで容易（外付け部品に標準品を使用）
- 150m の DMOS 出力スイッチ
- 3.3V、5.0V、12V の固定出力タイプと、可変出力（1.2V ~ 37V）タイプ
- ON/OFF 制御端子を OFF とした時のスタンバイ電流は 50 $\mu$ A（代表値）
- ライン・レギュレーション / ロード・レギュレーションを含めた出力電圧精度  $\pm 2\%$
- 8V ~ 40V の広い入力電圧範囲
- 260kHz 固定の自己発振器を内蔵
- 動作時の接合部温度範囲：- 40 ~ + 125
- LM267X Made Simple ソフトウェアによるシミュレーションのサポート

#### アプリケーション

- 容易な設計で 90%以上の高効率を実現した降圧型スイッチング・レギュレータ
- リニア電圧レギュレータ用の高効率システムの前段レギュレータ
- バッテリー充電器

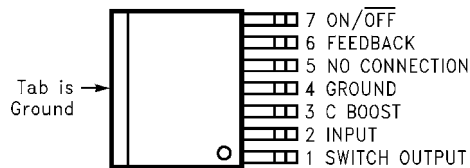
#### 代表的なアプリケーション



SIMPLE SWITCHER<sup>®</sup> はナショナル セミコンダクター社の登録商標です。

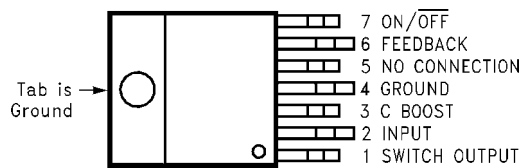
## 配置図および製品情報

**TO-263 Package  
Top View**



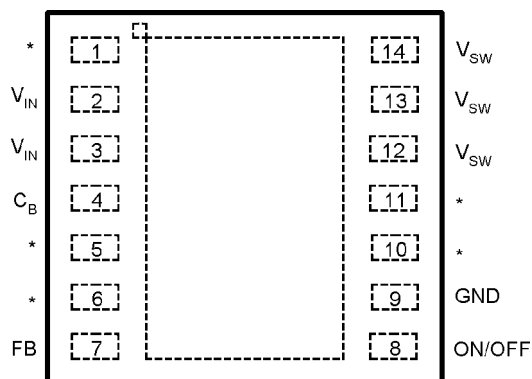
**Order Number**  
LM2676S-3.3, LM2676S-5.0,  
LM2676S-12 or LM2676S-ADJ  
See NSC Package Number TS7B

**TO-220 Package  
Top View**



**Order Number**  
LM2676T-3.3, LM2676T-5.0,  
LM2676T-12 or LM2676T-ADJ  
See NSC Package Number TA07B

**Top View**



\*No Connections

**LLP-14**  
See NSC Package Number LDC14A

## LLP パッケージの製品情報

Output Voltage	Order Information	Package Marking	Supplied As
12	LM2676LD - 12	S0000EB	250 Units on Tape and Reel
12	LM2676LDX - 12	S0000EB	2500 Units on Tape and Reel
3.3	LM2676LD - 3.3	S0000CB	250 Units on Tape and Reel
3.3	LM2676LDX - 3.3	S0000CB	2500 Units on Tape and Reel
5.0	LM2676LD - 5.0	S0000DB	250 Units on Tape and Reel
5.0	LM2676LDX - 5.0	S0000DB	2500 Units on Tape and Reel
ADJ	LM2676LD - ADJ	S0000FB	250 Units on Tape and Reel
ADJ	LM2676LDX - ADJ	S0000FB	2500 Units on Tape and Reel

**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下さい。

入力電源電圧 (最大)	45V
ON/OFF ピン電圧	- 0.1V ~ 6V
グラウンドに対するスイッチ電圧	- 1V ~ $V_{IN}$
C Boost ピン電圧	$V_{SW} + 8V$
フィードバック・ピン電圧	- 0.3V ~ 14V
消費電力	内部制限
ESD (Note 2)	2 kV

保存温度範囲 - 65 ~ + 150

ハンダ付け実装温度

ウェーブ	4 秒、260
赤外線	10 秒、240
ペーパ・フェーズ	75 秒、219

**動作定格**

電源電圧	8V ~ 40V
接合部温度範囲 ( $T_J$ )	- 40 ~ + 125

**電氣的特性**

太字で表記されるリミット値は、- 40 ~ 125 の全接合部温度範囲に対して適用されます。標準書体で表記される規格値は、 $T_A = T_J = 25$  に対するものです。

**LM2676-3.3**

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 3)	Min (Note 4)	Max (Note 4)	Units
$V_{OUT}$	Output Voltage	$V_{IN} = 8V \text{ to } 40V, I_{OUT} = 3A$	3.3	3.234/ <b>3.201</b>	3.366/ <b>3.399</b>	V
	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 3A$	86			%

**LM2676-5.0**

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 3)	Min (Note 4)	Max (Note 4)	Units
$V_{OUT}$	Output Voltage	$V_{IN} = 8V \text{ to } 40V, I_{OUT} = 3A$	5.0	4.900/ <b>4.850</b>	5.100/ <b>5.150</b>	V
	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 3A$	88			%

**LM2676-12**

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 3)	Min (Note 4)	Max (Note 4)	Units
$V_{OUT}$	Output Voltage	$V_{IN} = 15V \text{ to } 40V, I_{OUT} = 3A$	12	11.76/ <b>11.64</b>	12.24/ <b>12.36</b>	V
	Efficiency	$V_{IN} = 24V, I_{LOAD} = 3A$	94			%

**LM2676-ADJ**

Symbol	Parameter	Conditions	Typ (Note 3)	Min (Note 4)	Max (Note 4)	Units
$V_{FB}$	Feedback Voltage	$V_{IN} = 8V \text{ to } 40V, I_{OUT} = 3A$ $V_{OUT}$ Programmed for 5V	1.21	1.186/ <b>1.174</b>	1.234/ <b>1.246</b>	V
	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 3A$	88			%

## 全タイプの出力電圧の電気的特性

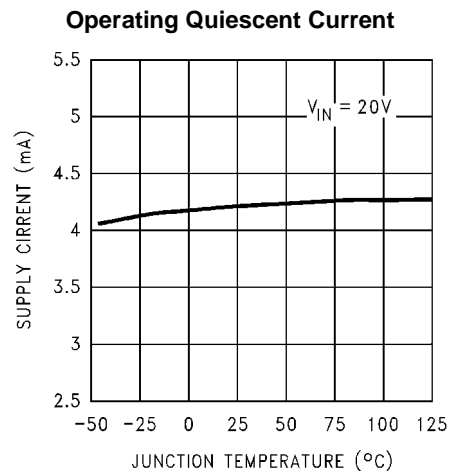
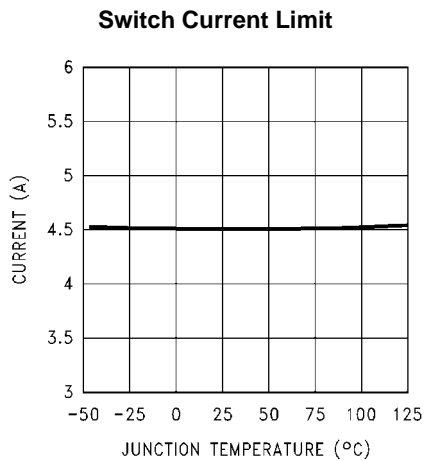
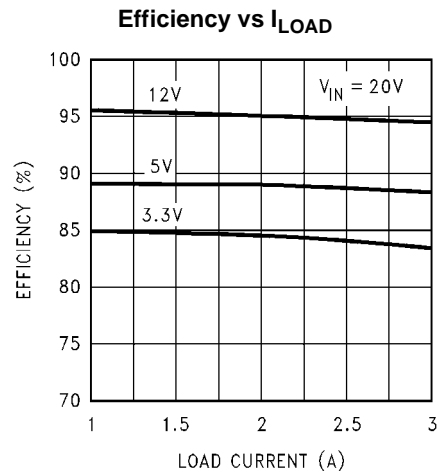
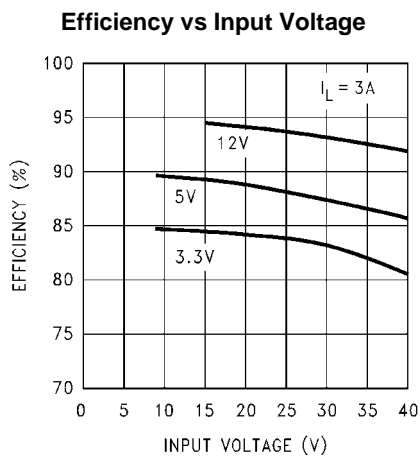
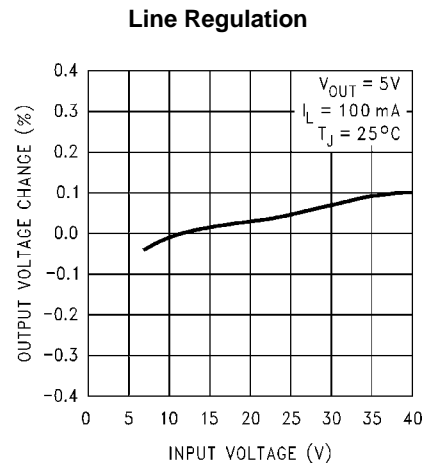
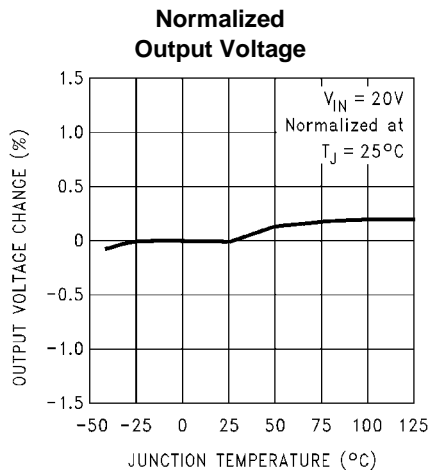
太字で表記されるリミット値は、- 40 ~ 125 の全接合部温度範囲に対して適用されます。標準字体で表記される規格値は、 $T_A = T_J = 25$  に対するものです。特記のない限り、3.3V、5V、可変出力電圧バージョンには  $V_{IN} = 12V$ 、12V バージョンには  $V_{IN} = 24V$  の条件でテストしています。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Min	Max	Units
<b>DEVICE PARAMETERS</b>						
$I_Q$	Quiescent Current	$V_{FEEDBACK} = 8V$ For 3.3V, 5.0V, and ADJ Versions $V_{FEEDBACK} = 15V$ For 12V Versions	4.2		6	mA
$I_{STBY}$	Standby Quiescent Current	ON/OFF Pin = 0V	50		100/ <b>150</b>	$\mu A$
$I_{CL}$	Current Limit		4.5	3.8/ <b>3.6</b>	5.25/ <b>5.4</b>	A
$I_L$	Output Leakage Current	$V_{IN} = 40V$ , ON/OFF Pin = 0V $V_{SWITCH} = 0V$ $V_{SWITCH} = -1V$	1 6		200 15	$\mu A$ mA
$R_{DS(ON)}$	Switch On-Resistance	$I_{SWITCH} = 3A$	0.15		0.17/ <b>0.29</b>	
$f_O$	Oscillator Frequency	Measured at Switch Pin	260	<b>225</b>	<b>280</b>	kHz
D	Duty Cycle	Maximum Duty Cycle Minimum Duty Cycle	91 0			% %
$I_{BIAS}$	Feedback Bias Current	$V_{FEEDBACK} = 1.3V$ ADJ Version Only	85			nA
$V_{ON/OFF}$	ON/OFF Threshold Voltage		1.4	<b>0.8</b>	<b>2.0</b>	V
$I_{ON/OFF}$	ON/OFF Input Current	ON/OFF Input = 0V	20		<b>45</b>	$\mu A$
JA	Thermal Resistance	T Package, Junction to Ambient (Note 5)	65			/W
JA		T Package, Junction to Ambient (Note 6)	45			
JC		T Package, Junction to Case	2			
JA		S Package, Junction to Ambient (Note 7)	56			
JA		S Package, Junction to Ambient (Note 8)	35			
JA		S Package, Junction to Ambient (Note 9)	26			
JC		S Package, Junction to Case	2			++ /W
JA		LD Package, Junction to Ambient (Note 10)	55			
JA		LD Package, Junction to Ambient (Note 11)	29			

## 全タイプの出力電圧の電気的特性 ( つづき )

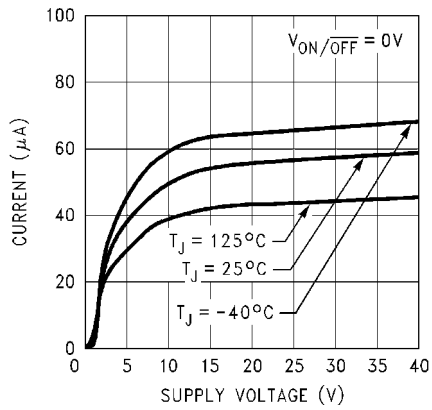
- Note 1:** 「絶対最大定格」とは、デバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」とは、デバイスが正常に機能する条件をいいますが、特定の性能リミット値を保証するものではありません。保証される規格および試験条件は、「電気的特性」を参照してください。
- Note 2:** ESD では人体モデルが使用され、100pF のコンデンサから 1.5k の抵抗を通じて各ピンに放電されます。
- Note 3:** 代表値 (Typ) は  $T_A = T_J = 25$  の値であり、最も標準的な数値です。
- Note 4:** すべてのリミット値は、室温 (標準書体) および**全温度範囲 (太字)** で保証されます。室温におけるすべてのリミット値は、 $T_A = T_J = 25$  で出荷時に全数テストされます。全動作温度範囲にわたるリミット値は、標準統計品質管理 (SQC) 手法によって求めた補正データを加味して保証されます。すべてのリミット値は、平均出荷品質レベル (AOQL) の計算に使用されます。
- Note 5:** 7ピン TO-220 パッケージを最小銅エリアを備えたプリント基板に垂直に、0.5 インチのリードでソケットを使用して、または直接実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗 (ヒート・シンクなし)。
- Note 6:** 7ピン TO-220 パッケージをリードを囲む 4 平方インチの銅エリアを備えたプリント基板に、0.5 インチのリードで垂直に実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗 (ヒート・シンクなし)。
- Note 7:** 7ピン TO-263 パッケージを 0.136 平方インチ (TO-263 パッケージと同サイズ、厚さ 35  $\mu\text{m}$ ) の銅エリアを備えた基板に水平に実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗。
- Note 8:** 7ピン TO-263 パッケージを 0.4896 平方インチ (TO-263 パッケージの 3.6 倍のサイズ、厚さ 35  $\mu\text{m}$ ) の銅エリアを備えた基板に水平に実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗。
- Note 9:** 7ピン TO-263 パッケージを 1.0064 平方インチ (TO-263 パッケージの 7.4 倍のサイズ、厚さ 35  $\mu\text{m}$ ) の銅エリアを備えた基板に水平に実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗。さらに銅エリアを追加すると、熱抵抗が下がります。「Switchers Made Simple<sup>®</sup>」ソフトウェアの熱モデルを参照してください。
- Note 10:** 14ピン LLP パッケージをダイ・アタッチ・パッドと等しい面積を持つ銅エリアを備えた基板に実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗。
- Note 11:** 14ピン LLP パッケージをダイ・アタッチ・パッドと等しい面積を持つ第二層の銅箔に、外層から 12 個のスルーホールで銅エリアを備えた基板に実装した時の接合部 - 周囲間熱抵抗。さらに銅エリアを追加すると、熱抵抗が下がります。プリント基板の推奨レイアウトについては、「アプリケーション・ノート AN-1187」を参照してください。

## 代表的な性能特性

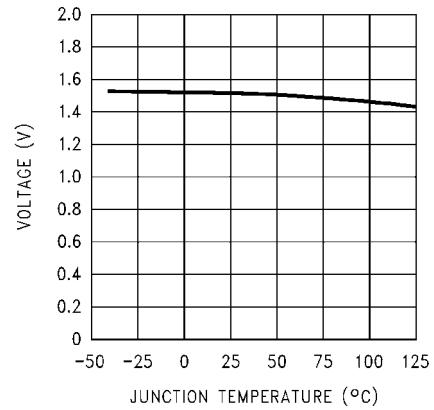


## 代表的な性能特性 (つぎ)

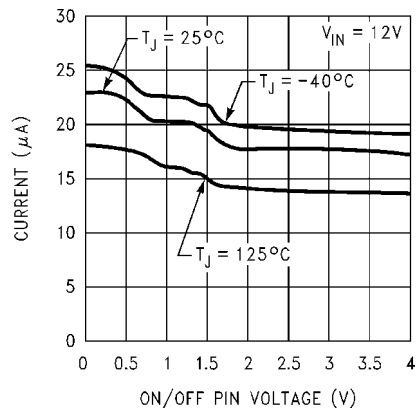
Standby Quiescent Current



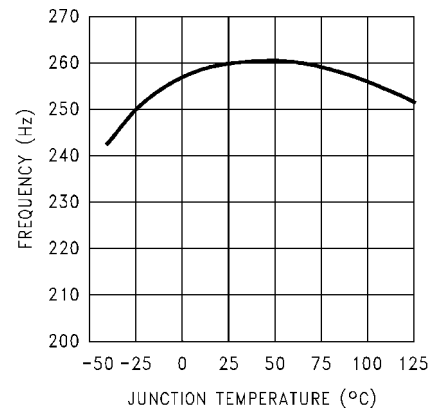
ON/OFF Threshold Voltage



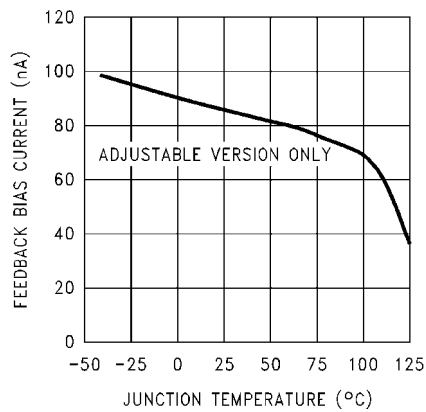
ON/OFF Pin Current (Sourcing)



Switching Frequency



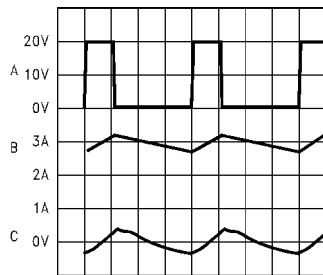
Feedback Pin Bias Current



## 代表的な性能特性 (つづき)

## Continuous Mode Switching Waveforms

$V_{IN} = 20V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{LOAD} = 3A$   
 $L = 33 \mu H$ ,  $C_{OUT} = 200 \mu F$ ,  $C_{OUT}ESR = 26 m$



1  $\mu sec/Div$

A:  $V_{SW}$  ビン電圧、10 V/div

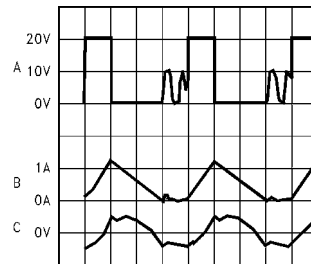
B: インダクタ電流、1 A/div

C: 出力リップル電圧、20 mV/div、AC カップリング

Horizontal Time Base: 1  $\mu s/div$

## Discontinuous Mode Switching Waveforms

$V_{IN} = 20V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{LOAD} = 500 mA$   
 $L = 10 \mu H$ ,  $C_{OUT} = 400 \mu F$ ,  $C_{OUT}ESR = 13 m$



1  $\mu sec/Div$

A:  $V_{SW}$  ビン電圧、10 V/div

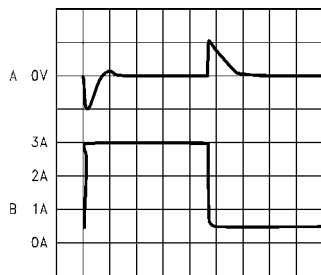
B: インダクタ電流、1 A/div

C: 出力リップル電圧、20 mV/div、AC カップリング

Horizontal Time Base: 1  $\mu s/div$

## Load Transient Response for Continuous Mode

$V_{IN} = 20V$ ,  $V_{OUT} = 5V$   
 $L = 33 \mu H$ ,  $C_{OUT} = 200 \mu F$ ,  $C_{OUT}ESR = 26 m$



100  $\mu sec/Div$

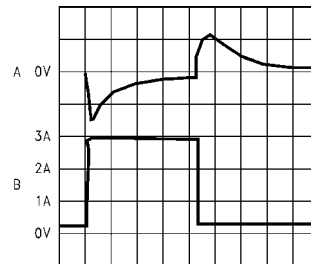
A: 出力電圧、100 mV/div、AC カップリング

B: 負荷電流 : 500 mA ~ 3A 負荷パルス

Horizontal Time Base: 100  $\mu s/div$

## Load Transient Response for Discontinuous Mode

$V_{IN} = 20V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  
 $L = 10 \mu H$ ,  $C_{OUT} = 400 \mu F$ ,  $C_{OUT}ESR = 13 m$



200  $\mu sec/Div$

A: 出力電圧、100 mV/div、AC カップリング

B: 負荷電流 : 200 mA ~ 3A 負荷パルス

Horizontal Time Base: 200  $\mu s/div$





## アプリケーション・ヒント

LM2676 は、降圧型（バック）スイッチング・レギュレータに必要なすべてのアクティブ機能を備えています。内蔵のパワー・スイッチには DMOS パワー MOSFET を使用しており、最大 3A の大電流容量を持つ、高効率動作の電源を設計できます。

LM2676 は電力変換器の SIMPLE SWITCHER ファミリーに属します。必要最小限の外付け部品を使用するだけで設計は完了します。これらの外付け部品にはさまざまなメーカの標準品を利用できます。このデータシート、または LM267X Made Simple（バージョン 6.0）の設計ソフトウェアを使用すると、完全なスイッチング電源が短時間に設計できます。このソフトウェアは、ナショナル セミコンダクター社のインターネット・サイト (<http://www.national.com>) から無償でダウンロードできます。

### Switch Output

このピンは、入力電圧に直接接続されるパワー MOSFET スwitch の出力端子です。このスイッチは、内蔵のパルス幅変調器 (PWM) の制御の下にインダクタ、出力コンデンサ、負荷回路へエネルギーを供給します。PWM コントローラは、LM2676 内部の 260kHz の固定周波数発振器により発振します。標準的な降圧型アプリケーションでは、パワー・スイッチのデューティ・サイクル (ON 時間 / OFF 時間) が、電源の出力電圧 / 入力電圧に比例します。ピン 1 の電圧は、 $V_{in}$  (スイッチ ON) と、外付けのショットキ・ダイオードによる電圧降下分だけグラウンドより低い電圧の間でスイッチングされます。

### 入力

入力電圧はピン 2 へ接続します。入力電圧は負荷へエネルギーを供給するだけでなく、LM2676 の内部回路のバイアスも供給します。保証された特性を得るためには、入力電圧を 8V ~ 40V の範囲内にする必要があります。電源としての性能を最大限引き出すために、入力コンデンサはできるだけ入力端子に配置し、配線を最短で GND と接続してください。

### C Boost

ピン 3 とスイッチ出力 (ピン 1) の間には、コンデンサを必ず接続します。このコンデンサは、内部 MOSFET のゲート・ドライブを  $V_{in}$  以上にブーストして、完全に MOSFET を ON にします。こうすると、パワー・スイッチの伝達損失が軽減され、高効率が保たれます。C Boost の推奨値は 0.01  $\mu$ F です。

### グラウンド

電源内のすべての部品の基準グラウンドです。LM2676 を実装した高速スイッチングの大電流アプリケーションなどでは、回路内部の信号結合を低減するため、グラウンド・プレーンを広範囲に使用すること推奨します。

### フィードバック

PWM コントローラを駆動する、高ゲインの 2 段増幅器の入力ピンです。DC 出力電圧を設定するために、ピン 6 は電源の実際の出力に接続します。固定出力タイプ (3.3V、5V、12V 出力) では、設定抵抗 (分圧抵抗) が LM2676 に内蔵されているため、出力に直接接続します。可変出力タイプでは、DC 出力電圧の設定に外付け抵抗が 2 個必要です。電源の動作を安定させるためには、インダクタの磁束とフィードバック入力 that 結合しないようにすることが重要です。

### ON/OFF

LM2676 を電氣的に ON/OFF 制御するためのピンです。このピンをグラウンドへ接続するか、0.8V 未満の電圧にすると、レギュレータは完全に OFF します。OFF 時の入力電源から流入する電流はわずか 50  $\mu$ A (代表値) です。ピン 7 には約 20  $\mu$ A のプルアップ電流源と、保護クランプ用の 7V ツェナー・ダイオードが内部で接続されています (ツェナー・ダイオードの他端はグラウンドに接続)。ON/OFF ピンを電氣的に駆動する場合、ON 状態にする高電圧レベルは絶対最大定格の 6V を超えてはいけません。ON/OFF 制御が不要な場合は、ピン 7 を回路上で OPEN としてください。

## アプリケーション・ヒント (つづき)

## 設計の考慮事項

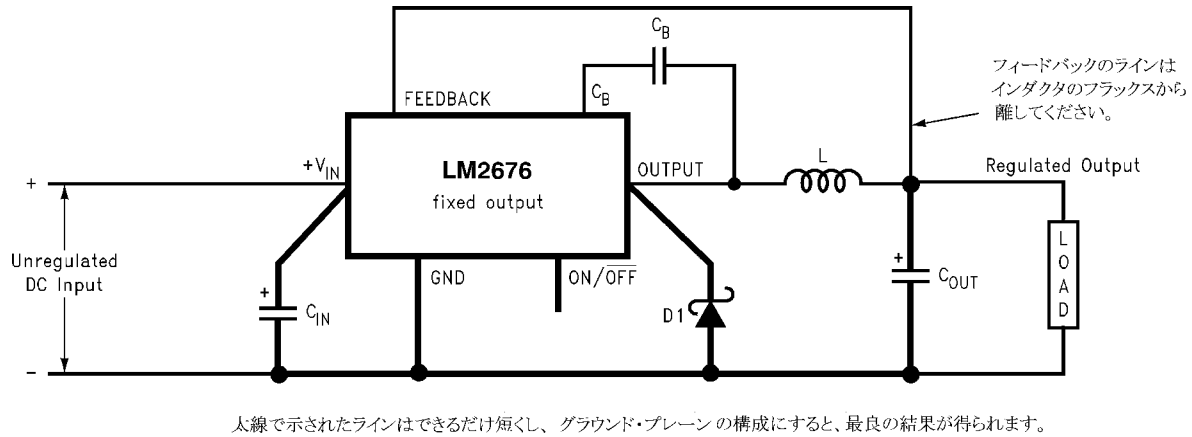


FIGURE 1. Basic circuit for fixed output voltage applications.

分割抵抗はリードを短くしフィードバック・ピンの近くに配置してください。

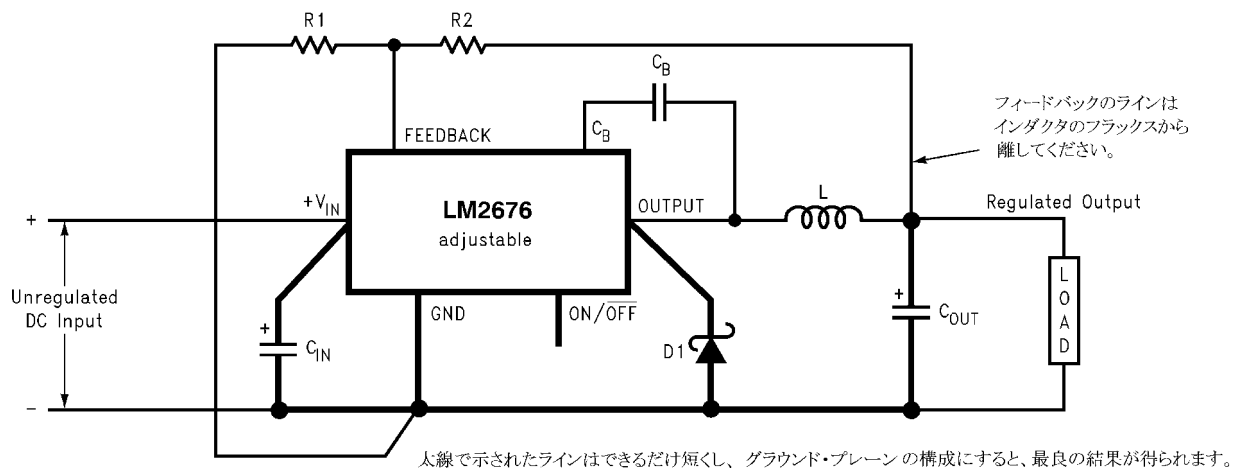


FIGURE 2. Basic circuit for adjustable output voltage applications

LM2676 を使用した電源を設計する場合、推奨されている外付け部品を使用すると設計が大幅に簡素化されます。LM2676 が使用されるコンディション（入力電圧、出力電圧、負荷電流）の全範囲をカバーする設計用にメーカ数社のインダクタ、コンデンサ、ショットキ・ダイオードが評価済みです。このデータシートに記載されているノモグラフと部品選択表を利用すれば、少ない労力で設計が簡単にできます。あるいは、設計用ソフトウェアの LM267X Made Simple (バージョン 6.0) を利用すれば、即座に部品を選択し、回路性能を計算して評価し、部品リストと回路図を作成できます。

使用例としてさまざまなメーカの部品を示しますが、これらは市販されている多様な部品のほんの一部にすぎません。例示した部品の使用を推奨しますが、これらが特に優れているというわけではありません。部品の仕様を詳細に比較すれば、アプリケーションによってはほかのメーカの同等品で代替できる場合もあります。

個々の外付け部品について考慮すべき点と、ノモグラフと部品選択表がどのようにして作成されたかを以下に述べます。

## アプリケーション・ヒント (つづき)

### インダクタ

インダクタは、スイッチング・レギュレータの鍵となる部品です。効率を高めるため、インダクタはスイッチ ON 時にエネルギーを蓄積し、スイッチ OFF 時に負荷へエネルギーを供給します。

ノモグラフを使用して、与えられた動作条件で要求されるインダクタンス値を選択します。このノモグラフは、回路が連続モードで動作する (インダクタを流れる電流が 0 にならない) ことを前提としています。インダクタンスの大きさは、最大負荷電流の 30% に最大リップル電流を抑えるよう選択されています。リップル電流がこの 30% 上限値より大きいときは、一段階上の値が選ばれます。

提示しているインダクタは、あらゆる入出力電圧および負荷電流条件で適正な動作をするように特に製造されたものです。同じインダクタンス値に対して、複数の部品タイプが提供されています。また、表面実装用とスルーホール用の両方の部品が販売されています。3 社のメーカーのインダクタは、それぞれ次の長があります。

Renco 社：フェライト・スティック・コアによるインダクタ。一般に最も安価なインダクタであり、定格を超えるリップル電流とランジェント・ピーク電流に耐える利点があります。ただし、このインダクタでは外部磁場が形成され、EMI が発生する可能性があります。

Pulse Engineering 社：電力用純鉄トroidal・コアによるインダクタ。このタイプも、定格より大きな電流に耐えられ、トroidal 型インダクタのため EMI が小さくなります。

Coilcraft 社：フェライト・ドラム・コアによるインダクタ。物理的なサイズが最も小さなインダクタで、表面実装用のみが販売されています。このインダクタは EMI を発生しますが、スティック・インダクタのタイプのものよりは少なくなっています。

### 出力コンデンサ

出力コンデンサには DC 出力電圧を平滑する役割があり、エネルギーも蓄積します。選択する出力コンデンサとそれが持つ等価直列抵抗 (ESR) によって、出力リップル電圧の大きさと制御ループの安定度の両方が変化します。

電源の出力リップル電圧は、コンデンサの ESR 値とインダクタのリップル電流の積になります。表に推奨されている型名のコンデンサは、ESR 定格の低いものです。

また、表面実装用タンタル・コンデンサとスルーホール用アルミ電解コンデンサの両方が入手可能です。

出力コンデンサは、インダクタとともにフィードバックループに 2 つのポールを形成し、制御ループ全体の周波数安定度に影響を与えます。加えて、そのキャパシタンスと ESR 値によってゼロが形成されます。これらの周波数特性と、LM2676 内部の周波数補償回路が影響し合っ、閉ループ・システムのゲインと位相シフトが変化します。

スイッチング・レギュレータ回路を安定させるための指針として、回路のユニティ・ゲイン帯域幅が、コンローラのスイッチング周波数の  $1/6$  を超えないように制限することを推奨します。LM2676 ではスイッチング周波数が 260kHz に固定されているので、ユニティ・ゲイン帯域幅が最大でも 40kHz 以下となるように出力コンデンサを選択します。コンデンサの推奨値は、いずれもこの条件を満たすように選定されています。

出力コンデンサの ESR 値を小さくして出力リップルを低減したり (設計目標値のリップル電圧が  $V_{out}$  の 1% 以下)、出力コンデンサの容量を増やして閉ループのユニティ・ゲイン帯域幅を 40kHz 以下に制限したい場合などには、複数のコンデンサが必要になります。コンデンサを並列接続する場合は、各コンデンサの型名が完全に一致していなければなりません。

出力コンデンサの許容リップル電流および使用電圧 (WV) の定格も、重要な検討事項です。一般の降圧型スイッチング・レギュレータでは、インダクタのリップル電流 (インダクタの選択によって最大負荷電流の 30% を超えないよう設定) がそのまま出力コンデンサを流れます。コンデンサの許容リップル電流定格は、このリップル電流より大きくなければなりません。出力コンデンサの定格電圧は、電源の最大出力電圧の 1.3 倍以上必要です。高温時にもシステムを動作させる必要がある場合、コンデンサの定格電圧は常温時の定格電圧より低くなります。メーカーの仕様で、温度と使用電圧のデレーティングの関係をよく検討することが重要です。

### 入力コンデンサ

大電流スイッチング・レギュレータの入力電流は、安定化されていない入力電源に大きな動的負荷を与えます。入力コンデンサは、電源の電流供給能力を補充する働きと同時に、入力電圧の変動を平滑化する働きをします。

出力コンデンサと同様に、入力コンデンサでの重要な規格値は許容リップル電流と使用電圧です。入力コンデンサを流れるリップル電流は最大 DC 負荷電流の半分に等しいため、入力コンデンサの定格はこれに対応している必要があります。複数のコンデンサを並列接続すると、合計容量に対する電流定格が比例して増加します。定格電圧は、最大入力電圧の 1.3 倍に選びます。安定化されていない入力電源にも使えますが、最大入力電圧は、負荷の軽い状態では通常の動作時より大幅に高くなる場合があるため、入力コンデンサを選択するときに考慮する必要があります。

入力コンデンサは、LM2676 の入力ピンのすぐ近くに配置します。比較的大電流で動作し、過渡変化も高速であるため、入力配線や基板のトレースが持つ直列インダクタンス分によって入力端子でリングング信号が発生し、それが出力や回路のほかの部分に現れる可能性があります。設計によっては、入力コンデンサと並列に小容量 (0.1  $\mu$ F ~ 0.47  $\mu$ F) のセラミック・コンデンサを付加して、リングングを防止または最小限に抑えることが必要になります。

### キャッチ・ダイオード

LM2676 内部のスイッチング素子 OFF の場合でも、インダクタには電流が流れ続けます。この電流は、スイッチ出力とグラウンドの間に接続されたダイオードを通して流れます。この順方向バイアスのダイオードは、スイッチ出力の電位をグラウンド以下にクランプします。この負電位は -1V より高くならないため、ダイオードには電圧降下 (特に大電流時の電圧降下) の小さなショットキ・ダイオードを推奨します。電源全体の効率、出力のキャッチ・ダイオードによる電力損失によって大きく変わります。キャッチ・ダイオードを流れる電流の平均値はスイッチのデューティ・サイクル (D) によって変化し、負荷電流と (1-D) の積に等しくなります。実際のアプリケーションで必要とされる値より大幅に上回る定格電流値を持つダイオードを使用すると、ダイオードでの電圧降下と電力損失を最小限に抑えられます。

スイッチング素子が ON 時は、入力電圧によってこのダイオードが逆バイアスされます。ダイオードの逆耐電圧は、最大入力電圧の 1.3 倍以上必要です。

### ブースト・コンデンサ

ブースト・コンデンサは、内蔵パワー MOSFET のゲートをオーバドライブするための電圧を生成します。スイッチの ON 抵抗とそれに伴う電力損失を最小限に抑えることで効率がアップします。すべてのアプリケーションに 0.01  $\mu$ F/50V のセラミック・コンデンサの使用を推奨します。

## アプリケーション・ヒント (つづき)

### 簡単な設計手順

このデータシートのノモグラフと各種の表を使用すると (または <http://www.national.com> から入手できる設計ソフトウェアを使用すると)、降圧型レギュレータの設計が少ないステップで完了します。

**ステップ 1:** 電源の動作条件を決定します。

要求される出力電圧  
最大 DC 入力電圧  
最大出力負荷電流

**ステップ 2:** 固定出力タイプの LM2676 (3.3V、5V、または 12V) から必要な電圧のものを選ぶか、または可変出力タイプの LM2676-ADJ を使用して必要なフィードバック抵抗を決定します。

**ステップ 3:** Figure 3 ~ Figure 6 の 4 つのノモグラフの 1 つを使用して、必要なインダクタを決定します。インダクタのメーカー名と部品番号は Table 1 に記載されています。

**ステップ 4:** Table 3 (固定出力電圧) または Table 6 (可変出力電圧) を使用して、安定動作に必要な出力コンデンサの容量を決定します。各メーカーのコンデンサの型名は Table 2 に記載されています。

**ステップ 5:** 固定出力タイプの場合は、Table 4 から入力コンデンサを決定します。そして、Table 2 からコンデンサの型名を決定します。可変出力タイプの場合は、 $V_{in}$  の最大値より使用電圧 (V<sub>V</sub>) の定格が大きく、許容リップル電流定格が最大負荷電流の 1/2 より大きなコンデンサを Table 2 から選択します (2 個以上のコンデンサを並列にする場合もあり)。

**ステップ 6:** Table 5 からダイオードを選択します。ダイオードの定格電流は最大負荷電流より大きくし、逆耐圧定格は最大入力電圧より大きくしなければなりません。

**ステップ 7:** 設計には、C Boost 用の 0.01  $\mu$ F/50V のコンデンサを追加します。

### 固定出力電圧の設計例

システムの 3.3V ロジック電源バスを、DC13V ~ 16V の非安定化電源を供給する AC アダプタから作成します。最大負荷電流は 2.5A です。できる限りスルーホール部品を使用します。

**ステップ 1:** 動作条件は次のとおりです。

$V_{out} = 3.3V$   
 $V_{in\ max} = 16V$   
 $I_{load\ max} = 2.5A$

**ステップ 2:** LM2676T-3.3 を選択します。出力電圧の許容誤差は、常温では  $\pm 2\%$ 、動作温度範囲全体では  $\pm 3\%$  です。

**ステップ 3:** 3.3V デバイス用のノモグラフである Figure 3 を使用します。16V の横線 ( $V_{in\ max}$ ) と 2.5A の縦線 ( $I_{load\ max}$ ) の交点から、22  $\mu$ H のインダクタ L33 が必要なのがわかります。

Table 1 から、スルーホール部品の L33 には、Renco 社の部品番号 RL-1283-22-43 と Pulse Engineering 社の部品番号 PE-53933 が使用できます。

**ステップ 4:** Table 3 を使用して出力コンデンサを決定します。3.3V 出力でインダクタが 22  $\mu$ H の場合、スルーホール用出力コンデンサを使う方法は 4 種類あり、同じ型名のコンデンサを並列にする個数とコンデンサのコードがわかります。実際のコンデンサの特性を Table 2 に示します。この回路では、次のどれを選択してもかまいません。

1  $\times$  220  $\mu$ F/10V サンヨー OS-CON (コード C5)  
1  $\times$  1000  $\mu$ F/35V サンヨー MV-GX (コード C10)  
1  $\times$  2200  $\mu$ F/10V ニチコン PL (コード C5)  
1  $\times$  1000  $\mu$ F/35V パナソニック HFQ (コード C7)

**ステップ 5:** Table 4 を使用して入力コンデンサを選択します。出力 3.3V で 22  $\mu$ H の場合、スルーホール用コンデンサを使う方法は 3 種類あります。これらのコンデンサは、定格電圧を十分満たし、許容リップル電流定格はいずれも 1.25A ( $1/2 I_{load\ max}$ ) 以上あります。再び Table 2 を使用して各部品の特性を調べると、次のいずれを選べばよいかがわかります。

1  $\times$  1000  $\mu$ F/63V サンヨー MV-GX (コード C14)  
1  $\times$  820  $\mu$ F/63V ニチコン PL (コード C24)  
1  $\times$  560  $\mu$ F/50V パナソニック HFQ (コード C13)

**ステップ 6:** Table 5 からショットキ・ダイオードを選択します。スルーホール用には定格 20V のダイオードで十分であり、次の 2 種類の部品が適しています。

1N5820  
SR302

**ステップ 7:** C Boost には、0.01  $\mu$ F のコンデンサを使用します。

### 可変出力電圧の設計例

この例では、2 個のバッテリーからなる自動車用電源 (電圧範囲は 20V ~ 24V。主に大型トラックで使用される) を変換し、単一バッテリーの 12V 自動車システム用電子機器に使われる 14.8VDC のオルタネータ電源を得るのが目的です。必要な負荷電流は最大 2A です。また、電源システムは、できるだけ表面実装部品だけで作成するようにします。

**ステップ 1:** 動作条件は次のとおりです。

$V_{out} = 14.8V$   
 $V_{in\ max} = 28V$   
 $I_{load\ max} = 2A$

**ステップ 2:** LM2676S-ADJ を選択します。出力電圧を 14.9V に設定するためには、2 個の抵抗を選択する必要があります (Figure 2 の R1 と R2)。可変出力電圧タイプの場合、出力電圧は、次の関係式で表されます。

$$V_{OUT} = V_{FB} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$V_{FB}$  はフィードバック電圧で、標準値は 1.21V です。

そのため、この例の R2 は次のように求めます。

$$R_2 = R_1 \left( \frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) = 1\ k\Omega \left( \frac{14.8V}{1.21V} - 1 \right)$$

$R_2 = 11.23k$

1%許容誤差に入る最も近い標準値は、11.3k です。

この値では、公称出力電圧が 14.88V となり、目標値の 0.5% 以内に収まります。

**ステップ 3:** 可変出力電圧用のノモグラフである Figure 6 を使用するためには、インダクタの電圧・ミリ秒定数 ( $V \cdot \mu s$  の単位で表した  $E \cdot T$  積) を次式で計算する必要があります。

$$E \cdot T = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT} - V_{SAT}) \cdot \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN(MAX)} - V_{SAT} + V_D} \cdot \frac{1000}{260} (V \cdot \mu s)$$

$V_{SAT}$  は内蔵のパワースイッチによる電圧降下で、 $R_{ds(ON)}$  と  $I_{load}$  の積になります。この例では、この値は  $0.15 \times 2A$ 、つまり 0.3V になります。また、 $V_D$  は順方向にバイアスされたショットキ・ダイオードによる電圧降下で、標準値は 0.5V です。

スイッチング周波数は 260kHz で、エネルギーがインダクタに蓄積されるスイッチの ON 時間を見積るために使用されます。この例の  $E \cdot T$  は次のようになります。

## アプリケーション・ヒント (つづき)

$$E \cdot T = (28 - 14.8 - 0.3) \cdot \frac{14.8 + 0.5}{28 - 0.3 + 0.5} \cdot \frac{1000}{260} (V \cdot \mu s)$$

$$E \cdot T = (12.9V) \cdot \frac{15.3}{28.2} \cdot 3.85 (V \cdot \mu s) = 26.9 (V \cdot \mu s)$$

Figure 6 を使用して、27V・μs の横線と 2A の縦線 ( $I_{load\ max}$ ) の交点から 68μH のインダクタ L38 を使用すべきかがわかります。

Table 1 から、表面実装部品の L38 は、Pulse Engineering 社の部品番号 PE-54038S が入手可能です。

**ステップ 4:** Table 6 を使用して出力コンデンサを決定します。14.8V 出力には 12.5 ~ 15V の行を使用します。インダクタが 68μH の場合は、表面実装用出力コンデンサを使う方法が 3 種類あります。C コード順に並べられた実際のコンデンサの特性は、Table 2 に記載されています。次のどれを使用してもかまいません。

1 × 33μF/20V AVX TPS (コード C6)

1 × 47μF/20V Sprague 594 (コード C8)

1 × 47μF/20V Kemet T495 (コード C8)

**重要:** 低電圧のアプリケーション (出力が 3V 未満) に可変出力タイプを使用する場合、Figure 6 のノモグラフで 22μH 以下のインダクタが選ばれても、Table 6 にはそれに対応する出力コンデンサが記載されていません。このような場合、安定動作に必要な出力コンデンサの個数は無意味となります。33μH または 47μH のインダクタを使用し、それに対応する出力コンデンサを Table 6 から選ぶことを推奨します。

**ステップ 5:** この例に使用する入力コンデンサには、35V 以上の WV 定格と、1A ( $1/2 I_{out\ max}$ ) の許容リップル電流定格が要求されます。Table 2 からわかるように、C12 にある Sprague 社の 33μF/35V コンデンサが、表面実装部品の定格電圧と定格電流を満たしています。

**ステップ 6:** Table 5 から 3A のショットキ・ダイオードを選択します。表面実装用ダイオードの場合、定格電圧の安全マージンを考慮して、次の 5 種類が使用できます。

SK34

30BQ040

30WQ04F

MBRS340

MBRD340

**ステップ 7:** C Boost には、0.01μF のコンデンサを使用します。

## LLP パッケージ・デバイス

LM2676 は 14 ピンの LLP 表面実装用パッケージで提供されるので、同等の電力損失を持つ TO-263 パッケージに比べて大幅な実装面積の小型化が可能です。LLP パッケージの実装とハンダ付け仕様に関する詳細は、アプリケーション・ノート AN-1187 を参照してください。

# インダクタ選択ガイド (連続モード動作)

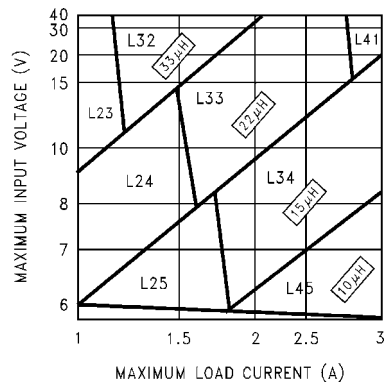


FIGURE 3. LM2676-3.3

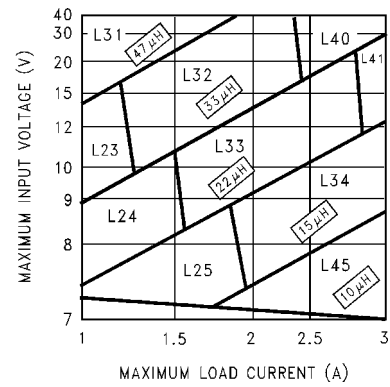


FIGURE 4. LM2676-5.0

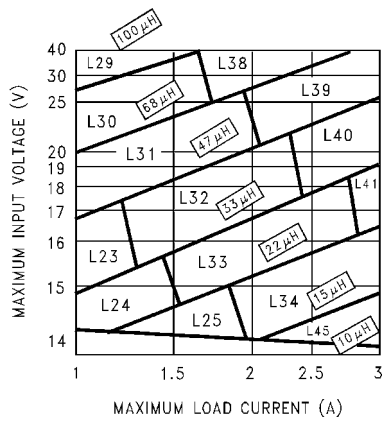


FIGURE 5. LM2676-12

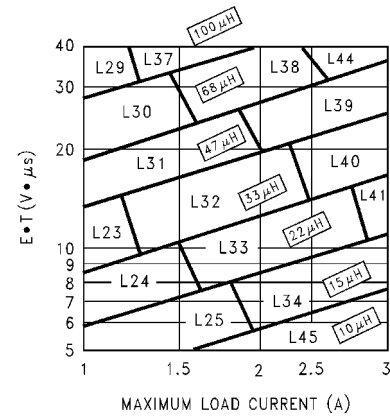


FIGURE 6. LM2676-ADJ

## インダクタ選択ガイド (つづき)

Table 1. Inductor Manufacturer Part Numbers

Inductor Reference Number	Inductance (μH)	Current (A)	Renco		Pulse Engineering		Coilcraft
			Through Hole	Surface Mount	Through Hole	Surface Mount	Surface Mount
L23	33	1.35	RL-5471-7	RL1500-33	PE-53823	PE-53823S	DO3316-333
L24	22	1.65	RL-1283-22-43	RL1500-22	PE-53824	PE-53824S	DO3316-223
L25	15	2.00	RL-1283-15-43	RL1500-15	PE-53825	PE-53825S	DO3316-153
L29	100	1.41	RL-5471-4	RL-6050-100	PE-53829	PE-53829S	DO5022P-104
L30	68	1.71	RL-5471-5	RL6050-68	PE-53830	PE-53830S	DO5022P-683
L31	47	2.06	RL-5471-6	RL6050-47	PE-53831	PE-53831S	DO5022P-473
L32	33	2.46	RL-5471-7	RL6050-33	PE-53932	PE-53932S	DO5022P-333
L33	22	3.02	RL-1283-22-43	RL6050-22	PE-53933	PE-53933S	DO5022P-223
L34	15	3.65	RL-1283-15-43		PE-53934	PE-53934S	DO5022P-153
L38	68	2.97	RL-5472-2		PE-54038	PE-54038S	
L39	47	3.57	RL-5472-3		PE-54039	PE-54039S	
L40	33	4.26	RL-1283-33-43		PE-54040	PE-54040S	
L41	22	5.22	RL-1283-22-43		PE-54041	P0841	
L44	68	3.45	RL-5473-3		PE-54044		
L45	10	4.47	RL-1283-10-43			P0845	DO5022P-103HC

Inductor Manufacturer Contact Numbers

<b>Coilcraft</b>	Phone	(800) 322-2645
	FAX	(708) 639-1469
<b>Coilcraft, Europe</b>	Phone	+ 44 1236 730 595
	FAX	+ 44 1236 730 627
<b>Pulse Engineering</b>	Phone	(619) 674-8100
	FAX	(619) 674-8262
<b>Pulse Engineering, Europe</b>	Phone	+ 353 93 24 107
	FAX	+ 353 93 24 459
<b>Renco Electronics</b>	Phone	(800) 645-5828
	FAX	(516) 586-5562



## コンデンサ選択ガイド

Table 2. Input and Output Capacitor Codes

Capacitor Reference Code	Surface Mount								
	AVX TPS Series			Sprague 594D Series			Kemet T495 Series		
	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)
C1	330	6.3	1.15	120	6.3	1.1	100	6.3	0.82
C2	100	10	1.1	220	6.3	1.4	220	6.3	1.1
C3	220	10	1.15	68	10	1.05	330	6.3	1.1
C4	47	16	0.89	150	10	1.35	100	10	1.1
C5	100	16	1.15	47	16	1	150	10	1.1
C6	33	20	0.77	100	16	1.3	220	10	1.1
C7	68	20	0.94	180	16	1.95	33	20	0.78
C8	22	25	0.77	47	20	1.15	47	20	0.94
C9	10	35	0.63	33	25	1.05	68	20	0.94
C10	22	35	0.66	68	25	1.6	10	35	0.63
C11				15	35	0.75	22	35	0.63
C12				33	35	1	4.7	50	0.66
C13				15	50	0.9			

Table 2. Input and Output Capacitor Codes ( つづき )

Capacitor Reference Code	Through Hole											
	Sanyo OS-CON SA Series			Sanyo MV-GX Series			Nichicon PL Series			Panasonic HFQ Series		
	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)
C1	47	6.3	1	1000	6.3	0.8	680	10	0.8	82	35	0.4
C2	150	6.3	1.95	270	16	0.6	820	10	0.98	120	35	0.44
C3	330	6.3	2.45	470	16	0.75	1000	10	1.06	220	35	0.76
C4	100	10	1.87	560	16	0.95	1200	10	1.28	330	35	1.01
C5	220	10	2.36	820	16	1.25	2200	10	1.71	560	35	1.4
C6	33	16	0.96	1000	16	1.3	3300	10	2.18	820	35	1.62
C7	100	16	1.92	150	35	0.65	3900	10	2.36	1000	35	1.73
C8	150	16	2.28	470	35	1.3	6800	10	2.68	2200	35	2.8
C9	100	20	2.25	680	35	1.4	180	16	0.41	56	50	0.36
C10	47	25	2.09	1000	35	1.7	270	16	0.55	100	50	0.5
C11				220	63	0.76	470	16	0.77	220	50	0.92
C12				470	63	1.2	680	16	1.02	470	50	1.44
C13				680	63	1.5	820	16	1.22	560	50	1.68
C14				1000	63	1.75	1800	16	1.88	1200	50	2.22
C15							220	25	0.63	330	63	1.42
C16							220	35	0.79	1500	63	2.51
C17							560	35	1.43			
C18							2200	35	2.68			
C19							150	50	0.82			
C20							220	50	1.04			
C21							330	50	1.3			
C22							100	63	0.75			
C23							390	63	1.62			
C24							820	63	2.22			
C25							1200	63	2.51			

## コンデンサ選択ガイド (つづき)

## Capacitor Manufacturer Contact Numbers

Nichicon	Phone	(847) 843-7500
	FAX	(847) 843-2798
Panasonic	Phone	(714) 373-7857
	FAX	(714) 373-7102
AVX	Phone	(845) 448-9411
	FAX	(845) 448-1943
Sprague/Vishay	Phone	(207) 324-4140
	FAX	(207) 324-7223
Sanyo	Phone	(619) 661-6322
	FAX	(619) 661-1055
Kemet	Phone	(864) 963-6300
	FAX	(864) 963-6521

Table 3. Output Capacitors for Fixed Output Voltage Application

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Surface Mount					
		AVX TPS Series		Sprague 594D Series		Kemet T495 Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
3.3	10	4	C2	3	C1	4	C4
	15	4	C2	3	C1	4	C4
	22	3	C2	2	C7	3	C4
	33	2	C2	2	C6	2	C4
5	10	4	C2	4	C6	4	C4
	15	3	C2	2	C7	3	C4
	22	3	C2	2	C7	3	C4
	33	2	C2	2	C3	2	C4
	47	2	C2	1	C7	2	C4
12	10	4	C5	3	C6	5	C9
	15	3	C5	2	C7	4	C8
	22	2	C5	2	C6	3	C8
	33	2	C5	1	C7	2	C8
	47	2	C4	1	C6	2	C8
	68	1	C5	1	C5	2	C7
	100	1	C4	1	C5	1	C8

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Through Hole							
		Sanyo OS-CON SA Series		Sanyo MV-GX Series		Nichicon PL Series		Panasonic HFQ Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
3.3	10	1	C3	1	C10	1	C6	2	C6
	15	1	C3	1	C10	1	C6	2	C5
	22	1	C5	1	C10	1	C5	1	C7
	33	1	C2	1	C10	1	C13	1	C5
5	10	2	C4	1	C10	1	C6	2	C5
	15	1	C5	1	C10	1	C5	1	C6
	22	1	C5	1	C5	1	C5	1	C5
	33	1	C4	1	C5	1	C13	1	C5
	47	1	C4	1	C4	1	C13	2	C3

## コンデンサ選択ガイド (つづき)

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Through Hole							
		Sanyo OS-CON SA Series		Sanyo MV-GX Series		Nichicon PL Series		Panasonic HFQ Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
12	10	2	C7	1	C5	1	C18	2	C5
	15	1	C8	1	C5	1	C17	1	C5
	22	1	C7	1	C5	1	C13	1	C5
	33	1	C7	1	C3	1	C11	1	C4
	47	1	C7	1	C3	1	C10	1	C3
	68	1	C7	1	C2	1	C10	1	C3
	100	1	C7	1	C2	1	C9	1	C1

No. は、並列接続する同一のコンデンサの数を表しています。

C Code は、メーカーの個々の部品の識別に使用している Table 2 の Capacitor Reference Code と同じです。

**Table 4. Input Capacitors for Fixed Output Voltage Application**

(与えられたインダクタンス値に対する、最大入力電圧と負荷電流のワーストケース値です)

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Surface Mount					
		AVX TPS Series		Sprague 594D Series		Kemet T495 Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
3.3	10	2	C5	1	C7	2	C8
	15	3	C9	1	C10	3	C10
	22	*	*	2	C13	3	C12
	33	*	*	2	C13	2	C12
5	10	2	C5	1	C7	2	C8
	15	2	C5	1	C7	2	C8
	22	3	C10	2	C12	3	C11
	33	*	*	2	C13	3	C12
	47	*	*	1	C13	2	C12
12	10	2	C7	2	C10	2	C7
	15	2	C7	2	C10	2	C7
	22	3	C10	2	C12	3	C10
	33	3	C10	2	C12	3	C10
	47	*	*	2	C13	3	C12
	68	*	*	2	C13	2	C12
	100	*	*	1	C13	2	C12

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Through Hole							
		Sanyo OS-CON SA Series		Sanyo MV-GX Series		Nichicon PL Series		Panasonic HFQ Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
3.3	10	1	C7	2	C4	1	C5	1	C6
	15	1	C10	1	C10	1	C18	1	C6
	22	*	*	1	C14	1	C24	1	C13
	33	*	*	1	C12	1	C20	1	C12
5	10	1	C7	2	C4	1	C14	1	C6
	15	1	C7	2	C4	1	C14	1	C6
	22	*	*	1	C10	1	C18	1	C13
	33	*	*	1	C14	1	C23	1	C13
	47	*	*	1	C12	1	C20	1	C12

## コンデンサ選択ガイド (つづき)

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Through Hole							
		Sanyo OS-CON SA Series		Sanyo MV-GX Series		Nichicon PL Series		Panasonic HFQ Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
12	10	1	C9	1	C10	1	C18	1	C6
	15	1	C10	1	C10	1	C18	1	C6
	22	1	C10	1	C10	1	C18	1	C6
	33	*	*	1	C10	1	C18	1	C6
	47	*	*	1	C13	1	C23	1	C13
	68	*	*	1	C12	1	C21	1	C12
	100	*	*	1	C11	1	C22	1	C11

\* コンデンサの定格電圧が、アプリケーションの入力電圧より高いことを確認してください。

No. は、並列接続する同一のコンデンサの数を表しています。

C Code は、メーカーの個々の部品の識別に使用している Table 2 の Capacitor Reference Code と同じです。

Table 5. Schottky Diode Selection Table

Reverse Voltage (V)	Surface Mount		Through Hole	
	3A	5A or More	3A	5A or More
20V	SK32		1N5820 SR302	
30V	SK33 30WQ03F	MBRD835L	1N5821 31DQ03	
40V	SK34 30BQ040 30WQ04F MBRS340 MBRD340	MBRB1545CT 6TQ045S	1N5822 MBR340 31DQ04 SR403	MBR745 80SQ045 6TQ045
50V or More	SK35 30WQ05F		MBR350 31DQ05 SR305	

## Diode Manufacturer Contact Numbers

International Rectifier	Phone	(310) 322-3331
	FAX	(310) 322-3332
Motorola	Phone	(800) 521-6274
	FAX	(602) 244-6609
General Semiconductor	Phone	(516) 847-3000
	FAX	(516) 847-3236
Diodes, Inc.	Phone	(805) 446-4800
	FAX	(805) 446-4850

Table 6. Output Capacitors for Adjustable Output Voltage Applications

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Surface Mount					
		AVX TPS Series		Sprague 594D Series		Kemet T495 Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
1.21 to 2.50	33*	7	C1	6	C2	7	C3
	47*	5	C1	4	C2	5	C3

## コンデンサ選択ガイド (つづき)

Table 6. Output Capacitors for Adjustable Output Voltage Applications

Output Voltage (V)	Inductance ( $\mu$ H)	Surface Mount					
		AVX TPS Series		Sprague 594D Series		Kemet T495 Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
2.5 to 3.75	33*	4	C1	3	C2	4	C3
	47*	3	C1	2	C2	3	C3
3.75 to 5	22	4	C1	3	C2	4	C3
	33	3	C1	2	C2	3	C3
	47	2	C1	2	C2	2	C3
5 to 6.25	22	3	C2	3	C3	3	C4
	33	2	C2	2	C3	2	C4
	47	2	C2	2	C3	2	C4
	68	1	C2	1	C3	1	C4
6.25 to 7.5	22	3	C2	1	C4	3	C4
	33	2	C2	1	C3	2	C4
	47	1	C3	1	C4	1	C6
	68	1	C2	1	C3	1	C4
7.5 to 10	33	2	C5	1	C6	2	C8
	47	1	C5	1	C6	2	C8
	68	1	C5	1	C6	1	C8
	100	1	C4	1	C5	1	C8
10 to 12.5	33	1	C5	1	C6	2	C8
	47	1	C5	1	C6	2	C8
	68	1	C5	1	C6	1	C8
	100	1	C5	1	C6	1	C8
12.5 to 15	33	1	C6	1	C8	1	C8
	47	1	C6	1	C8	1	C8
	68	1	C6	1	C8	1	C8
	100	1	C6	1	C8	1	C8
15 to 20	33	1	C8	1	C10	2	C10
	47	1	C8	1	C9	2	C10
	68	1	C8	1	C9	2	C10
	100	1	C8	1	C9	1	C10
20 to 30	33	2	C9	2	C11	2	C11
	47	1	C10	1	C12	1	C11
	68	1	C9	1	C12	1	C11
	100	1	C9	1	C12	1	C11
30 to 37	10	No Values Available		4	C13	8	C12
	15			3	C13	5	C12
	22			2	C13	4	C12
	33			1	C13	3	C12
	47			1	C13	2	C12
	68			1	C13	2	C12

## コンデンサ選択ガイド (つづき)

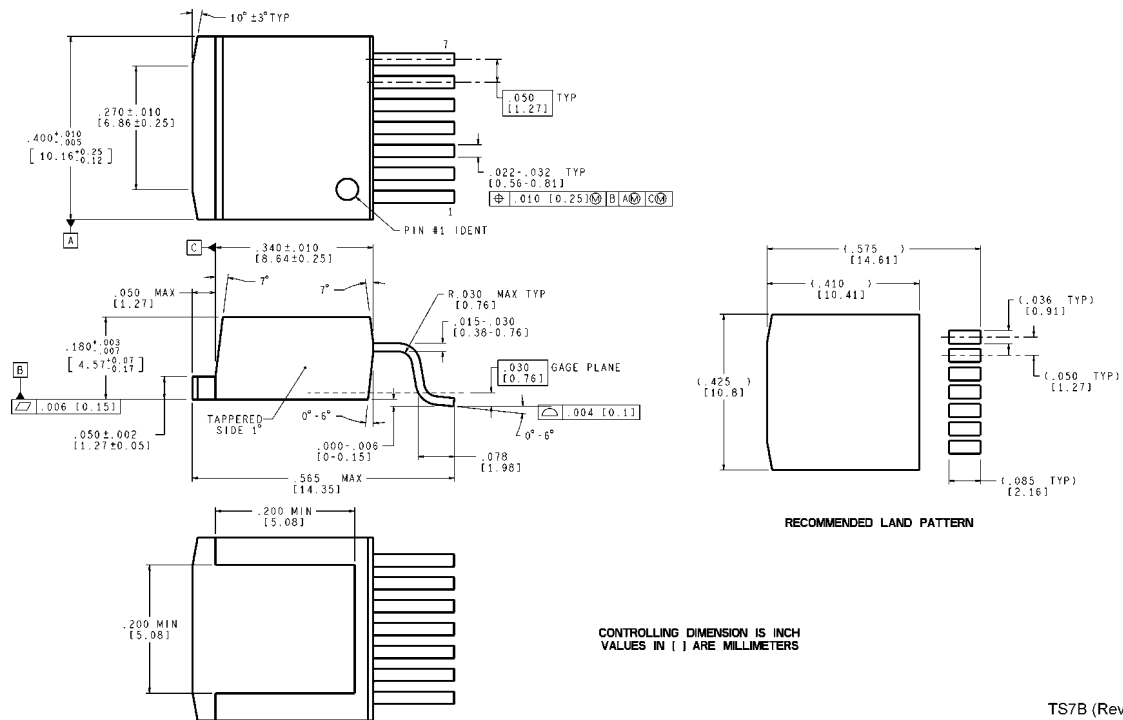
Table 6. Output Capacitors for Adjustable Output Voltage Applications (つづき)

Output Voltage (V)	Inductance (μH)	Through Hole							
		Sanyo OS-CON SA Series		Sanyo MV-GX Series		Nichicon PL Series		Panasonic HFQ Series	
		No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code	No.	C Code
1.21 to 2.50	33*	2	C3	5	C1	5	C3	3	C
	47*	2	C2	4	C1	3	C3	2	C5
2.5 to 3.75	33*	1	C3	3	C1	3	C1	2	C5
	47*	1	C2	2	C1	2	C3	1	C5
3.75 to 5	22	1	C3	3	C1	3	C1	2	C5
	33	1	C2	2	C1	2	C1	1	C5
	47	1	C2	2	C1	1	C3	1	C5
5 to 6.25	22	1	C5	2	C6	2	C3	2	C5
	33	1	C4	1	C6	2	C1	1	C5
	47	1	C4	1	C6	1	C3	1	C5
	68	1	C4	1	C6	1	C1	1	C5
6.25 to 7.5	22	1	C5	1	C6	2	C1	1	C5
	33	1	C4	1	C6	1	C3	1	C5
	47	1	C4	1	C6	1	C1	1	C5
	68	1	C4	1	C2	1	C1	1	C5
7.5 to 10	33	1	C7	1	C6	1	C14	1	C5
	47	1	C7	1	C6	1	C14	1	C5
	68	1	C7	1	C2	1	C14	1	C2
	100	1	C7	1	C2	1	C14	1	C2
10 to 12.5	33	1	C7	1	C6	1	C14	1	C5
	47	1	C7	1	C2	1	C14	1	C5
	68	1	C7	1	C2	1	C9	1	C2
	100	1	C7	1	C2	1	C9	1	C2
12.5 to 15	33	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
	47	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
	68	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
	100	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
15 to 20	33	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
	47	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
	68	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
	100	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
20 to 30	33	No Values Available		1	C7	1	C16	1	C2
	47			1	C7	1	C16	1	C2
	68			1	C7	1	C16	1	C2
	100			1	C7	1	C16	1	C2
30 to 37	10	No Values Available		1	C12	1	C20	1	C10
	15			1	C11	1	C20	1	C11
	22			1	C11	1	C20	1	C10
	33			1	C11	1	C20	1	C10
	47			1	C11	1	C20	1	C10
	68			1	C11	1	C20	1	C10

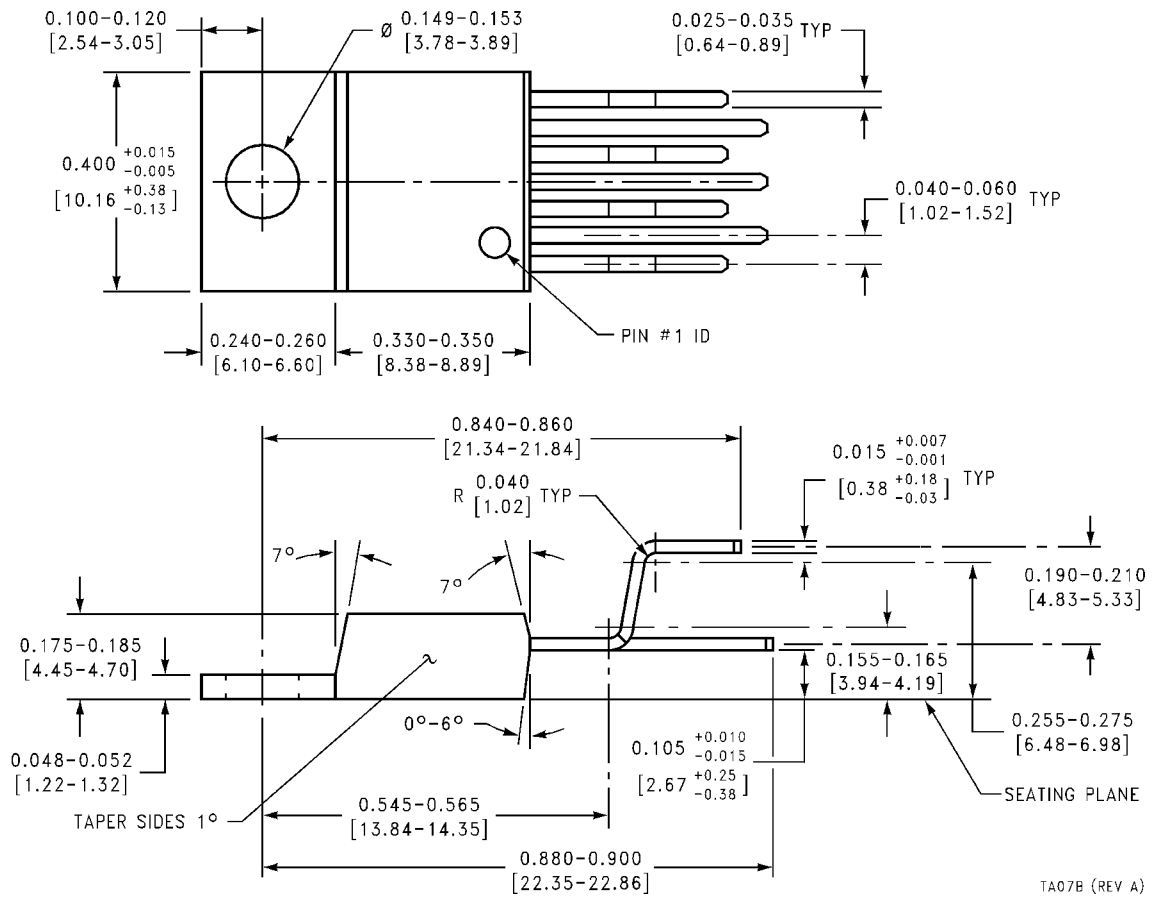
\* 実際の設計では、これより大きな値に設定してください。「アプリケーション・ヒント」の説明を参照のこと。

No. は、並列接続する同一のコンデンサの数を表しています。

C Code は、メーカーの個々の部品の識別に使用している Table 2 の Capacitor Reference Code と同じです。



# 外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) ( つぎ )



TA07B (REV A)

**TO-220 Power Package**  
**Order Number LM2676T-3.3, LM2676T-5.0,**  
**LM2676T-12 or LM2676T-ADJ**  
**NS Package Number TA07B**



