

LM1577,LM2577

LM1577/LM2577 SIMPLE SWITCHER Step-Up Voltage Regulator



Literature Number: JAJ5780



2005年4月

LM2577 シリーズ SIMPLE SWITCHER[®] 昇圧型電圧レギュレータ

概要

LM2577 は、ステップアップ（昇圧）、フライバック、フォワードコンバータ型スイッチング・レギュレータの電力 / 制御機能のすべてを内蔵したモノリシック集積回路です。このデバイスには 12V、15V の固定出力電圧バージョン、ADJ の可変出力電圧バージョンが収められています。

外付け部品は必要最小限となっており、これらのレギュレータはコストパフォーマンスが高く、使いやすくなっています。本データシートには、これらのスイッチング・レギュレータの動作に最適設計された標準インダクタとフライバック・トランス製品を記載しています。

パッケージには、3.0A の NPN スwitchング・トランジスタ、過電流保護、熱暴走保護、低電圧ロックアウト回路を内蔵しています。その他の特長として、外付け部品を一切必要としない 52kHz の固定周波数発振器、起動時の突入電流を減少させるソフトスタート・モード、入力電圧と出力負荷の過渡状態の改善・除去のための電流モード制御を備えています。

特長

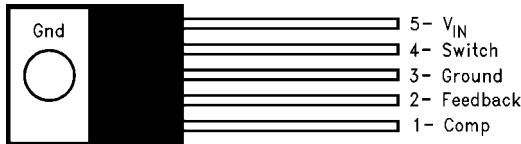
- 少ない外付け部品
- 耐圧 65V、3A の NPN スwitchング・トランジスタ内蔵
- 広入力電圧範囲 3.5V ~ 40V
- 優れた過渡応答、ライン・レギュレーション、電流制限を実現する電流モードオペレーション
- 52kHz の固定周波数発振器内蔵
- 起動時の突入電流を減少させるソフトスタート機能
- 過電流保護、低電圧ロックアウト、熱暴走保護回路内蔵

代表的なアプリケーション

- シンプルな高効率昇圧型（ブースト）レギュレータ
- フライバック・レギュレータ、フォワード・レギュレータ
- マルチ出力レギュレータ

ピン配置図

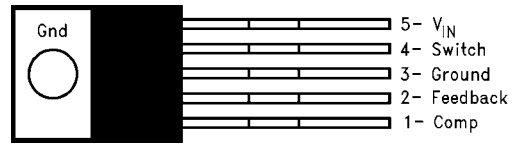
**Straight Leads
5-Lead TO-220 (T)**



Top View

Order Number LM2577T-12, LM2577T-15,
or LM2577T-ADJ
See NS Package Number T05A

**Bent, Staggered Leads
5-Lead TO-220 (T)**



Top View

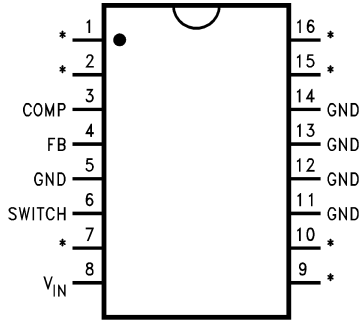
Order Number LM2577T-12 Flow LB03, LM2577T-15
Flow LB03, or LM2577T-ADJ Flow LB03
See NS Package Number T05D

特許申請中

SIMPLE SWITCHER[®] 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 (つぎ)

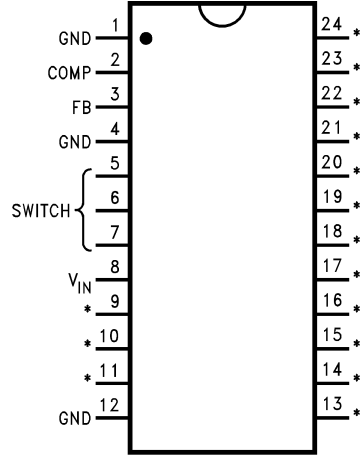
16-Lead DIP (N)



*No internal Connection

Top View
Order Number LM2577N-12, LM2577N-15,
or LM2577N-ADJ
See NS Package Number N16A

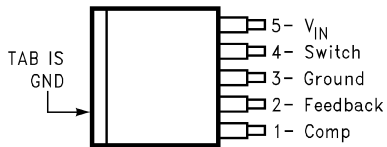
24-Lead Surface Mount (M)



*No internal Connection

Top View
Order Number LM2577M-12, LM2577M-15,
or LM2577M-ADJ
See NS Package Number M24B

TO-263 (S)
 5-Lead Surface-Mount Package



Top View

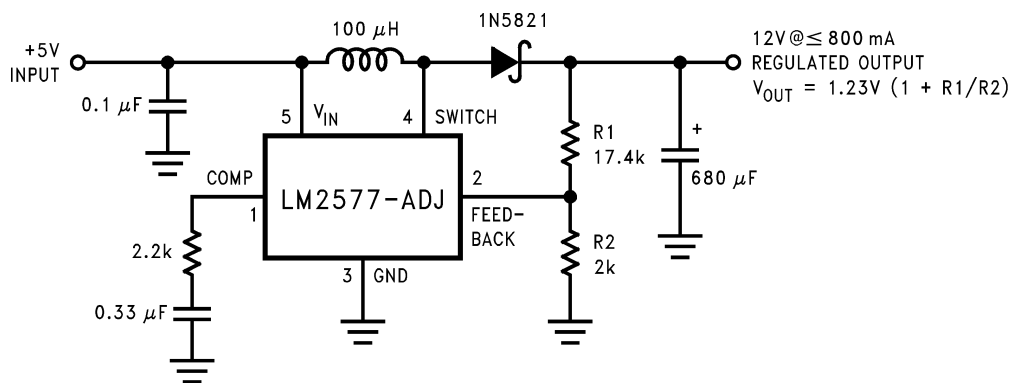


Side View
Order Number LM2577S-12, LM2577S-15,
or LM2577S-ADJ
See NS Package Number TS5B

製品情報

Temperature Range	Package Type	Output Voltage			NSC Package Drawing	Package
		12V	15V	ADJ		
$-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$	24-Pin Surface Mount	LM2577M-12	LM2577M-15	LM2577M-ADJ	M24B	SO
	16-Pin Molded DIP	LM2577N-12	LM2577N-15	LM2577N-ADJ	N16A	N
	5-Lead Surface Mount	LM2577S-12	LM2577S-15	LM2577S-ADJ	TS5B	TO-263
	5-Straight Leads	LM2577T-12	LM2577T-15	LM2577T-ADJ	T05A	TO-220
	5-Bent Staggered Leads	LM2577T-12	LM2577T-15	LM2577T-ADJ	T05D	TO-220
		Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03		

代表的なアプリケーション



Note: ヒン番号は TO-220(T) パッケージ用です。

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。
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

電源電圧	45V
出力スイッチ電圧	65V
出力スイッチ電流 (Note 2)	6.0A
消費電力	内部制限
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
リード温度 (ハンダ付け、10 秒)	260
最大接合部温度	150
ESD 定格 (C = 100 pF、R = 1.5 k Ω)	2 kV

動作定格 (Notes 10)

電源電圧	3.5V	V_{IN}	40V
出力スイッチ電圧	0V	V_{SWITCH}	60V
出力スイッチ電流		I_{SWITCH}	3.0A
接合部温度範囲	- 40	T_J	+ 125

電気的特性 LM2577-12

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-12 Limit (Note 5)	Units (Limits)
SYSTEM PARAMETERS Circuit of Figure 1 (Note 6)					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 5V$ to 10V $I_{LOAD} = 100$ mA to 800 mA (Note 3)	12.0	11.60/11.40 12.40/12.60	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$	Line Regulation	$V_{IN} = 3.5V$ to 10V $I_{LOAD} = 300$ mA	20	50/100	mV mV(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta I_{LOAD}}$	Load Regulation	$V_{IN} = 5V$ $I_{LOAD} = 100$ mA to 800 mA	20	50/100	mV mV(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 5V$, $I_{LOAD} = 800$ mA	80		%
DEVICE PARAMETERS					
I_S	Input Supply Current	$V_{FEEDBACK} = 14V$ (Switch Off)	7.5	10.0/14.0	mA mA(max)
		$I_{SWITCH} = 2.0A$ $V_{COMP} = 2.0V$ (Max Duty Cycle)	25	50/85	mA mA(max)
V_{UV}	Input Supply Undervoltage Lockout	$I_{SWITCH} = 100$ mA	2.90	2.70/2.65 3.10/3.15	V V(min) V(max)
f_O	Oscillator Frequency	Measured at Switch Pin $I_{SWITCH} = 100$ mA	52	48/42 56/62	kHz kHz(min) kHz(max)
V_{REF}	Output Reference Voltage	Measured at Feedback Pin $V_{IN} = 3.5V$ to 40V $V_{COMP} = 1.0V$	12	11.76/11.64 12.24/12.36	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{IN}}$	Output Reference Voltage Line Regulator	$V_{IN} = 3.5V$ to 40V	7		mV
R_{FB}	Feedback Pin Input Resistance		9.7		k Ω
G_M	Error Amp Transconductance	$I_{COMP} = -30$ μA to +30 μA $V_{COMP} = 1.0V$	370	225/145 515/615	μmho μmho (min) μmho (max)

電氣的特性 LM2577-12 (つづき)

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-12 Limit (Note 5)	Units (Limits)
DEVICE PARAMETERS					
A_{VOL}	Error Amp Voltage Gain	$V_{COMP} = 1.1V$ to $1.9V$ $R_{COMP} = 1.0 M\Omega$ (Note 7)	80	50/25	V/V V/V(min)
	Error Amplifier Output Swing	Upper Limit $V_{FEEDBACK} = 10.0V$	2.4	2.2/2.0	V V(min)
		Lower Limit $V_{FEEDBACK} = 15.0V$	0.3	0.40/0.55	V V(max)
	Error Amplifier Output Current	$V_{FEEDBACK} = 10.0V$ to $15.0V$ $V_{COMP} = 1.0V$	± 200	$\pm 130/\pm 90$ $\pm 300/\pm 400$	μA μA (min) μA (max)
I_{SS}	Soft Start Current	$V_{FEEDBACK} = 10.0V$ $V_{COMP} = 0V$	5.0	2.5/1.5 7.5/9.5	μA μA (min) μA (max)
D	Maximum Duty Cycle	$V_{COMP} = 1.5V$ $I_{SWITCH} = 100 mA$	95	93/90	% %(min)
$\frac{\Delta I_{SWITCH}}{\Delta V_{COMP}}$	Switch Transconductance		12.5		A/V
I_L	Switch Leakage Current	$V_{SWITCH} = 65V$ $V_{FEEDBACK} = 15V$ (Switch Off)	10	300/600	μA μA (max)
V_{SAT}	Switch Saturation Voltage	$I_{SWITCH} = 2.0A$ $V_{COMP} = 2.0V$ (Max Duty Cycle)	0.5	0.7/0.9	V V(max)
	NPN Switch Current Limit		4.5	3.7/3.0 5.3/6.0	A A(min) A(max)

電氣的特性 LM2577-15

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-15 Limit (Note 5)	Units (Limits)
SYSTEM PARAMETERS Circuit of Figure 2 (Note 6)					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 5V$ to $12V$ $I_{LOAD} = 100 mA$ to $600 mA$ (Note 3)	15.0	14.50/14.25 15.50/15.75	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$	Line Regulation	$V_{IN} = 3.5V$ to $12V$ $I_{LOAD} = 300 mA$	20	50/100	mV mV(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta I_{LOAD}}$	Load Regulation	$V_{IN} = 5V$ $I_{LOAD} = 100 mA$ to $600 mA$	20	50/100	mV mV(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 5V$, $I_{LOAD} = 600 mA$	80		%

電气的特性 LM2577-15 (つづき)

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-15 Limit (Note 5)	Units (Limits)
DEVICE PARAMETERS					
I_S	Input Supply Current	$V_{FEEDBACK} = 18.0V$ (Switch Off)	7.5	10.0/ 14.0	mA mA(max)
		$I_{SWITCH} = 2.0A$ $V_{COMP} = 2.0V$ (Max Duty Cycle)	25	50/85	mA mA(max)
V_{UV}	Input Supply Undervoltage Lockout	$I_{SWITCH} = 100\text{ mA}$	2.90	2.70/ 2.65 3.10/ 3.15	V V(min) V(max)
f_O	Oscillator Frequency	Measured at Switch Pin $I_{SWITCH} = 100\text{ mA}$	52	48/42 56/62	kHz kHz(min) kHz(max)
V_{REF}	Output Reference Voltage	Measured at Feedback Pin $V_{IN} = 3.5V$ to 40V $V_{COMP} = 1.0V$	15	14.70/ 14.55 15.30/ 15.45	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{IN}}$	Output Reference Voltage Line Regulation	$V_{IN} = 3.5V$ to 40V	10		mV
R_{FB}	Feedback Pin Input Voltage Line Regulator		12.2		k Ω
G_M	Error Amp Transconductance	$I_{COMP} = -30\text{ }\mu A$ to $+30\text{ }\mu A$ $V_{COMP} = 1.0V$	300	170/ 110 420/ 500	μmho μmho (min) μmho (max)
A_{VOL}	Error Amp Voltage Gain	$V_{COMP} = 1.1V$ to 1.9V $R_{COMP} = 1.0\text{ M}\Omega$ (Note 7)	65	40/20	V/V V/V(min)
		Upper Limit $V_{FEEDBACK} = 12.0V$ Lower Limit $V_{FEEDBACK} = 18.0V$	2.4 0.3	2.2/2.0 0.40/0.55	V V(min) V(max)
	Error Amp Output Current	$V_{FEEDBACK} = 12.0V$ to 18.0V $V_{COMP} = 1.0V$	± 200	± 130 / ± 90 ± 300 / ± 400	μA μA (min) μA (max)
I_{SS}	Soft Start Current	$V_{FEEDBACK} = 12.0V$ $V_{COMP} = 0V$	5.0	2.5/ 1.5 7.5/ 9.5	μA μA (min) μA (max)
D	Maximum Duty Cycle	$V_{COMP} = 1.5V$ $I_{SWITCH} = 100\text{ mA}$	95	93/90	% %(min)
$\frac{\Delta I_{SWITCH}}{\Delta V_{COMP}}$	Switch Transconductance		12.5		A/V
I_L	Switch Leakage Current	$V_{SWITCH} = 65V$ $V_{FEEDBACK} = 18.0V$ (Switch Off)	10	300/600	μA μA (max)
V_{SAT}	Switch Saturation Voltage	$I_{SWITCH} = 2.0A$ $V_{COMP} = 2.0V$ (Max Duty Cycle)	0.5	0.7/0.9	V V(max)

電氣的特性 LM2577-15 (つづき)

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{FEEDBACK} = V_{REF}$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-15 Limit (Note 5)	Units (Limits)
DEVICE PARAMETERS					
	NPN Switch Current Limit	$V_{COMP} = 2.0V$	4.3	3.7/ 3.0 5.3/ 6.0	A A(min) A(max)

電氣的特性 LM2577-ADJ

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{FEEDBACK} = V_{REF}$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-ADJ Limit (Note 5)	Units (Limits)
SYSTEM PARAMETERS Circuit of <i>Figure 3</i> (Note 6)					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 5V$ to 10V $I_{LOAD} = 100$ mA to 800 mA (Note 3)	12.0	11.60/ 11.40 12.40/ 12.60	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$	Line Regulation	$V_{IN} = 3.5V$ to 10V $I_{LOAD} = 300$ mA	20	50/ 100	mV mV(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta I_{LOAD}}$	Load Regulation	$V_{IN} = 5V$ $I_{LOAD} = 100$ mA to 800 mA	20	50/ 100	mV mV(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 5V$, $I_{LOAD} = 800$ mA	80		%
DEVICE PARAMETERS					
I_S	Input Supply Current	$V_{FEEDBACK} = 1.5V$ (Switch Off)	7.5	10.0/ 14.0	mA mA(max)
		$I_{SWITCH} = 2.0A$ $V_{COMP} = 2.0V$ (Max Duty Cycle)	25	50/ 85	mA mA(max)
V_{UV}	Input Supply Undervoltage Lockout	$I_{SWITCH} = 100$ mA	2.90	2.70/ 2.65 3.10/ 3.15	V V(min) V(max)
f_O	Oscillator Frequency	Measured at Switch Pin $I_{SWITCH} = 100$ mA	52	48/ 42 56/ 62	kHz kHz(min) kHz(max)
V_{REF}	Reference Voltage	Measured at Feedback Pin $V_{IN} = 3.5V$ to 40V $V_{COMP} = 1.0V$	1.230	1.214/ 1.206 1.246/ 1.254	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{IN}}$	Reference Voltage Line Regulation	$V_{IN} = 3.5V$ to 40V	0.5		mV
I_B	Error Amp Input Bias Current	$V_{COMP} = 1.0V$	100	300/ 800	nA nA(max)
G_M	Error Amp Transconductance	$I_{COMP} = -30$ μA to +30 μA $V_{COMP} = 1.0V$	3700	2400/ 1600 4800/ 5800	μmho μmho (min) μmho (max)
A_{VOL}	Error Amp Voltage Gain	$V_{COMP} = 1.1V$ to 1.9V $R_{COMP} = 1.0$ M Ω (Note 7)	800	500/ 250	V/V V/V(min)

電氣的特性 LM2577-ADJ (つづき)

標準文字の規格値は $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、 $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{FEEDBACK} = V_{REF}$ 、 $I_{SWITCH} = 0$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM2577-ADJ Limit (Note 5)	Units (Limits)
DEVICE PARAMETERS					
	Error Amplifier Output Swing	Upper Limit $V_{FEEDBACK} = 1.0V$	2.4	2.2/2.0	V V(min)
		Lower Limit $V_{FEEDBACK} = 1.5V$	0.3	0.40/0.55	V V(max)
	Error Amp Output Current	$V_{FEEDBACK} = 1.0V$ to $1.5V$ $V_{COMP} = 1.0V$	± 200	$\pm 130/\pm 90$ $\pm 300/\pm 400$	μA μA (min) μA (max)
I_{SS}	Soft Start Current	$V_{FEEDBACK} = 1.0V$ $V_{COMP} = 0V$	5.0	2.5/1.5 7.5/9.5	μA μA (min) μA (max)
D	Maximum Duty Cycle	$V_{COMP} = 1.5V$ $I_{SWITCH} = 100$ mA	95	93/90	% %(min)
$\Delta I_{SWITCH}/\Delta V_{COMP}$	Switch Transconductance		12.5		A/V
I_L	Switch Leakage Current	$V_{SWITCH} = 65V$ $V_{FEEDBACK} = 1.5V$ (Switch Off)	10	300/600	μA μA (max)
V_{SAT}	Switch Saturation Voltage	$I_{SWITCH} = 2.0A$ $V_{COMP} = 2.0V$ (Max Duty Cycle)	0.5	0.7/0.9	V V(max)
	NPN Switch Current Limit	$V_{COMP} = 2.0V$	4.3	3.7/3.0 5.3/6.0	A A(min) A(max)
THERMAL PARAMETERS (All Versions)					
θ_{JA}	Thermal Resistance	K Package, Junction to Ambient	35		°C/W
θ_{JC}		K Package, Junction to Case	1.5		
θ_{JA}		T Package, Junction to Ambient	65		
θ_{JC}		T Package, Junction to Case	2		
θ_{JA}		N Package, Junction to Ambient (Note 8)	85		
θ_{JA}		M Package, Junction to Ambient (Note 8)	100		
θ_{JA}		S Package, Junction to Ambient (Note 9)	37		

Note 1: 絶対最大定格とは、IC に破壊が発生する可能性のある制限値をいいます。動作定格とは、IC が動作する条件を示しますが、この条件下で IC のスペースが保証されているわけではありません。保証される仕様、試験条件については、電氣的特性を参照ください。

Note 2: LM2577 をステップアップレギュレータとして構成した場合、負荷短絡時、電源インダクタ、ダイオードを通し大電流が流れます。この場合、IC による電流制限はかかりません。またこの時 IC にも大電流が流れますが応答時間の遅れにより IC が損傷する場合があります。スイッチの損傷を防ぐためにスイッチ電流を外部にて 6A 以下にする必要があります。ただし、アプリケーション・ヒントに従ったフライバックまたはフォワードコンバータとして用いる場合、最大出力電流に内部制限がかかります。

Note 3: (省略)

Note 4: (省略)

Note 5: 室温におけるリミット値 (標準文字) と全動作温度範囲におけるリミット値 (太字) は保証されます。室温におけるリミット値は 100% 検査されます。全動作範囲におけるリミット値は、標準統計品質管理 (SQC) 方式の補正データを加味して保証されます。

Note 6: ダイオード、インダクタ、入出力コンデンサといった外付け部品は、スイッチングレギュレータのシステム性能に影響を与えます。そのため LM2577 を Figure 1 ~ 3 のテスト回路に示すように使用すると、電氣的特性のシステム・パラメータに示すシステム性能が得られます。

Note 7: 1.0M の抵抗が、 A_{VOL} を正確に測定するために COMP ピン (エラーアンプ出力) に接続されています。実際のアプリケーションでは、このピンの負荷抵抗は 10M 以上でなければなりません。この結果、 A_{VOL} は保証されている最小リミット値の 2 倍となります。

電気的特性 LM2577-ADJ (つづき)

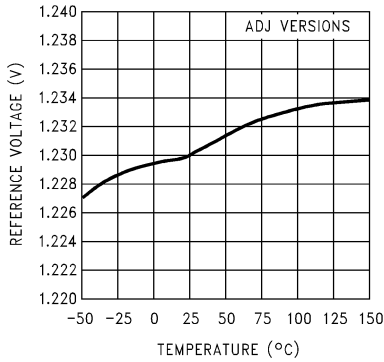
Note 8: 接合部周囲熱抵抗は、リードを囲む約 1 平方インチの銅エリアをもったプリント基板に取り付けられています。さらに銅エリアを追加すると、熱抵抗が低下します。「Switchers Made Simple」ソフトウェアの熱計算モデルを参照ください。

Note 9: TO-263 パッケージでは、デバイスを PC ボードの銅エリアにハンダ付けすれば、熱抵抗を下げられます。0.5 平方インチでは $J_A = 50$ /W、1 平方インチでは $J_A = 37$ /W、1.6 平方インチ以上では $J_A = 32$ /W とします

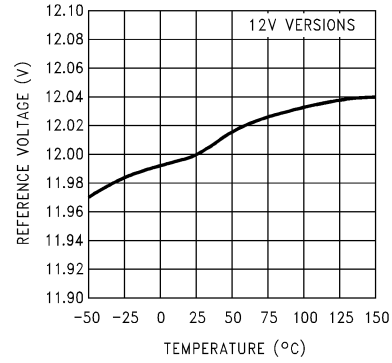
Note 10: 動作時、フィードバック端子には LM2577-12 では 24V、LM2577-15 では 30V、LM2577-ADJ では 2.5V 以上の電圧を印加しないでください。

代表的な性能特性

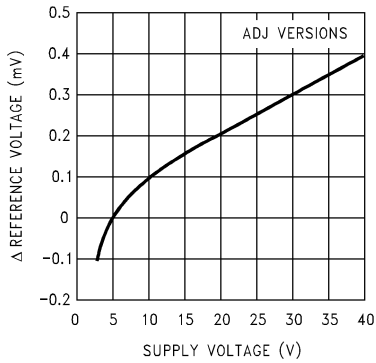
Reference Voltage vs Temperature



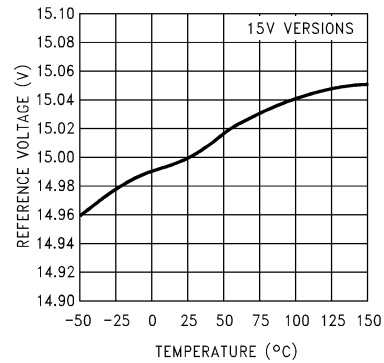
Reference Voltage vs Temperature



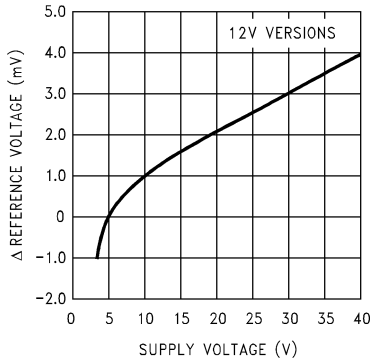
Reference Voltage vs Supply Voltage



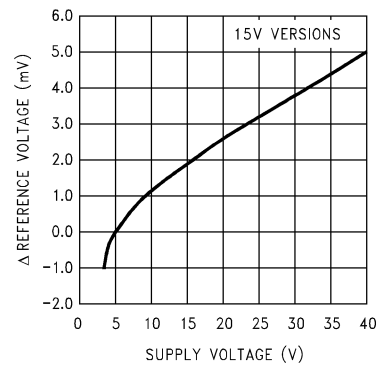
Reference Voltage vs Temperature



Reference Voltage vs Supply Voltage

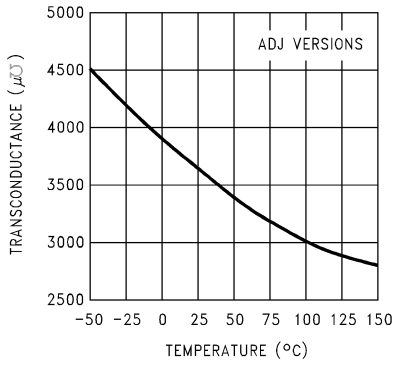


Reference Voltage vs Supply Voltage

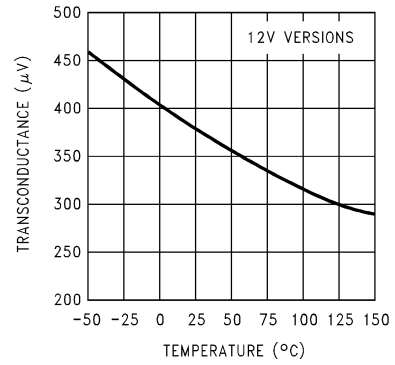


代表的な性能特性 (つぎ)

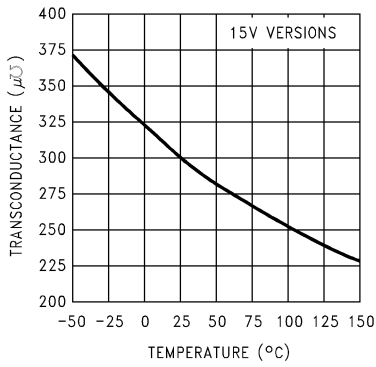
Error Amp Transconductance vs Temperature



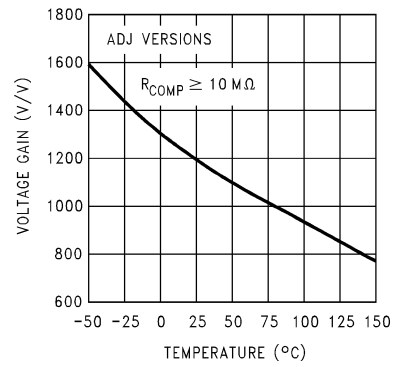
Error Amp Transconductance vs Temperature



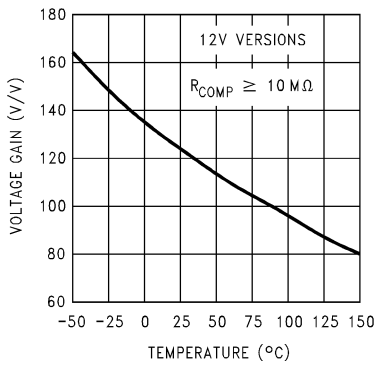
Error Amp Transconductance vs Temperature



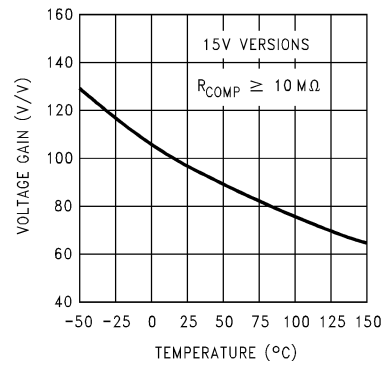
Error Amp Voltage Gain vs Temperature



Error Amp Voltage Gain vs Temperature

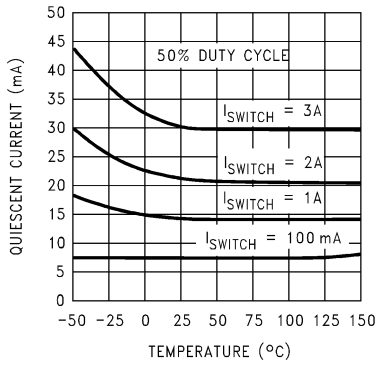


Error Amp Voltage Gain vs Temperature

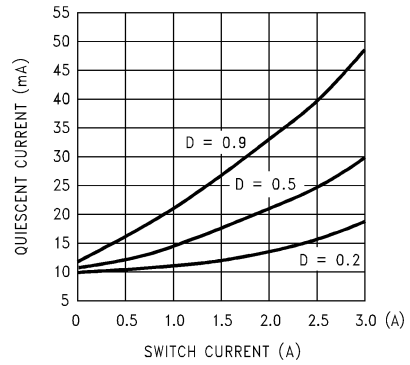


代表的な性能特性 (つぎ)

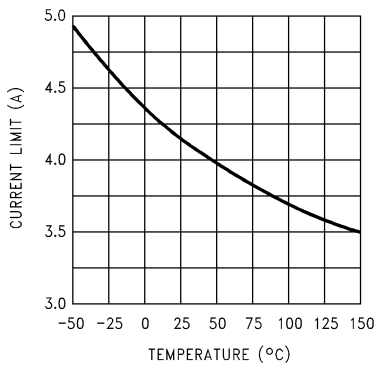
Quiescent Current vs Temperature



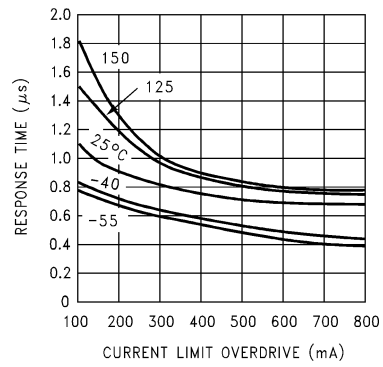
Quiescent Current vs Switch Current



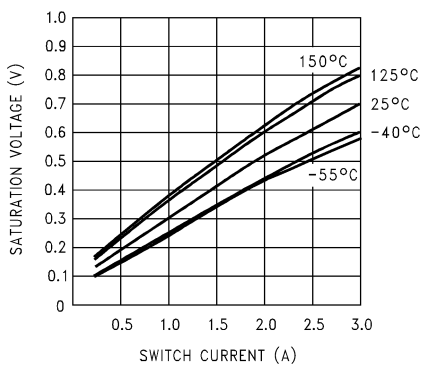
Current Limit vs Temperature



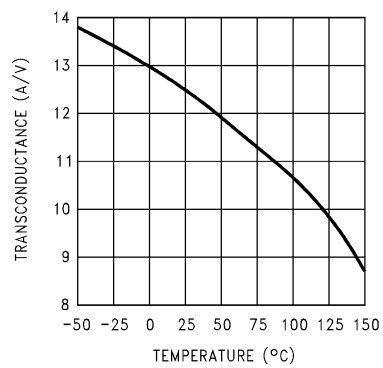
Current Limit Response Time vs Overdrive



Switch Saturation Voltage vs Switch Current

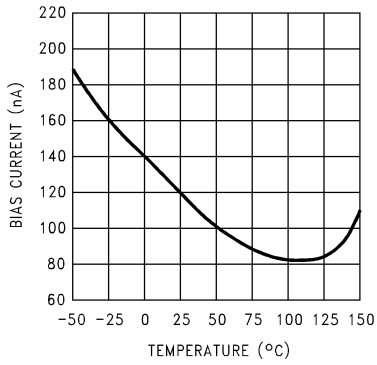


Switch Transconductance vs Temperature

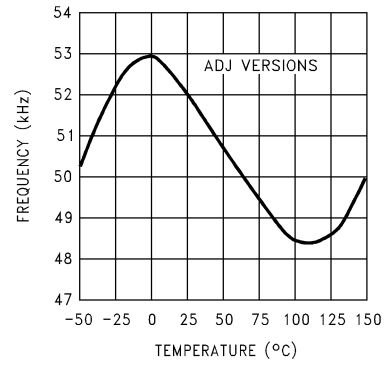


代表的な性能特性 (つづき)

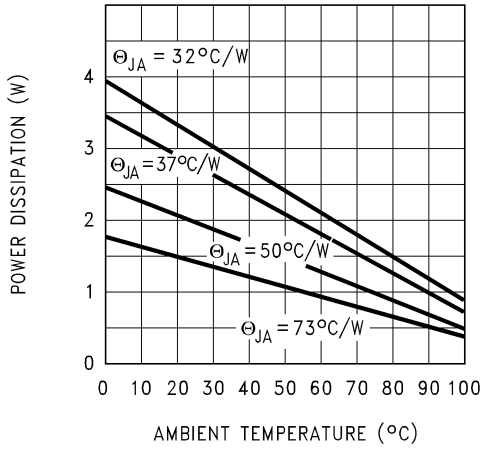
Feedback Pin Bias Current vs Temperature



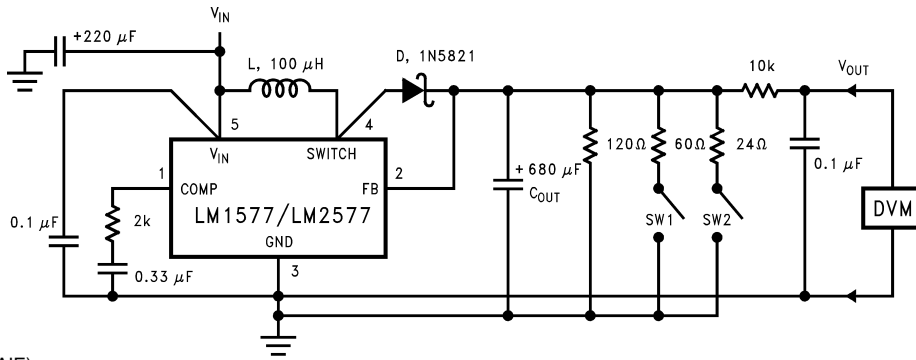
Oscillator Frequency vs Temperature



Maximum Power Dissipation (TO-263) (Note 9)



LM2577-12 テスト回路

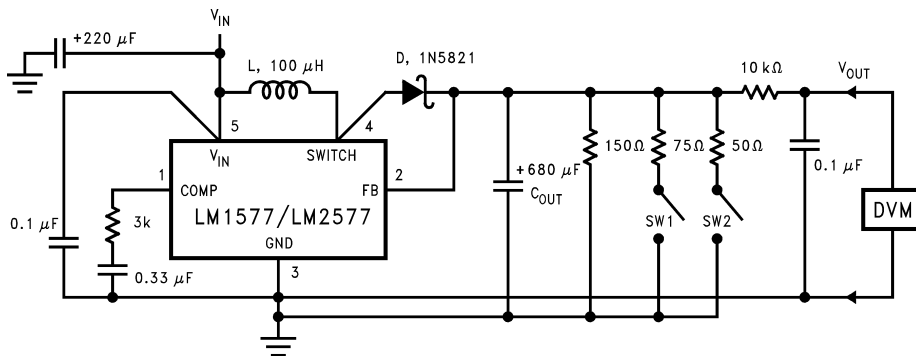


L = 415-0930 (AIE)
 D = any manufacturer
 C_{OUT} = Sprague Type 673D
 Electrolytic 680 μF, 20V

Note: ピン番号は TO-220(T) パッケージ用です。

FIGURE 1. Circuit Used to Specify System Parameters for 12V Versions

LM2577-15 テスト回路

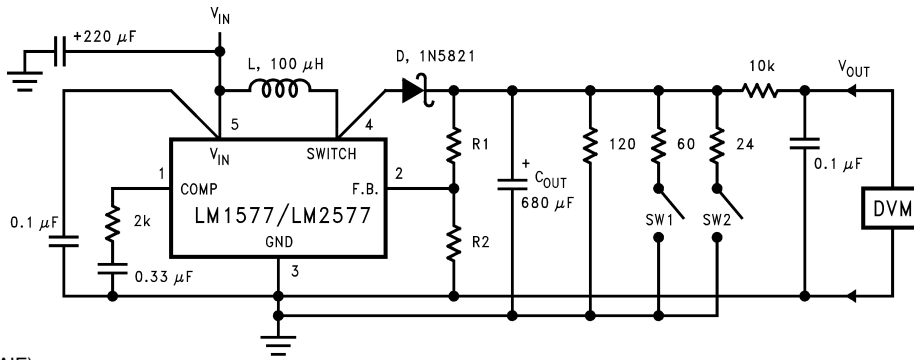


L = 415-0930 (AIE)
 D = any manufacturer
 C_{OUT} = Sprague Type 673D
 Electrolytic 680 μF, 20V

Note: ピン番号は TO-220(T) パッケージ用です。

FIGURE 2. Circuit Used to Specify System Parameters for 15V Versions

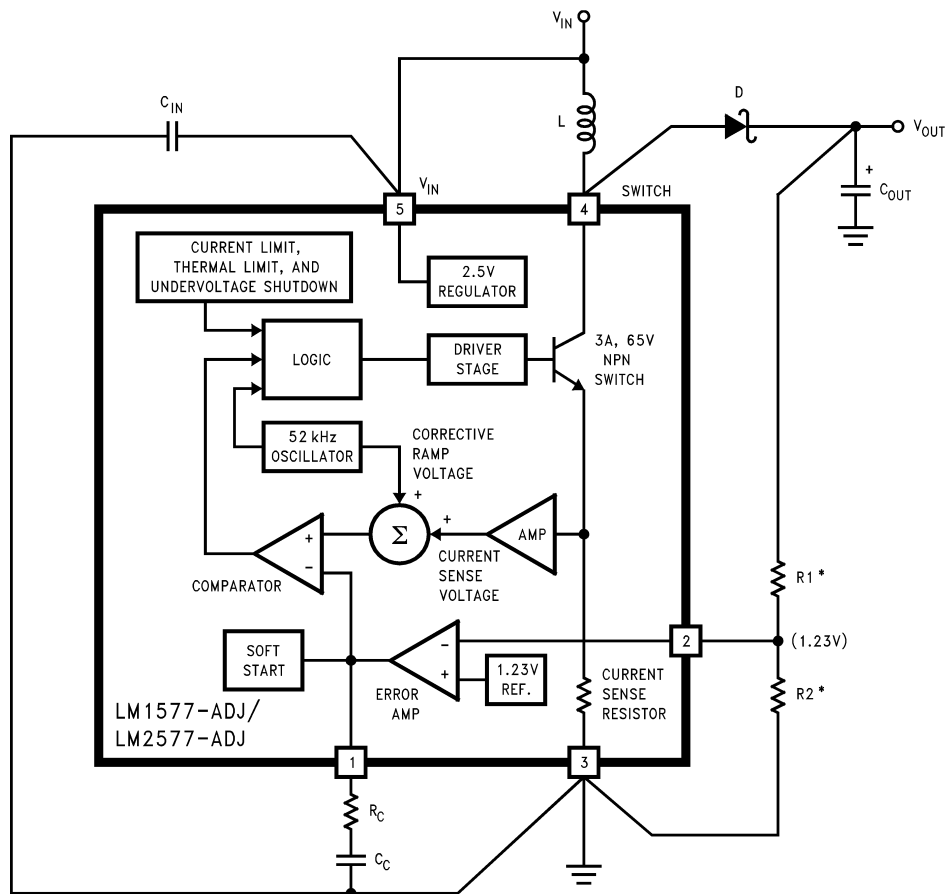
LM2577-ADJ テスト回路



L = 415-0930 (AIE)
 D = any manufacturer
 C_{OUT} = Sprague Type 673D
 Electrolytic 680 μF, 20V
 R1 = 48.7k in series with 511 (1%)
 R2 = 5.62k (1%)
 Note: ヒン番号は TO-220(T) パッケージ用です。

FIGURE 3. Circuit Used to Specify System Parameters for ADJ Versions

アプリケーション・ヒント



Note: ヒン番号は TO-220(T) パッケージ用です。
 * 12V と 15V 製品の LM2577 は、内蔵の抵抗を使用。

FIGURE 4. LM2577 Block Diagram and Boost Regulator Application

アプリケーション・ヒント (つづき)

ステップアップ (ブースト) レギュレータ

Figure 4 は、LM2577-ADJ のステップアップ・レギュレータの応用例です。これは、入力電源電圧より高い出力電圧を得るスイッチング・レギュレータです。また、固定出力電圧の LM2577-12、LM2577-15 により 12V または 15V のステップアップ・レギュレータを構成でき、この場合、レギュレータの出力を直接フィードバックピンへ接続します。

その基本動作を次に説明します。LM2577 は 52kHz の固定周波数で出力スイッチをオン / オフし、外付けのインダクタ (L) にエネルギーを蓄えます。NPN スイッチがオンになると、 V_{IN}/L の割合でインダクタ電流が増加し、インダクタにエネルギーを蓄えます。スイッチがオフになると、インダクタ内部のエネルギーは $(V_{OUT} - V_{IN})/L$ の割合でダイオード (D) から出力コンデンサ (C_{OUT}) に入力電圧以上の電圧で放電します。このように、スイッチオン/オフの間にインダクタ内部に蓄積されたエネルギーは、スイッチオフの間に出力へ転送されます。出力電圧は、インダクタ内部のエネルギー量により決まり、そのエネルギーはピーク・インダクタ電流を変調することにより制御されます。この制御では、出力電圧の一部をエラーアンプにフィードバックし、エラーアンプがフィードバック電圧と 1.230V の内部基準電圧との差異を増幅します。エラーアンプの出力電圧は、スイッチ電流に比例する電圧 (すなわちスイッチオンタイム中のインダクタ電流) と比較されます。

コンパレータは、2 つの電圧が等しくなるとスイッチオンタイムを終了させ、ピークスイッチ電流を制御して出力電圧を一定に保ちます。

Figure 5 はこの回路の電圧波形と電流波形を、また Figure 6 はそれらの計算式を示しています。

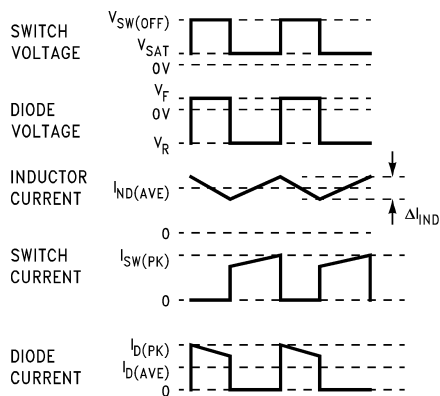


FIGURE 5. Step-Up Regulator Waveforms

Duty Cycle	D	$\frac{V_{OUT} + V_F - V_{IN}}{V_{OUT} + V_F - V_{SAT}} \approx \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}}$
Average Inductor Current	$I_{IND(AVE)}$	$\frac{I_{LOAD}}{1 - D}$
Inductor Current Ripple	ΔI_{IND}	$\frac{V_{IN} - V_{SAT}}{L} \frac{D}{52,000}$
Peak Inductor Current	$I_{IND(PK)}$	$\frac{I_{LOAD(max)}}{1 - D_{(max)}} + \frac{\Delta I_{IND}}{2}$
Peak Switch Current	$I_{SW(PK)}$	$\frac{I_{LOAD(max)}}{1 - D_{(max)}} + \frac{\Delta I_{IND}}{2}$
Switch Voltage When Off	$V_{SW(OFF)}$	$V_{OUT} + V_F$
Diode Reverse Voltage	V_R	$V_{OUT} - V_{SAT}$
Average Diode Current	$I_{D(AVE)}$	I_{LOAD}
Peak Diode Current	$I_{D(PK)}$	$\frac{I_{LOAD}}{1 - D_{(max)}} + \frac{\Delta I_{IND}}{2}$

V_F = Forward Biased Diode Voltage

I_{LOAD} = Output Load Current

FIGURE 6. Step-Up Regulator Formulas

ステップアップ・レギュレータの設計手順

次に示す設計手順は、システムの要求条件に基づき、Figure 4 の回路に適切な外付け部品を選択する際に用います。

与式：

$V_{IN(min)}$ = 最小入力電圧

V_{OUT} = 出力電圧

$I_{LOAD(max)}$ = 最大出力電流

まず、LM2577 の V_{IN} が最小のとき、必要な V_{OUT} と $I_{LOAD(max)}$ の値が得られるかを検討します。 V_{OUT} と $I_{LOAD(max)}$ の上限値は、次の式から計算します。

$$V_{OUT} \leq 60V$$

$$\text{および } V_{OUT} \leq 10 \times V_{IN(min)}$$

$$I_{LOAD(max)} \leq \frac{2.1A \times V_{IN(min)}}{V_{OUT}}$$

アプリケーション上で指定される数値は、これらのリミット値以下でなければなりません。

アプリケーション・ヒント (つづき)

1. インダクタの選択 (L)

A. 電圧オプション

1. 12V、または 15V 出力

Figure 7 (12V 出力)、または Figure 8 (15V 出力) のインダクタ選択ガイドから、 $V_{IN(min)}$ と $I_{LOAD(max)}$ が交差する領域のインダクタ・コードを識別します。斜線領域は、LM2577 の出力スイッチング・トランジスタがその定格電流を超えていることを示します。LM2577 の最小動作電圧は 3.5V です。ここで、ステップ C に進みます。

2. ADJ バージョン

予備計算

インダクタの選択は、次の 3 つのパラメータの計算に基づいています。

$D_{(max)}$: 最大スイッチ・デューティ・サイクル (0 D 0.9)

$$D_{(max)} = \frac{V_{OUT} + V_F - V_{IN(min)}}{V_{OUT} + V_F - 0.6V}$$

ショットキ・ダイオードの場合 $V_F = 0.5V$ 、ファースト・リカバリ・ダイオードの場合 0.8V (代表値)

$E \cdot T$: インダクタに蓄えられるエネルギー、電圧×時間の積

$$E \cdot T = \frac{D_{(max)} (V_{IN(min)} - 0.6V) 10^6}{52,000 \text{ Hz}} \quad (V \cdot \mu s)$$

$I_{IND,DC}$: 全負荷における平均インダクタ電流

$$I_{IND,DC} = \frac{1.05 \times I_{LOAD(max)}}{1 - D_{(max)}}$$

B. インダクタ値を識別します。

- Figure 9 から、 $E \cdot T$ と $I_{IND,DC}$ が交差する領域のインダクタ・コードを識別します。このコードは、インダクタ値 (単位: マイクロヘンリー) を示します。品名の頭の L または H の表示は、インダクタの最大 $E \cdot T$ 値が $90V \cdot \mu s$ (L)、または $250V \cdot \mu s$ (H) に定格が定められていることを意味します。
- $D < 0.85$ の場合は、ステップ C へ進みます。 $D = 0.85$ の場合は、スイッチング・レギュレータの安定性を保証するのに必要な最少インダクタンスを計算します。

$$L_{MIN} = \frac{6.4 (V_{IN(min)} - 0.6V) (2D_{(max)} - 1)}{1 - D_{(max)}} \quad (\mu H)$$

ステップ B1 で識別したインダクタ値より L_{MIN} が低い場合は、ステップ C へ進みます。高い場合は、ステップ B1 のインダクタ値が低すぎるため、次の手順に従い、グラフから適切なインダクタ・コードを求めます。

- L_{MIN} より高いインダクタの最低値を探す。

- $E \cdot T$ がこのインダクタ値に交差する領域を探し、L または H が付くインダクタを求めてください。 $E \cdot T$ が L と H の両領域に交差する場合は、品名の頭に H が付くインダクタを選択します。

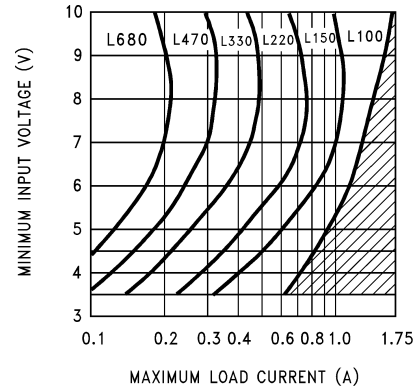


FIGURE 7. LM2577-12 Inductor Selection Guide

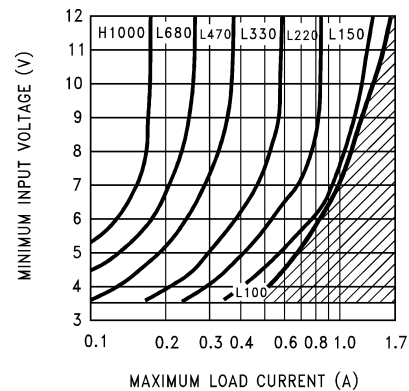
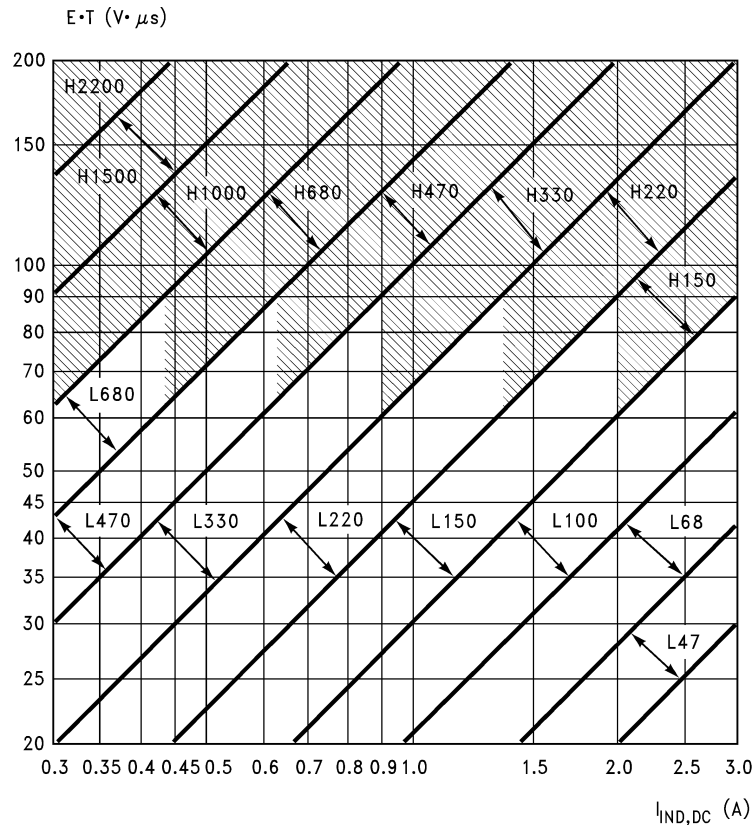


FIGURE 8. LM2577-15 Inductor Selection Guide

アプリケーション・ヒント (つづき)



Note: このチャートでは、インダクタのリプル電流を平均インダクタ電流 (全負荷時のレギュレータの場合) の約 20% から 30% として想定しています。さらに大きいリプル電流では、より高いピークスイッチ電流となり、出力リプル電圧も高くなります。インダクタを大きくするとリプル電流が低くなります。20% から 30% の値は、両方の中で適度のバランスをとるために選ばれたものです。

FIGURE 9. LM2577-ADJ Inductor Selection Graph

C. Figure 10 はインダクタを選択するためのクロスリファレンスです。インダクタ・コードに対応したインダクタ・メーカ 3 社の部品番号を示しています。これらのインダクタの仕様書は、各メーカから入手できます。この表に記載のインダクタは、次の特長を備えています。

AIE : フェライト・ポットコア・インダクタは、低電磁妨害 (EMI)、小サイズ、低消費電力 (コア損失) を特長としています。E・T とピーク電流の最大定格を超えて動作させると、コアを飽和させるので注意してください。

Pulse : パウダーアイアン・トロイダルコア・インダクタは、低 EMI を特長とし、フェライトコアより優れた E・T とピーク電流耐性を備えています。

Renco : フェライト・ボビンコア・インダクタは、低コストを特長とし、定格値以上の E・T とピーク電流耐性を備えています。このインダクタは他のタイプに比べて EMI が大きく、これが信号を干渉する可能性があることに留意してください。

アプリケーション・ヒント (つづき)

Inductor Code	Manufacturer's Part Number		
	Schott	Pulse	Renco
L47	67126980	PE - 53112	RL2442
L68	67126990	PE - 92114	RL2443
L100	67127000	PE - 92108	RL2444
L150	67127010	PE - 53113	RL1954
L220	67127020	PE - 52626	RL1953
L330	67127030	PE - 52627	RL1952
L470	67127040	PE - 53114	RL1951
L680	67127050	PE - 52629	RL1950
H150	67127060	PE - 53115	RL2445
H220	67127070	PE - 53116	RL2446
H330	67127080	PE - 53117	RL2447
H470	67127090	PE - 53118	RL1961
H680	67127100	PE - 53119	RL1960
H1000	67127110	PE - 53120	RL1959
H1500	67127120	PE - 53121	RL1958
H2200	67127130	PE - 53122	RL2448

Schott Corp., (612) 475-1173
 1000 Parkers Lake Rd., Wayzata, MN 55391
 Pulse Engineering, (619) 268-2400
 P.O. Box 12235, San Diego, CA 92112
 Renco Electronics Inc., (516) 586-5566
 60 Jeffryn Blvd. East, Deer Park, NY 11729

FIGURE 10. Table of Standardized Inductors and Manufacturer's Part Numbers

2. 補償ネットワーク (R_C C_C) と出力コンデンサ (C_{OUT}) の選択

R_C と C_C は、レギュレータを安定させる補償ネットワークを形成します。 R_C と C_C の数値は、主にレギュレータの電圧利得、 $I_{LOAD(max)}$ 、 L 、 C_{OUT} により決まります。次の手順により、レギュレータの安定性が得られる R_C 、 C_C 、 C_{OUT} の数値を求めます。ただし、必ずしも最適補償をもたらす R_C と C_C が得られるとは限らないのでご注意ください。最適補償を得るためには、テストループの安定性を保つ標準的な手順 (I_{LOAD} の変動時における V_{OUT} の過渡特性の測定など) を用います (Figure 15 参照)。

A. まず、 R_C の最大値を求めます。

$$R_C \leq \frac{750 \times I_{LOAD(max)} \times V_{OUT}^2}{V_{IN(min)}^2}$$

この数値より低いか、あるいはそれに等しい $3k\Omega$ 以下の抵抗を選択します。

B. 次の 2 つの式を用いて、 C_{OUT} の最小値を求めます。

$$C_{OUT} \geq \frac{0.19 \times L \times R_C \times I_{LOAD(max)}}{V_{IN(min)} \times V_{OUT}}$$

および

$$C_{OUT} \geq \frac{V_{IN(min)} \times R_C \times (V_{IN(min)} + (3.74 \times 10^5 \times L))}{487,800 \times V_{OUT}^3}$$

この 2 つの数値のうち、大きい数値が安定性を保持できる最小値です。

C. C_C の最小値を求めます。

$$C_C \geq \frac{58.5 \times V_{OUT}^2 \times C_{OUT}}{R_C^2 \times V_{IN(min)}}$$

補償コンデンサはまた、ソフトスタート回路の一部です。電源投入時、このコンデンサによって制御される速度で、スイッチ・デューティ・サイクルが立ち上がります。ソフトスタート制御がない場合、デューティ・サイクルは、入力から大電流を引き込みながら即座に 90% まで立ち上がります。適切に動作させるためには、ソフトスタート回路は $C_C = 0.22 \mu F$ でなければなりません。

出力フィルタコンデンサは、大容量のアルミニウム電解コンデンサを使用します。Figure 11 にスイッチング・レギュレータに推奨されるいくつかのタイプを示します。次のパラメータを参考にし、コンデンサを選択します。

定格電圧 (WVDC) : レギュレータ出力電圧より 20% 以上高い定格電圧のコンデンサを選択します。

リップル電流 : スwitching・サイクルにおいて、コンデンサをチャージする電流の最大 RMS 値です。ステップアップ・レギュレータとフライバック・レギュレータの場合、リップル電流の式は、

$$I_{RIPPLE(RMS)} = \frac{I_{LOAD(max)} \times D_{(max)}}{1 - D_{(max)}}$$

52kHz において、この数値より 50% 以上高い定格値のコンデンサを選択します。

等価直列抵抗 (ESR) : 出力リップル電圧が生じる主な要因になり、レギュレータの安定化に必要な R_C と C_C の数値にも影響します。このため、前述した C_C と R_C の算出は、ESR が次式で規定の最大値を超えなければ、最適といえます。

$$ESR \leq \frac{0.01 \times V_{OUT}}{I_{RIPPLE(P-P)}} \text{ and } \leq \frac{8.7 \times (10) - 3 \times V_{IN}}{I_{LOAD(max)}}$$

ここで

$$I_{RIPPLE(P-P)} = \frac{1.15 \times I_{LOAD(max)}}{1 - D_{(max)}}$$

上記の計算で得た値以下の ESR のコンデンサを選択します。通常の電解コンデンサは、52kHz より先 15% ~ 30% 高い値をもつ 120Hz で ESR を規定しています。また、-20°C の動作時には、ESR 値は約 2 倍増加することに注意してください。

一般に、ESR を低くするには、大容量のコンデンサ ($C = 470 \mu F$) を使用するか、高 WVDC のコンデンサを使用します。あるいは小容量のコンデンサを並列に接続します。

アプリケーション・ヒント (つづき)

3. 出力電圧の選択 (R1 と R2)

ここでは、LM2577-ADJ を例に取ります。固定出力の LM2577-12、LM2577-15 を使用している場合は、この項を無視してください。

LM2577-ADJ の出力電圧は、次式から求めます。

$$V_{OUT} = 1.23V (1 + R1/R2)$$

出力電圧は R1 と R2 によって分圧され、LM2577-ADJ の内部基準電圧 1.23V と比較されます。また、 V_{OUT} より R1、R2 を導く式は次のようになります。

$$\frac{R1}{R2} = \frac{V_{OUT}}{1.23V} - 1$$

4. 入力コンデンサの選択 (C_{IN})

ステップアップ・レギュレータのスイッチング動作は、のこぎり波のパルス電流を電源から引き出します。この結果、供給側電源電圧にリップルを生じさせます。LM2577 を安定動作させるためには、入力電圧のデカップリングが必要です。入力電圧ピンは、良質で低 ESR の 0.1 μ F のコンデンサを使用しリードをできる限り短くしてグラウンドに直接バイパスします。

Cornell Dublier —Types 239, 250, 251, UFT, 300, or 350

P.O. Box 128, Pickens, SC 29671
(803) 878-6311

Nichicon —Types PF, PX, or PZ

927 East Parkway,
Schaumburg, IL 60173
(708) 843-7500

Sprague —Types 672D, 673D, or 674D

Box 1, Sprague Road,
Lansing, NC 28643
(919) 384-2551

United Chemi-Con —Types LX, SXF, or SXJ

9801 West Higgins Road,
Rosemont, IL 60018
(708) 696-2000

FIGURE 11. Aluminum Electrolytic Capacitors Recommended for Switching Regulators

LM2577 が電源のフィルタコンデンサから離れて配置されている場合は、さらに大容量の電解コンデンサ (例えば、47 μ F) の追加が必要です。

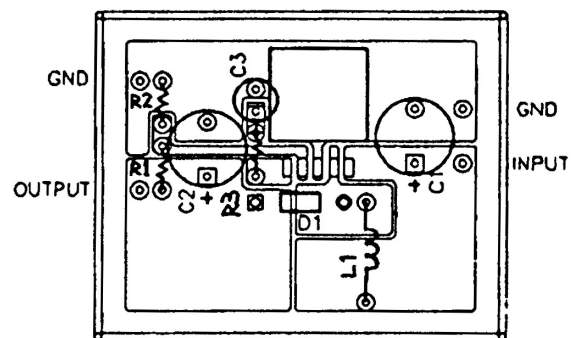
5. ダイオードの選択 (D)

昇圧型レギュレータに使用されるスイッチング・ダイオードは、出力電圧に等しい逆耐圧を有し、LM2577 のピーク出力電流を導通しなければなりません。適格なダイオードは、出力電圧より高い最小逆ブレイクダウン電圧を有し、 $I_{LOAD(max)}$ と $I_{D(PK)}$ 以上の平均、およびピーク定格電流を有する必要があります。ショットキ・ダイオードは、スイッチング・レギュレータに最適です。ショットキ・ダイオードの低順方向電圧降下は、ファーストリカバリ・ダイオードを用いる場合 (より低価格) よりレギュレータ効率が高くなります。推奨部品番号と 1A および 3A ダイオードの定格電圧については、Figure 12 を参照ください。

V_{OUT} (max)	Schottky		Fast Recovery	
	1A	3A	1A	3A
20V	1N5817 MBR120P	1N5820 MBR320P		
30V	1N5818 MBR130P 11DQ03	1N5821 MBR330P 31DQ03		
40V	1N5819 MBR140P 11DQ04	1N5822 MBR340P 31DQ04		
50V	MBR150 11DQ05	MBR350 31DQ05	1N4933 MUR105	
100V			1N4934 HER102 MUR110 10DL1	MR851 30DL1 MR831 HER302

FIGURE 12. Diode Selection Chart

TO-263 パッケージ、PCB パターン例

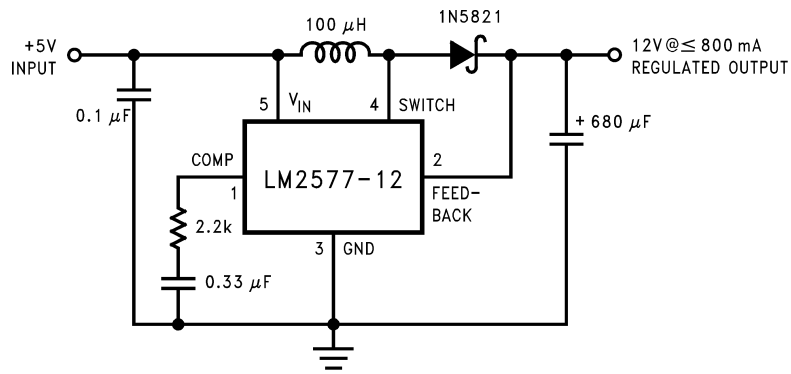


* PD の条件により発熱を考慮し、特に GND 部の面積を増加してください。

昇圧型レギュレータ回路例

LM2577 は、小数の外付け部品を追加 (Figure 13 参照) することにより、入力電圧より高い安定出力電圧が得られます。Figure 14 と Figure 15 は LM2577 の代表的性能を示し、Figure 16 は回路動作時のスイッチング波形を示しています。

アプリケーション・ヒント (つづき)



Note: ピン番号は TO-220(T) パッケージ用です。

FIGURE 13. Step-up Regulator Delivers 12V from a 5V Input

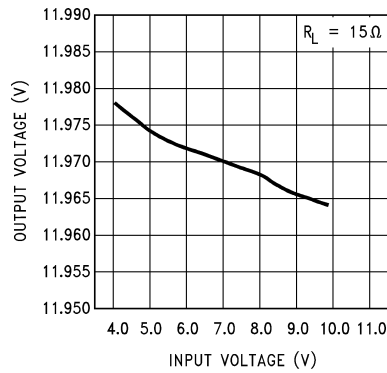
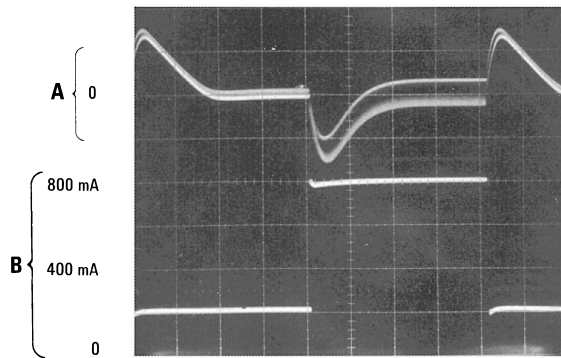
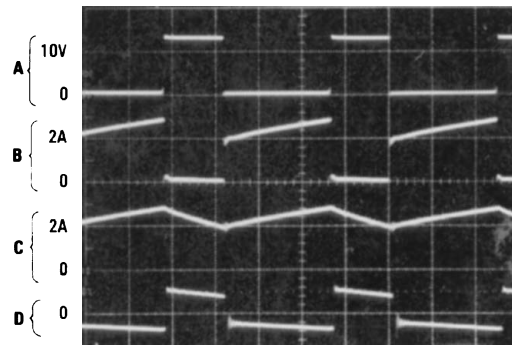


FIGURE 14. Line Regulation (Typical) of Step-Up Regulator of Figure 13



A: Output Voltage Change, 100 mV/div. (AC-coupled)
 B: Load current, 0.2 A/div
 Horizontal: 5 ms/div

FIGURE 15. Load Transient Response of Step-Up Regulator of Figure 13



A: Switch pin voltage, 10 V/div
 B: Switch pin current, 2 A/div
 C: Inductor current, 2 A/div
 D: Output ripple voltage, 100 mV/div (AC-coupled)
 Horizontal: 5 μs/div

FIGURE 16. Switching Waveforms of Step-Up Regulator of Figure 13

アプリケーション・ヒント (つづき)

フライバック・レギュレータ

フライバック・レギュレータは、入力電源電圧より低い (あるいは高い) 1 つから複数の出力電圧が得られます。Figure 18 に正と負の安定化出力を持つフライバック・レギュレータの応用例を示します。その動作は、出力スイッチがフライバック・トランスの一次電流を制御している以外、ステップアップ・レギュレータと同様です。トランスの 1 次側巻線と 2 次側巻線の位相が反転しており、電流が一次側に流れる場合は、二次側には電流は流れないことに注意してください。スイッチがオンになると、一次側が電流トランスコアをチャージします。スイッチがオフになると、トランスコアは二次側に電流を流して放電し、出力電圧を発生させます。出力電圧の制御は、ピーク一次電流の調整により行います (ステップアップ・レギュレータの項参照)。

Figure 17 は電圧波形と電流波形を示し、Figure 19 はその計算式を示しています。

フライバック・レギュレータの設計手順

1. トランスの選択

標準のフライバック・トランス製品を使用すると、 $\pm 10V$ から $\pm 15V$ 範囲の \pm 両出力電圧を取り出すフライバック・レギュレータを構成できます (Figure 18 参照)。Figure 20 は、設計に必要なトランス、およびその入力電圧、出力電圧、最大負荷電流を示しています。

2. 補償ネットワーク (C_C , R_C) と出力コンデンサ (C_{OUT}) の選択

ステップアップ・レギュレータの設計手順で説明した通り、 C_C 、 R_C 、 C_{OUT} はグループとして選択されなければなりません。次の手順は、等しい二次巻数 (プラスとマイナスの両出力電圧が同一) を有するデュアル出力フライバック・レギュレータに適用されます。この計算式は、 $I_{LOAD(max)}$ を $I_{LOAD(max)}$ に変えると、単一出力のレギュレータに使用できます。

A. まず、 R_C の最大値を求めます。

$$R_C \leq \frac{750 \times \Sigma I_{LOAD(max)} \times (15V + V_{IN(min)N})^2}{V_{IN(min)}^2}$$

$I_{LOAD(max)}$ は 2 出力の負荷電流の合計です。抵抗値はこの値以下で、また $3k$ 以下のものを選択します。

B. 次に、 C_{OUT} (2 出力における C_{OUT} の合計) の最小値を求めます。

$$C_{OUT} \geq \frac{0.19 \times R_C \times L_p \times \Sigma I_{LOAD(max)}}{15V \times V_{IN(min)}}$$

および

$$C_{OUT} \geq \frac{V_{IN(min)} \times R_C \times N^2 \times (V_{IN(min)} + (3.74 \times 10^5 \times L_p))}{487,800 \times (15V)^2 \times (15V + V_{IN(min)} \times N)}$$

レギュレータの安定性を保つために、2 つの数値のうち大きい方を用います。

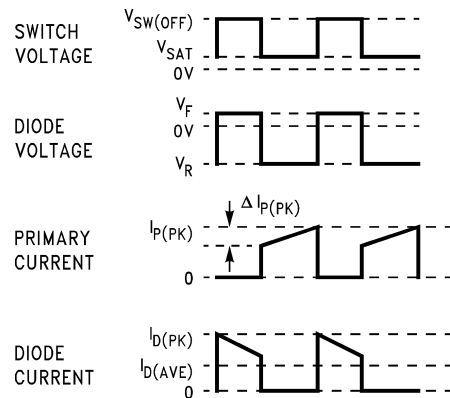
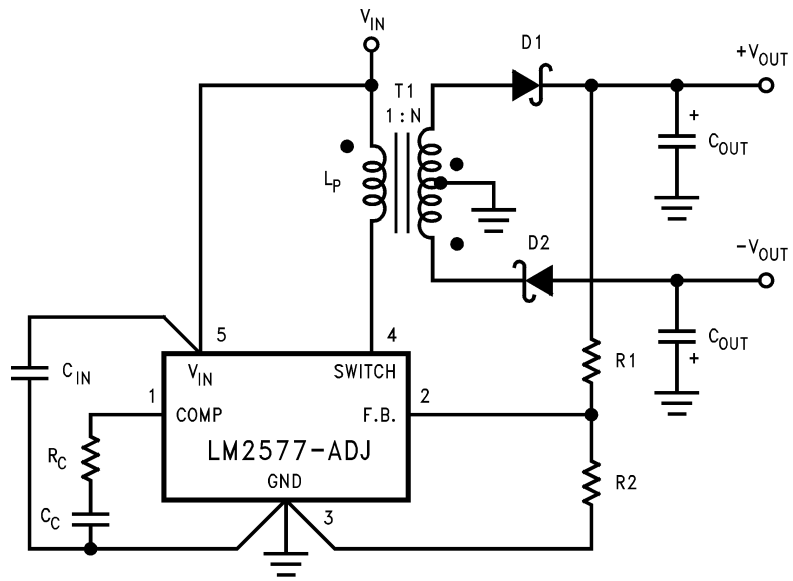


FIGURE 17. Flyback Regulator Waveforms

アプリケーション・ヒント (つぎ)



T1 = Pulse Engineering, PE-65300
 D1, D2 = 1N5821

FIGURE 18. LM2577-ADJ Flyback Regulator with ± Outputs

アプリケーション・ヒント (つづき)

Duty Cycle	D	$\frac{V_{OUT} + V_F}{N(V_{IN} - V_{SAT}) + V_{OUT} + V_F} \approx \frac{V_{OUT}}{N(V_{IN}) + V_{OUT}}$
Primary Current Variation	ΔI_P	$\frac{D(V_{IN} - V_{SAT})}{L_P \times 52,000}$
Peak Primary Current	$I_{P(PK)}$	$\frac{N}{\eta} \times \frac{\Sigma I_{LOAD}}{1 - D} + \frac{\Delta I_P K}{2}$
Switch Voltage when Off	$V_{SW(OFF)}$	$V_{IN} + \frac{V_{OUT} + V_F}{N}$
Diode Reverse Voltage	V_R	$V_{OUT} + N(V_{IN} - V_{SAT})$
Average Diode Current	$I_{D(AVE)}$	I_{LOAD}
Peak Diode Current	$I_{D(PK)}$	$\frac{I_{LOAD}}{1 - D} + \frac{\Delta I_{IND}}{2}$
Short Circuit Diode Current		$\approx \frac{6A}{N}$
Power Dissipation of LM2577	P_D	$0.25\Omega \left(\frac{N \Sigma I_{LOAD}}{1 - D} \right)^2 + \frac{N I_{LOAD} D}{50(1 - D)} V_{IN}$

$$N = \text{Transformer Turns Ratio} = \frac{\text{number of secondary turns}}{\text{number of primary turns}}$$

$$\eta = \text{Transformer Efficiency (typically 0.95)}$$

$$\Sigma I_{LOAD} = |I_{LOAD}| + |-I_{LOAD}|$$

FIGURE 19. Flyback Regulator Formulas

C. C_C の最小値を求めます。

$$C_C \geq \frac{58.5 \times C_{OUT} \times V_{OUT} \times (V_{OUT} + (V_{IN(min)} \times N))}{R_C^2 \times V_{IN(min)} \times N}$$

D. 並列に配置した + V_{OUT} と - V_{OUT} の出力コンデンサの最大 ESR を求めます。

$$ESR + \|ESR\| \leq \frac{8.7 \times 10^{-3} \times V_{IN(min)} \times V_{OUT} \times N}{\Sigma I_{LOAD(max)} \times (V_{OUT} + (V_{IN(min)} \times N))}$$

この公式は、単一出力のレギュレータの最大 ESR を求める場合にも用います。

C_{OUT} の選択についての詳細は、ステップアップ・レギュレータの設計手順の同じ項を参照ください。

3. 出力電圧の選択

ここでは、LM2577-ADJ を例に取ります。固定出力の LM2577-12、LM2577-15 を使用している場合は、この項を無視してください。

LM2577-ADJ の出力電圧は、次式から求めます。

$$V_{OUT} = 1.23V (1 + R1/R2)$$

出力電圧は R1 と R2 によって分圧され、LM2577-ADJ の内部基準電圧 1.23V と比較されます。また、 V_{OUT} より R1、R2 を導く式は、

$$\frac{R1}{R2} = \frac{V_{OUT}}{1.23V} - 1$$

4. ダイオードの選択

フライバック・コンバータのスイッチング・ダイオードは、次式から計算した逆耐圧が必要です。

$$V_R = V_{OUT} + \frac{V_{IN}}{N}$$

適切なダイオードは、この値以上の逆定格電圧を有することが必要です。さらに、Figure 19 に示す平均、およびピークのダイオード電流以上のものでなければなりません。

アプリケーション・ヒント (つづき)

5. 入力コンデンサの選択

フライバック・トランスの一次側は、入力電源から断続的なパルス電流を引出します。結果として、フライバック・レギュレータは、昇圧型レギュレータより多くのリップルを入力電源で発生します。このノイズから LM2577 の V_{IN} ピンを分離するためには、大きめのバイパスコンデンサが必要です。通常のアプリケーションの場合、 V_{IN} とグラウンド・ピンに十分近づけて接続すれば、バイパスコンデンサには低 ESR の 1.0 μF のもので十分です。

Transformer Type		Input Voltage	Dual Output Voltage	Maximum Output Current
1	$L_p = 100 \mu\text{H}$ $N = 1$	5V	$\pm 10\text{V}$	325 mA
		5V	$\pm 12\text{V}$	275 mA
		5V	$\pm 15\text{V}$	225 mA
2	$L_p = 200 \mu\text{H}$ $N = 0.5$	10V	$\pm 10\text{V}$	700 mA
		10V	$\pm 12\text{V}$	575 mA
		10V	$\pm 15\text{V}$	500 mA
		12V	$\pm 10\text{V}$	800 mA
		12V	$\pm 12\text{V}$	700 mA
3	$L_p = 250 \mu\text{H}$ $N = 0.5$	12V	$\pm 15\text{V}$	575 mA
		15V	$\pm 10\text{V}$	900 mA
		15V	$\pm 12\text{V}$	825 mA
		15V	$\pm 15\text{V}$	700 mA

Transformer Type	Manufacturers' Part Numbers		
	AIE	Pulse	Renco
1	326-0637	PE-65300	RL-2580
2	330-0202	PE-65301	RL-2581
3	330-0203	PE-65302	RL-2582

FIGURE 20. Flyback Transformer Selection Guide

このコンデンサに加え、フライバック・トランスと入力電源の接続端に大容量のコンデンサ (47 μF 以上) を必要とします。これにより同じ入力電源に接続されるその他の回路に干渉するノイズを減少できます。

6. スナバ回路

スナバ回路は、入力電圧が 10V 以上、または $L_p = 200 \mu\text{H}$ のトランスを使用する時に必要です。この回路は、出力スイッチのオフになった直後トランスの一次側から発生するスパイク電圧を抑制します。この回路がないと、スイッチング電圧は最大定格の 65V を超えます。Figure 21 に示すように、スナバはファーストリカバリ・ダイオードと並列の抵抗とコンデンサから成ります。RC の値は、 $V_{SW(OFF)}$ より 5V ~ 10V 高いスイッチ・クランプ電圧 (V_{CLAMP}) に対し選択します。R と C の値は次式から求めます。

$$C \geq \frac{0.02 \times L_p \times I_{P(PK)}^2}{(V_{CLAMP})^2 - (V_{SW(OFF)})^2}$$

$$R \leq \left(\frac{V_{CLAMP} + V_{SW(OFF)} - V_{IN}}{2} \right)^2 \times \left(\frac{19.2 \times 10^{-4}}{L_p \times I_{P(PK)}^2} \right)$$

抵抗の消費電力 (および定格電力) は次式から求めます。

$$P = \left(\frac{V_{CLAMP} + V_{SW(OFF)} - V_{IN}}{2} \right)^2 / R$$

ファースト・リカバリ・ダイオードの逆定格電圧は、 V_{CLAMP} 電圧より高くなければなりません。

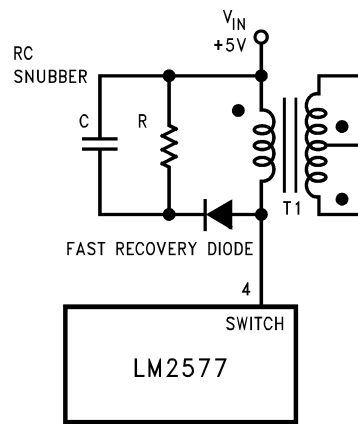
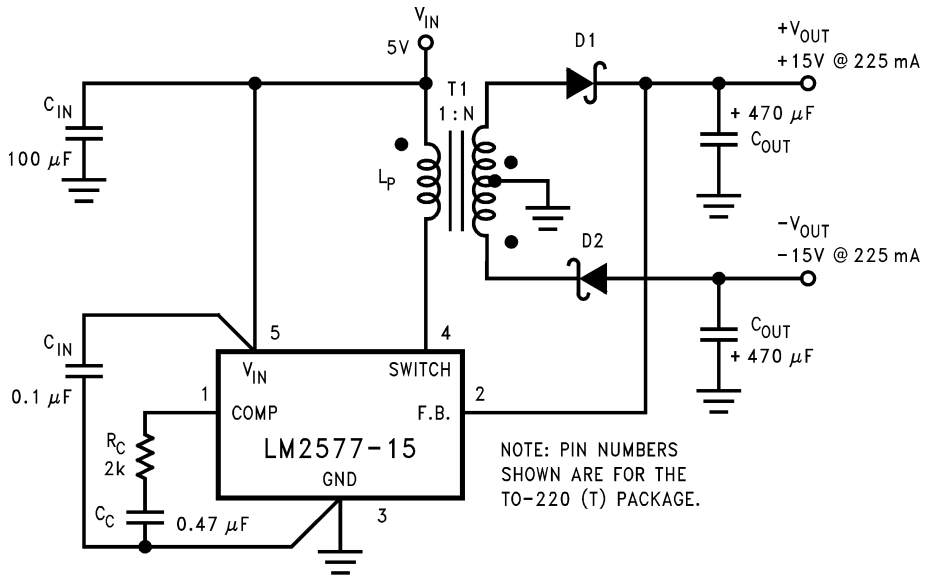


FIGURE 21. Snubber Circuit

フライバック・レギュレータの回路例

Figure 22 の回路では、単一の 5V 入力電圧から $\pm 15\text{V}$ (各 225mA) が得られます。Figure 23 と Figure 25 はこの回路のライン・レギュレーションを示し、Figure 24 と Figure 26 は負荷過渡応答を示しています。また、Figure 27 はスイッチング波形を示しています。

アプリケーション・ヒント (つづき)



T1 = Pulse Engineering, PE-65300
D1, D2 = 1N5821

FIGURE 22. Flyback Regulator Easily Provides Dual Outputs

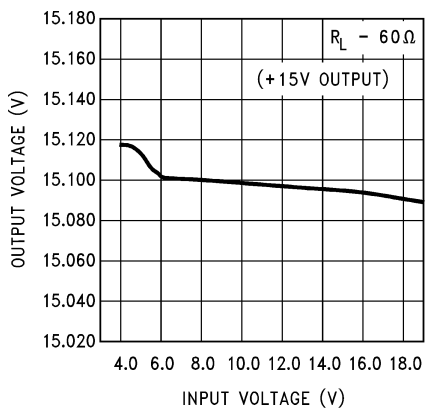
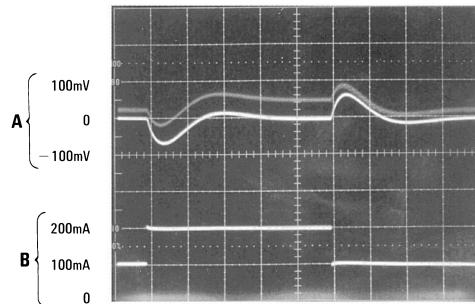


FIGURE 23. Line Regulation (Typical) of Flyback Regulator of Figure 22 , + 15V Output



A: Output Voltage Change, 100 mV/div
B: Output Current, 100 mA/div
Horizontal: 10 ms/div

FIGURE 24. Load Transient Response of Flyback Regulator of Figure 22, + 15V Output

アプリケーション・ヒント (つづき)

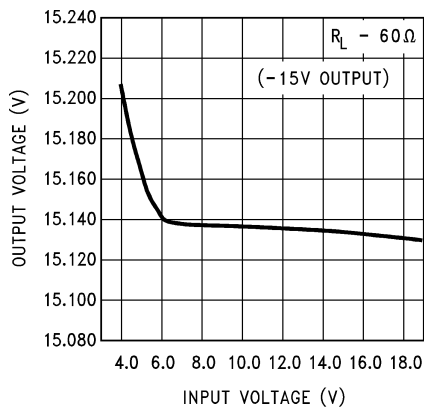
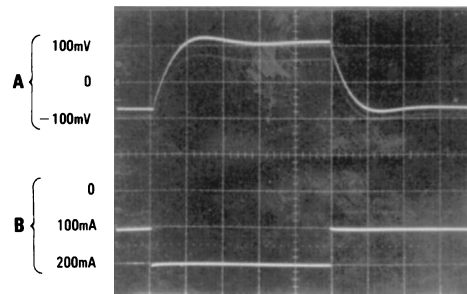
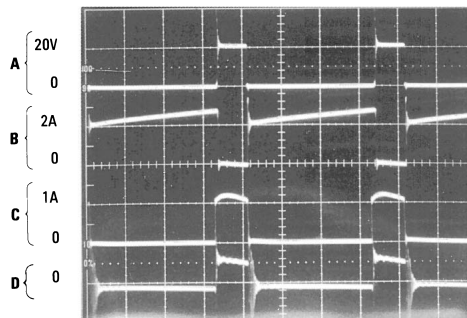


FIGURE 25. Line Regulation (Typical) of Flyback Regulator of Figure 22, - 15V Output



A: Output Voltage Change, 100 mV/div
 B: Output Current, 100 mA/div
 Horizontal: 10 ms/div

FIGURE 26. Load Transient Response of Flyback Regulator of Figure 22, - 15V Output



A: Switch pin voltage, 20 V/div
 B: Primary current, 2 A/div
 C: + 15V Secondary current, 1 A/div
 D: + 15V Output ripple voltage, 100 mV/div
 Horizontal: 5 μs/div

FIGURE 27. Switching Waveforms of Flyback Regulator of Figure 22 , Each Output Loaded with 60

入力電源のノイズ

入力スイッチがチャタリングする場合のように、入力電圧に異常に大きなトランジェント・ノイズがのっているときは、RC フィルタを LM2577 の入力端子に使用します。Figure 28 の回路は、フィルタのレイアウトを示しており、コンデンサが入力端子とグラウンド間に置かれ、抵抗が入力電源と入力端子間に置かれています。回路図に示される R_{IN} と C_{IN} による時定数は、ほとんどのアプリケーションで 40μsec 以上あれば充分です。効率が特に重要な場合、抵抗をインダクタで置き換えます。

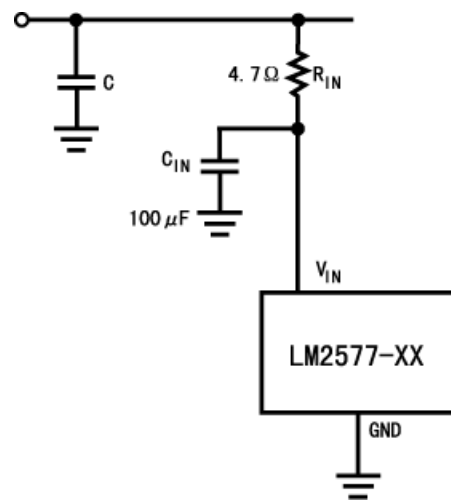
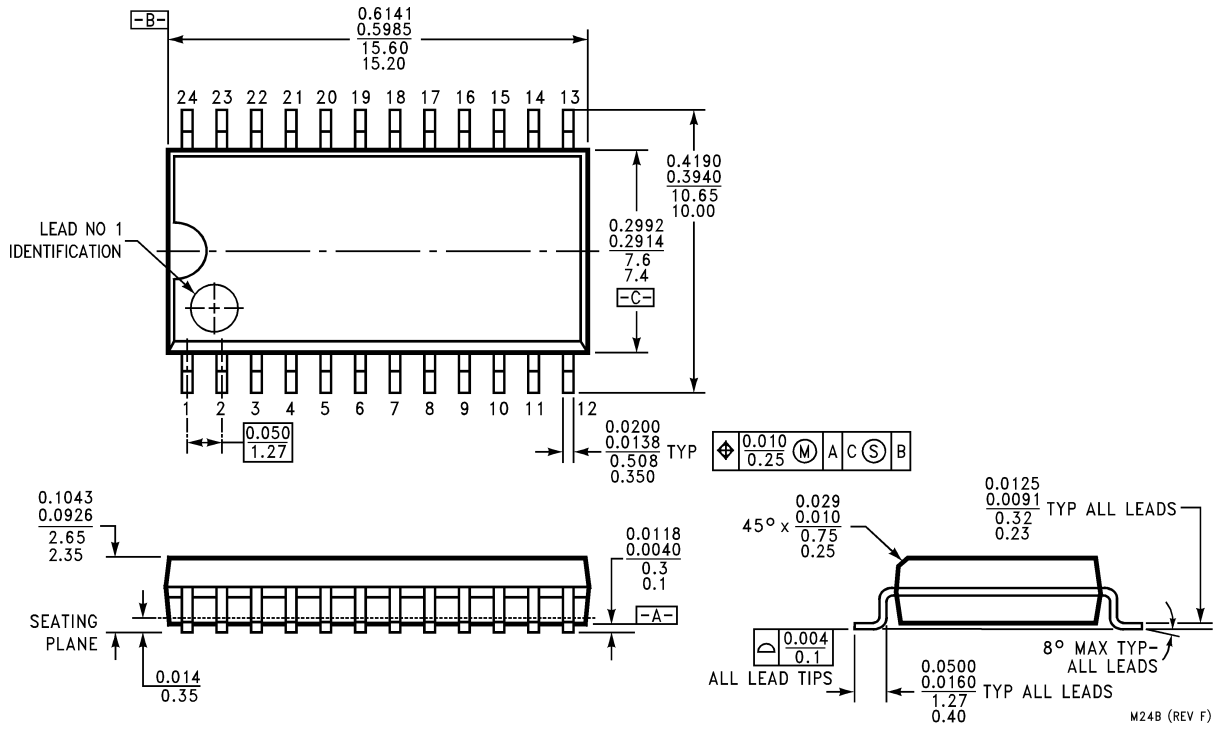


FIGURE 28. Input Line Filter

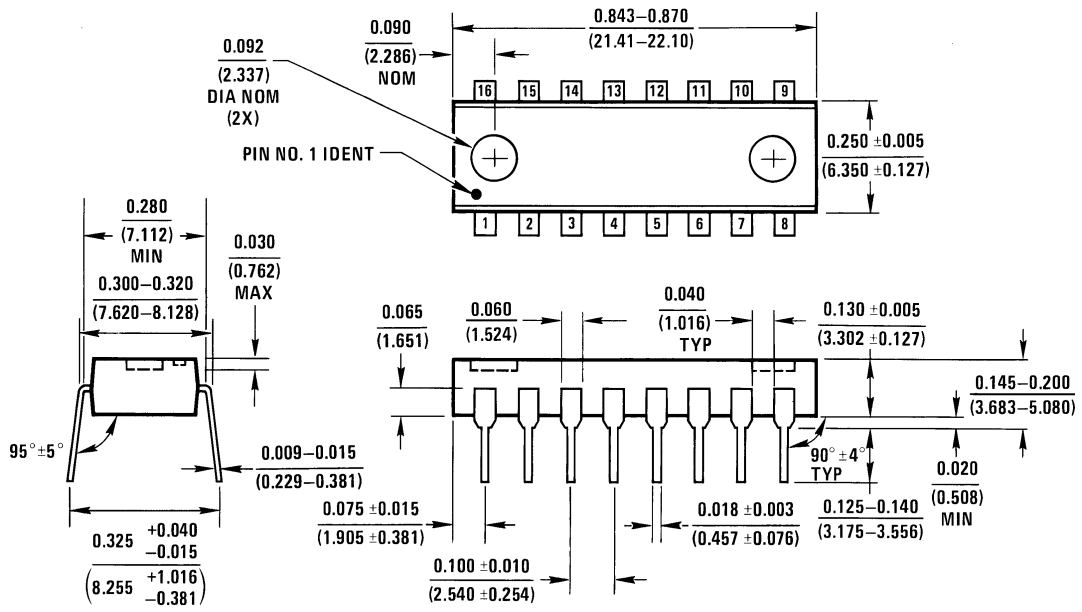
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



0.300 Wide SO Package (M)
Order Number LM2577M-12, LM2577M-15 or LM2577M-ADJ
NS Package Number M24B

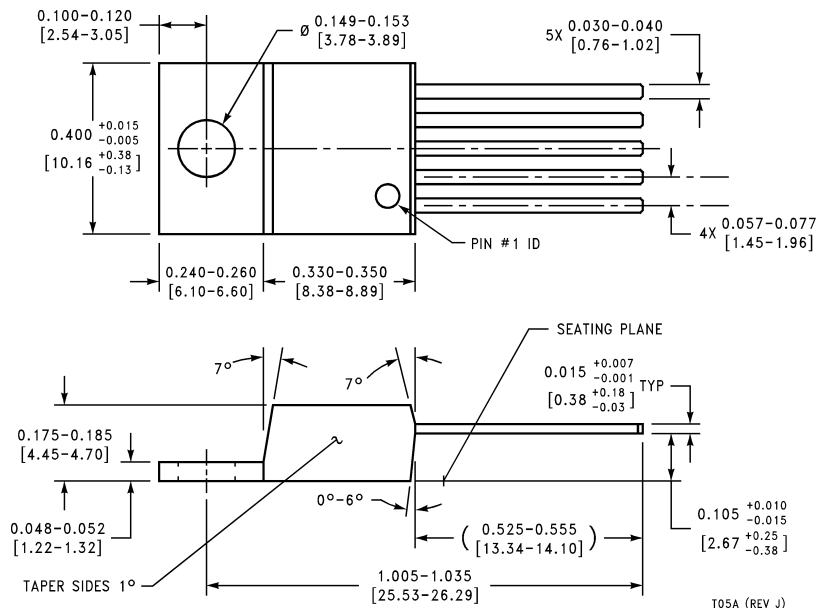
M24B (REV F)

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) (つづき)



N16A (REV E)

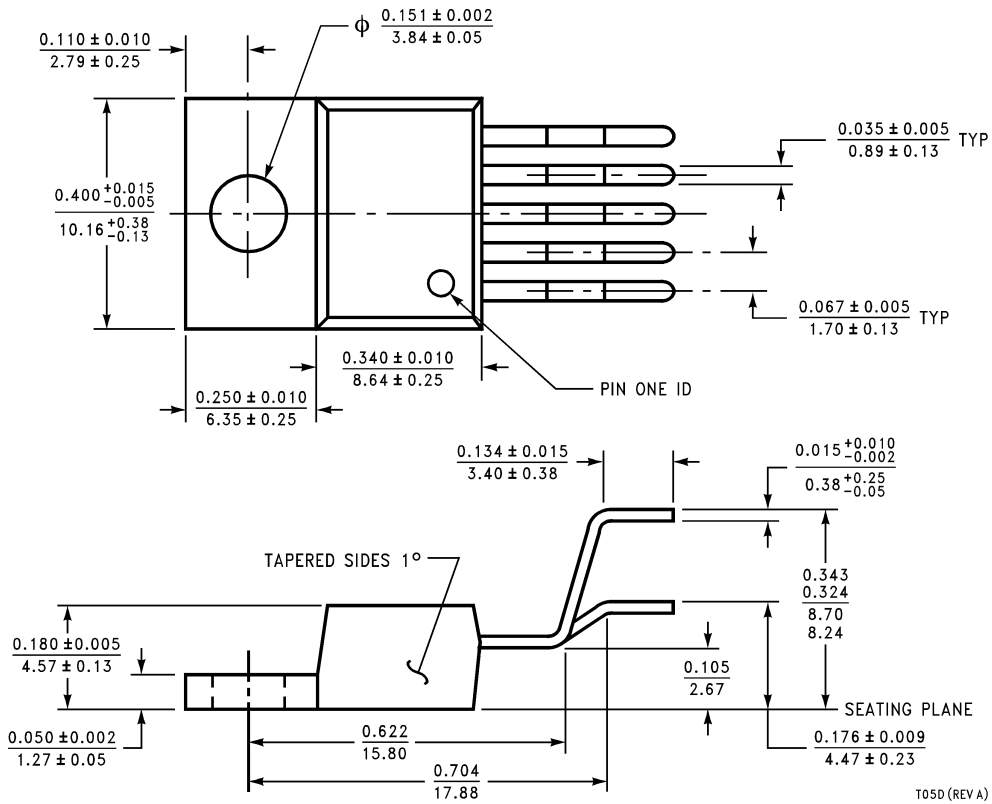
Molded Dual-In-Line Package (N)
 Order Number LM2577N-12, LM2577N-15, or LM2577N-ADJ
 NS Package Number N16A



TO5A (REV J)

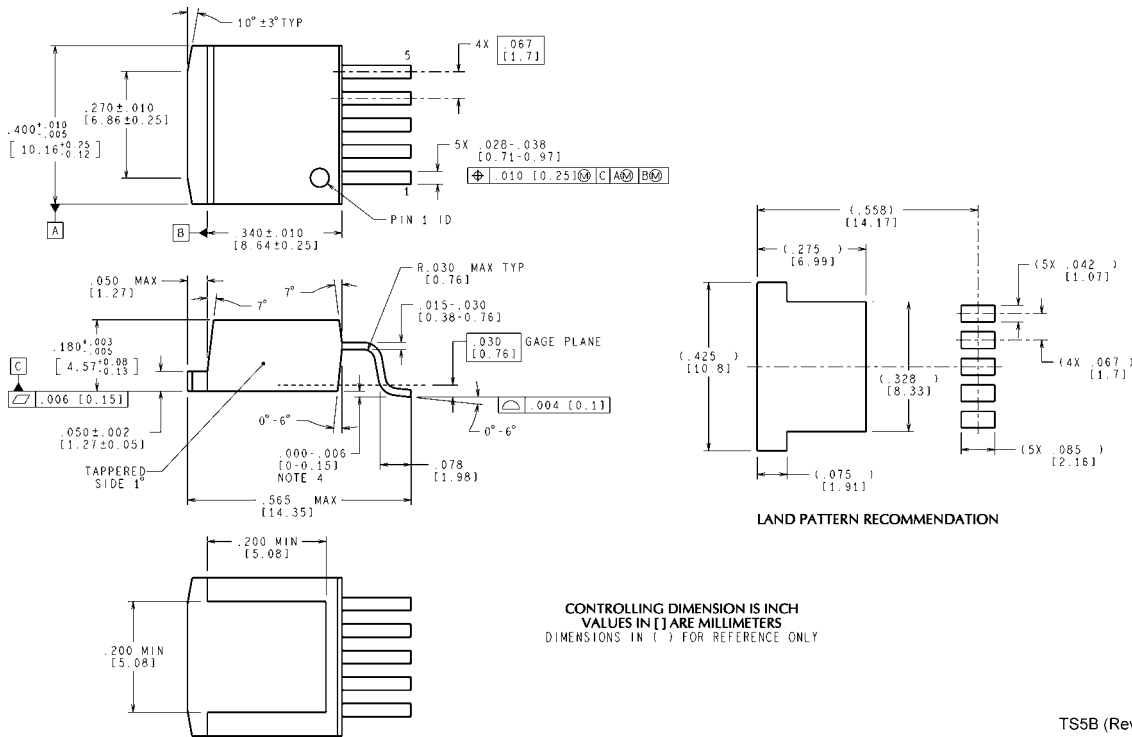
TO-220, Straight Leads (T)
 Order Number LM2577T-12, LM2577T-15, or LM2577T-ADJ
 NS Package Number TO5A

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) (つづき)



TO-220, Bent Staggered Leads (T)
Order Number LM2577T-12 Flow LB03, LM2577T-15 Flow LB03, or LM2577T-ADJ Flow LB03
NS Package Number T05D

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



5-Lead TO-263 (S)
Order Number LM2577S-12, LM2577S-15 or LM2577S-ADJ
NS Package Number TS5B

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター 社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター 社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター 社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター 社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター 社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター 社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター 社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター 社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター 社の製品は、ナショナル セミコンダクター 社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持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。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。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクター のロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2005 National Semiconductor Corporation
 製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

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。

www.national.com/jpn/

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated (TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは是認するということの意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータブックもしくはデータシートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしているとして特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2012, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上