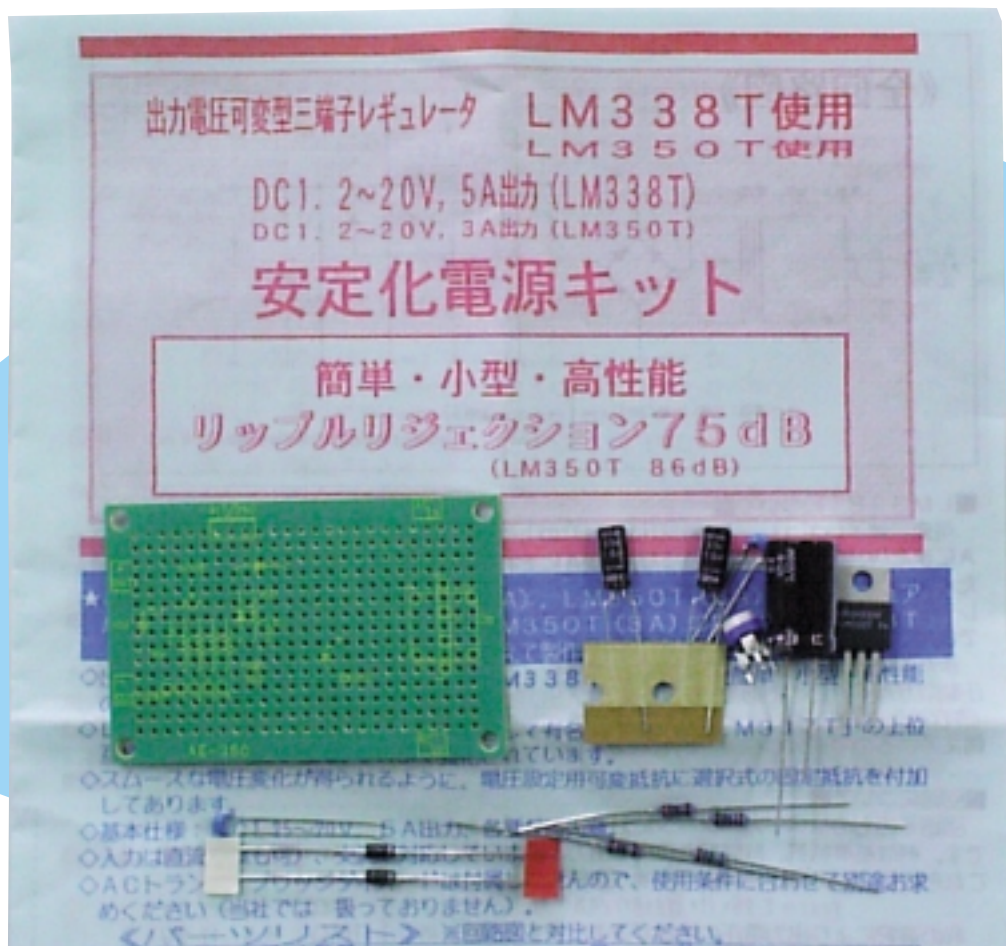


350可変定電圧電源キット

簡単・小型・高性能

このマニュアルはLM338T(5A)、LM350T(3A)の共通マニュアルです。回路、定数等は同じですのでLM350Tの場合はLM338TをLM350Tに読み替えて製作してください。



出力電圧可変型三端子レギュレータ LM338T使用
LM350T使用

DC1. 2~20V, 5A出力 (LM338T)
DC1. 2~20V, 3A出力 (LM350T)

安定化電源キット

簡単・小型・高性能
リップルリジエクション75dB
(LM350T 86dB)

- ★この製作マニュアルは、LM338T (5A), LM350T (3A) の共通マニュアルです。回路、定数等は同じですので、LM350T (3A) の場合は、LM338T (5A) をLM350T (3A) に読み替えて製作してください。
- ◇出力電圧可変型の三端子レギュレータ【LM338T】を使用した簡単・小型・高性能の安定化電源キットです。
- ◇LM338Tは可変三端子レギュレータとして有名なNS社の【LM317T】の上位互換品であり、出力電流が5Aまで強化されています。
- ◇スムーズな電圧変化が得られるように、電圧設定用可変抵抗に選択式の固定抵抗を付加してあります。
- ◇基本仕様：DC1. 25~20V, 5A出力、各種保護内蔵。
- ◇入力は直流（車も可）、交流に対応しています。
- ◇ACトランス・ブリッジダイオードは付属しませんので、使用条件に合わせて別途お求めください（当社では扱っておりません）。

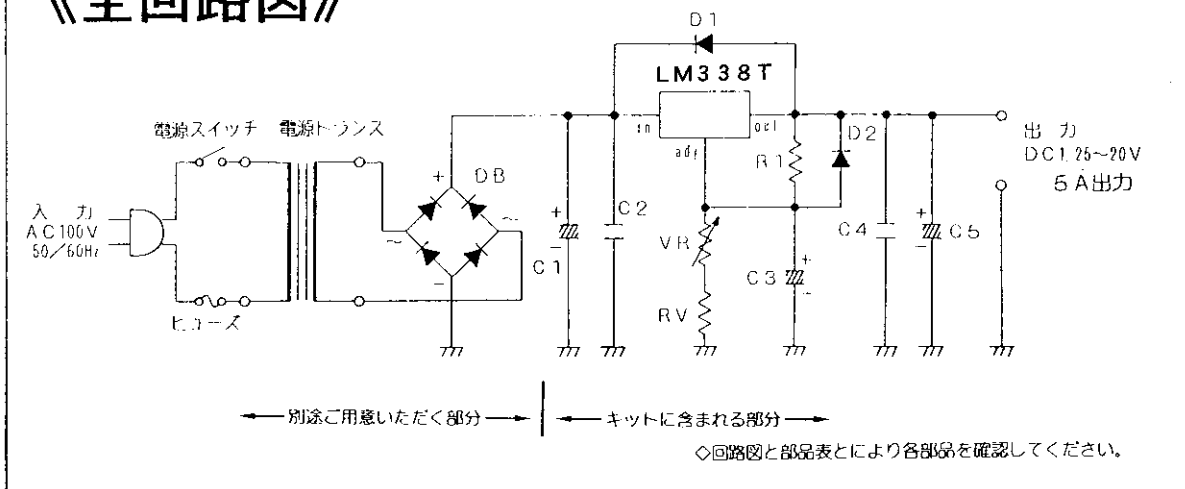
《パーツリスト》 ※回路図と対比してください。

部品	型番	数量	備考
IC1	LM338T	1	LM350T (3A) キットの場合はLM350T
D1, D2	10D-1	2	シリコン整流用ダイオード、100V, 1Aクラス各社相等品
R1	200Ω	1	1/4W±1%金属皮膜抵抗、「赤黒黒黒茶」
VR	1kΩ	1	半固定抵抗、「102」または「1k」の表示
RV※1	750Ω	1	1/4W±1%金属皮膜抵抗、「紫緑黒黒茶」
	1.5kΩ	1	1/4W±1%金属皮膜抵抗、「茶緑黒茶茶」
	2kΩ	1	1/4W±1%金属皮膜抵抗、「赤黒黒茶茶」
C1	1000~3300μ	1	電解コンデンサ、耐圧35V以上 (1000~3300μF)
C2, C4	0.1μF	2	積層セラミック、青色胴体、「104」の表示
C3, C5	10μF 35V	2	電解コンデンサ、耐圧35V以上
その他	専用基板	1	AE-350 (47×72mm)

※1：RVは3本の中から1本だけ使用します。選択方法については本文をご参照ください（3本とも基板実装可能）。

※部品については万全を期しておりますが、万一不足等ございましたら製作前にお申し出ください。

《全回路図》



■LM338Tについて■

可変三端子レギュレータLM338TはLM317Tの上位互換品であり、出力電流が1.5Aから5AにまたLM350Tは出力電流が1.5Aから3Aにそれぞれ強化されています。338は317とまったく同様のシンプルな回路で優れた性能を引き出すことが可能です。一般の三端子レギュレータIC(78xxシリーズ)のリプル除去率は50~69dB程度しかありませんが、このキットで採用している回路では75dBと可変型であるにもかかわらず固定型よりも優れています。

また設計上の制約も少なく、ICはフローティングしているのでグラウンドに対しては電圧制限がなく、このため設計上の配慮は入出力電圧差40V以内(LM350Tは35V以内)、消費電力(許容損失)25W以内にすればOKです。この他に、IC内部に過電流保護、過熱保護などを備えているので過大な保護回路も必要ありません。

■回路について■

回路そのものはメーカーデータに沿ったシンプルなものです。R1は基準抵抗、RVはVRと直列で出力電圧設定抵抗でこれらの比で出力電圧が決まります(次式)。

$$V_{out} = 1.25 \times \{1 + (VR + RV) / R1\}$$

RVの選択により出力電圧の設定が決まります(右表)。RVを大きくすれば入力電圧の範囲内で出力電圧を上げることができます。メーカーデータのように基準抵抗120Ω、可変抵抗5kΩとすると、可変抵抗の回転角に対する出力電圧の変化量が大きく、電圧を設定しにくいためにこのキットでは若干抵抗値を変更して使用しています。C3はリプル除去率改善のためのバイパスコンデンサ、D1とD2は通常は必要ありませんが、電解コンデンサC3、C5の放電時の不用意なスパイク電流からICを保護するためのダイオードです。

RV	電圧可変範囲
0Ω	1.25~7.5V
750Ω	5.9~12.2V
1.5kΩ	10.6~16.9V
2kΩ	13.8~20.0V

■製作について■

製作そのものは非常に簡単ですので詳しい説明は省略します。RVは基板上では4本表示してあります。必要とする出力電圧に合わせて抵抗を取り付けてください。ロータリースイッチ等で切り替えられるようにリード線の引き出しが可能にしています。この場合には、引き回しが長くなるとレギュレーションの悪化や動作の不安定といった症状を招きます。これはVRを外付けしたときも同様ですので十分にご注意ください。

LM338Tは出力電流5 Aまでフルに取り出す場合には、基板に直接取り付けずに放熱器に取り付けてリード線で基板と十分に太い電線で配線してください(なるべく短く)。

ブリッジダイオード用には正方形タイプとシングルインラインタイプの2種類のパターンを用意してあります。足が太い場合、あらかじめ1.5mmφ程度のドリルの刃で基板の取り付け穴を広げておきます。電解コンデンサは胴体にマイナス側の表示があります。ダイオードは帯のあるほうがカソードです(A→K)。

■ACトランスの目安■

①電圧…LM338Tの正常動作のためには最低でも出力電圧プラス3 Vの入力電圧が必要となります。例えば、

最大出力電圧が5 V→トランスはAC 8 V以上のもの

最大出力電圧が12 V→トランスはAC 15 V以上のもの

最大出力電圧が20 V→トランスはAC 24 V以上のもの

②電流…最大出力電流の1.5倍以上の電流容量が必要です。例えば、

最大出力電流が1 A→トランスは1.5 Aのもの

程度にそれぞれ必要であるということをご考慮の上でトランスをご用意ください。

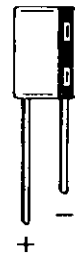
■パッケージ損失について■

LM338Tは使い方は簡単ですが、設計上この点には十分な配慮が必要です。パッケージ損失(定格消費電力、許容損失)は25Wですので、最大出力電流5 Aを取り出す場合、入出力電圧差は $25W \div 5 A = 5.0V$ まで許容できるはずですが、これは無限大放熱器を付けた場合が前提(早い話が理想値)で、実際には、安全のために相当大きな放熱器を使用したとしても3分の1位、10W程度しか許容できないと考えるべきです。よって5 Aの出力電流に対しては入出力電圧差は3 V程度にとどめるように設計することが必要です。これ以上の能力を引き出すのであれば強制空冷や、熱抵抗1℃/W以下の巨大な放熱器の使用をご検討ください。厳密な計算は専門書に譲ることにしますが、以上、使用条件と放熱との関係を十分にご理解の上でご活用ください。

■ブリッジダイオード■

ブリッジダイオードは基板実装型の小型の物は、大電流時の放熱がむつかしいため、パーツリストには、入っていません。

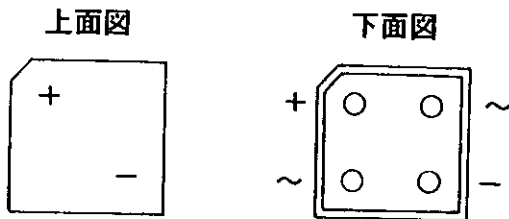
このブリッジダイオードは放熱のため、必ずケースまたは放熱器にネジで固定し、太い線で基板に接続してください。



電解コンデンサ

足の長い方が+側で
胴体には-側の表示

ブリッジダイオード

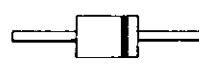


正方形タイプ

ダイオード

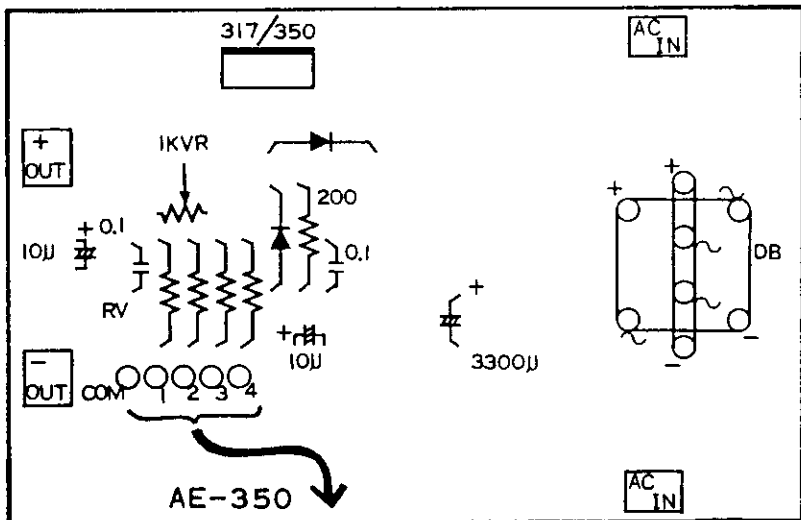


帯のある方が
カソード



A : アノード
K : カソード

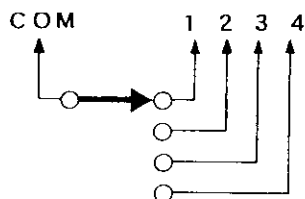




《基板部品面》

[AC IN]
→AC入力
(電源トランスから)

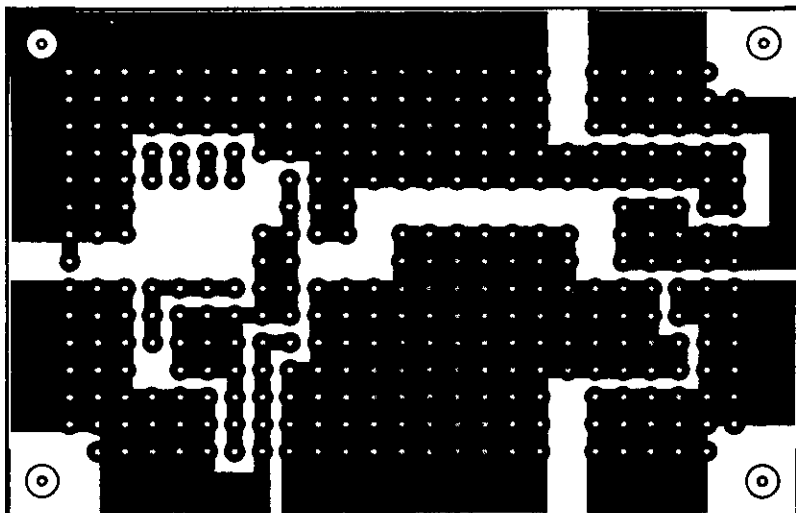
[+OUT]
[-OUT]
→DC出力



出力電圧切り換えスイッチの例
※4回路のロータリースイッチなどを使用

基板上のRVを例えば、枠内のように取り付ければDC1.2~20Vを4レンジで切り換えられます。各レンジは少しずつオーバーラップ(重複)するように抵抗値を設定してありますが、部品のバラツキによって、まれにオーバーラップしない場合があります。予めご了承ください。

1.	0Ω (ジャンパー)
2.	750Ω
3.	1.5kΩ
4.	2kΩ



《基板ハンダ面》

- ◇大電流が流れますので配線は十分な太さの電線を用いて、しっかりとハンダ付けしてください。
- ◇完成後は金属ケースに入れてご使用ください

LM338T電圧可変安定化電源キット 製作・技術マニュアル
1993. 8. 14 陶秋月電子 いか 1999. 6. 5 改訂
お問い合わせは往復ハガキまたは返信用切手同封にてお願いします
〒158 東京都世田谷区瀬田5-35-6

アプリケーション・ヒント

動作時、LM350は出力と調整端子との間に公称値1.25Vの基準電圧、 V_{REF} を発生します。この基準電圧はプログラム抵抗 R_1 の両端に印加され、電圧値が一定なので、一定の電流 I_1 が出力設定用抵抗 R_2 に流れ、出力電圧は次の式で与えられます。

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} R_2.$$

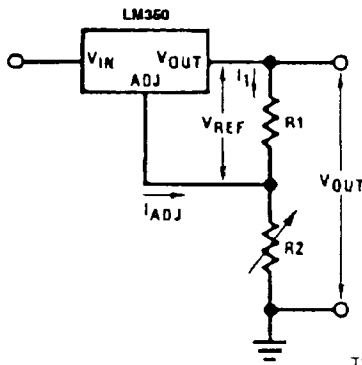


FIGURE 1

TL/H/9061-7

調整端子から出力される50 μ Aの電流 (I_{ADJ}) は誤差項を表すので、LM350はこの I_{ADJ} を最小になるように、またライン電圧および負荷が変動してもほとんど変わらないように設計されています。このために、すべての待機時動作電流は、最小負荷電流の一部となります。出力での負荷 (R_1 を含む) が不足した場合、出力は設定値より大きくなります。

外付けコンデンサ

入力バイパス・コンデンサの使用が推奨されます。ほとんどのアプリケーションに対して0.1 μ Fのセラミック・コンデンサまたは1 μ Fの固体タンタル・コンデンサを入力に接続するのが適切な入力バイパス法です。このシリーズは出力電圧の設定を行うか、調整または出力端子にコンデンサを接続しているとき、入力バイパスされていないと動作が不安定になりますが、上述のコンデンサの付加により問題を解決できます。

調整端子をグランドへコンデンサでバイパスすることにより、LM350のリップル除去率を改善することができます。このバイパス・コンデンサは出力電圧の増加とともにリップルが増幅されるのを防ぎます。10 μ Fのバイパス・コンデンサによって、任意の出力電圧において86dBのリップル除去率が得られます。120Hz以上の周波数においては10 μ F以上に容量を大きくしてもリップル除去率はそれほど改善されません。バイパス・コンデンサを接続する場合、コンデンサがIC内部の低電流パスを通じて放電し、デバイスが破壊されるのを防ぐために保護ダイオードが必要になる場合があります。

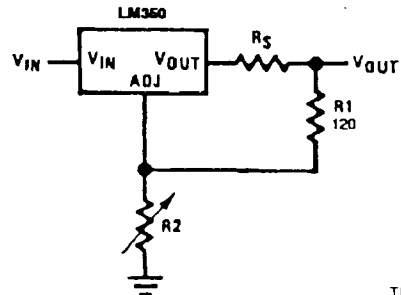
一般に、最適なコンデンサは固体タンタル・コンデンサです。固体タンタル・コンデンサは高周波においても低インピーダンスを保持します。コンデンサの構造により、1 μ Fの固体タンタル・コンデンサと高周波で等しい効果を得るには約25 μ Fの容量のアルミ電解コンデンサが必要です。セラミック・コンデンサの高周波特性は良好ですが、種類によっては0.5MHz付近の周波数においては容量値が大きく減少することがあります。このため、0.01 μ Fのセラミック・コンデンサの方が0.1 μ Fのセラミック・コンデンサよりもバイパス・コンデンサとして機能が優れていることがあります。

LM350は出力コンデンサなしでも動作が安定していますが、多くの帰還回路と同様に、外付けコンデンサの値によっては大きなリングングが発生する可能性があります。リングングは500pF~5000pFの間の値で発生します。出力に1 μ Fの固体タンタル (または25 μ Fのアルミ電解コンデンサ) コンデンサを追加することによってこの問題が抑制され、動作が安定します。

ロード・レギュレーション

LM350は極めて良好なロード・レギュレーションを備えていますが、最高の性能を得るためにはいくつかの注意が必要です。調整端子と出力端子との間に接続される電流設定抵抗 (通常は120 Ω) は負荷の近くではなく、レギュレータの出力に直接接続する必要があります。これによって実質的に基準電圧と直列に接続されている配線抵抗によるライン電圧降下のためのレギュレーション劣化を防止します。たとえば、レギュレータと負荷との間に0.05 Ω の抵抗を接続した15Vレギュレータの場合、ロード・レギュレーションはライン抵抗のために0.05 Ω \times I_{OUT} の影響を受けます。設定抵抗が負荷の近くに接続されていた場合、その実効ライン抵抗は0.05 Ω $(1 + R_2/R_1)$ となり、この場合では11.5倍悪くなります。

Fig. 2にレギュレータと120 Ω 設定抵抗との間にある抵抗の効果を示します。



TL/H/9061-8

FIGURE 2. Regulator with Line Resistance in Output Lead

R_2 のグランド側は負荷のグランドの近くに接続し、リモート・グランド・センシングによってロード・レギュレーションを改善できます。

保護ダイオード

ICレギュレータに外付けのコンデンサを接続するとき、IC内部の低電流パスを通じてレギュレータへコンデンサが放電するのを防ぐために保護ダイオードを付加する必要がある場合があります。10 μ Fのコンデンサのほとんどは内部直列抵抗が十分小さいので、短絡したときに20Aものスパイク電流が流れます。サージは短時間だけしか発生しませんが、ICの部品を破壊するのに十分なエネルギーがあります。

出力コンデンサがレギュレータに接続されていて、入力が短絡されたとき、出力コンデンサはレギュレータの出力へ放電します。放電電流はコンデンサの容量、レギュレータの出力電圧、および V_{IN} の減少速度によって変わります。LM350は、この放電パスは25Aのサージ電流を問題なく流すことができる大きな接合部を持っています。他のタイプの正電圧レギュレータではこのようには動作しません。出力コンデンサが25 μ F以下であれば、ダイオードを接続する必要はありません。

調整端子に接続されたバイパス・コンデンサはIC内部の低電流の接合部を通じて放電される可能性があります。入力または出力のいずれかが短絡されたとき放電されます。LM350の内部には50 Ω の抵抗があり、これによってピーク充電電流が制限されます。出力電圧が25V以下で容量値が10 μ Fの場合保護ダイオードは不要です。出力が25V以上で出力コンデンサの値が大きい場合に使用するための、保護ダイオード付きのLM350の応用回路例をFig. 3に示します。

※リップル除去率

LM350 ...86dB

LM317T ...80dB

他の部分は共通です

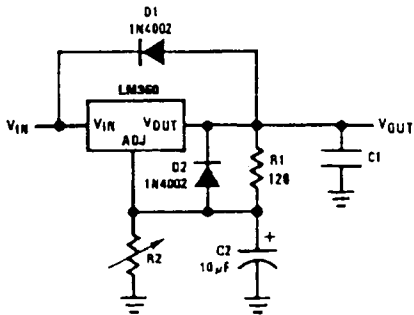
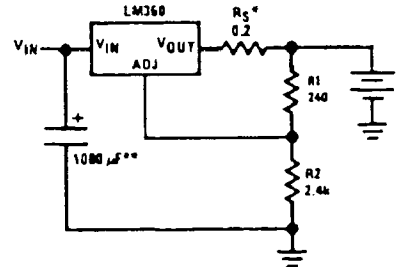


FIGURE 3. Regulator with Protection Diodes

D1 protects against C1
D2 protects against C2

$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ}R2$$

Simple 12V Battery Charger



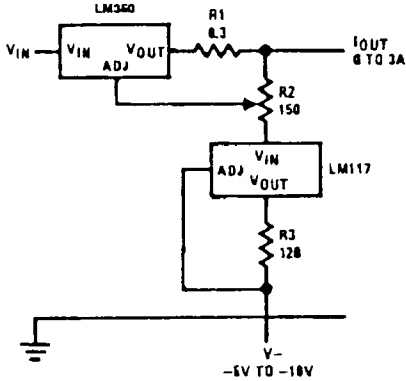
* R_S — チャージャの出力インピーダンスを設定します。

$$Z_{OUT} = R_S \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

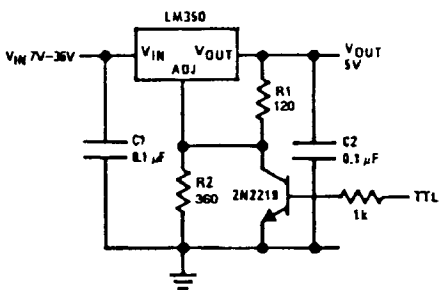
R_S によって、バッテリーの完全充電速度を遅くすることが可能です。

** 入力トランジェントを除去するためにコンデンサの値を1000 μF にすることが推奨されます。

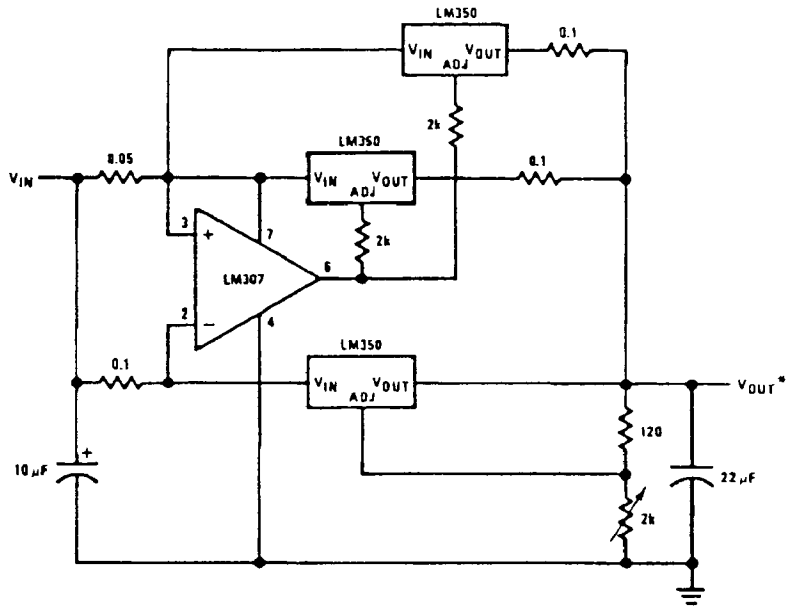
Adjustable Current Regulator



5V Logic Regulator with Electronic Shutdown*



10A Regulator



* Minimum load current 50 mA

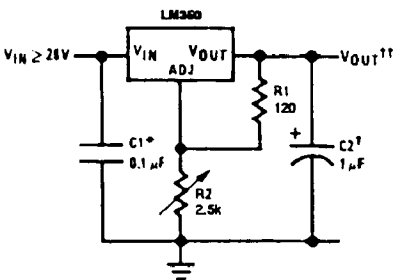
高入出力電圧差の条件では、最大出力電流を供給できません。

† オプション トランジェント応答特性を改善します。1 μF ~ 1000 μF のアルミニウムまたはタンタル電解コンデンサを出力に接続する方法は出力インピーダンスおよびトランジェント除去率を改善するためによく使われます。

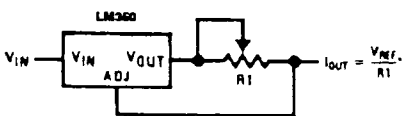
* デバイスがフィルタ・コンデンサから6インチ以上離れている場合に必要です。

$$\dagger \dagger V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ} (R2)$$

1.2V—25V Adjustable Regulator

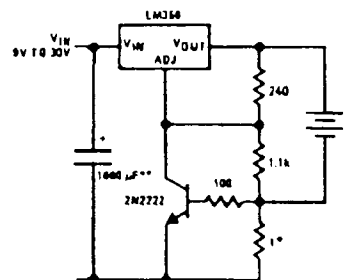


Precision Current Limiter



* $0.4 \leq R1 \leq 120\Omega$

Current Limited 6V Charger



* ピーク電流 (0.35Ωに対して2A) を設定します。

** 入力トランジェントを除去するためにコンデンサの値を1000 μF にすることが推奨されます。

LM350A/LM350 3A可変型レギュレータ

概要

LM150 シリーズは、出力電圧 1.2~33V で出力電流 3A を供給できる正電圧可変型 3 端子レギュレータ IC です。出力電圧は外付けの 2 個の抵抗で設定でき、通常の固定型レギュレータより優れたライン & ロードレギュレーションを実現しています。

過電流保護、サーマルリミット、セーフエリア保護機能を IC チップ上に内蔵し、またこれらの過負荷保護機能は、仮に調整端子が誤って接続されていないときでも完全に動作します。

通常、このデバイスが入力フィルタ・コンデンサから 6 インチ以上離れて配置されていない限り、入力のバイパス・コンデンサは不要です。出力にコンデンサを追加すればトラジェント応答特性を改善できます。また、調整端子を小容量のコンデンサによりバイパスすることによってレギュレータのリップル除去率の改善が出来ます。

固定レギュレータまたはディスクリート部品によるデバイスの置換え以外に、LM350 は広い範囲の各種アプリケーションへの応用が考えられます。レギュレータの出力は、“フローティング状態”で入出力電圧差のみ監視しているため、入出力電圧差が最大定格を超えない限り、すなわち、出力を短絡させない限り、数 100V の電源をレギュレートすることができます。調整端子と出力との間に固定抵抗を接続することによって、LM350 を精密電流レギュレータとして使用することができます。さらに、調整端子をグランドにクランプすることにより、過大な負荷にはほとんど電流を流さないよう出力電圧を 1.2V までさげる電氣的シャットダウン機能を備えた電源を実現することができます。

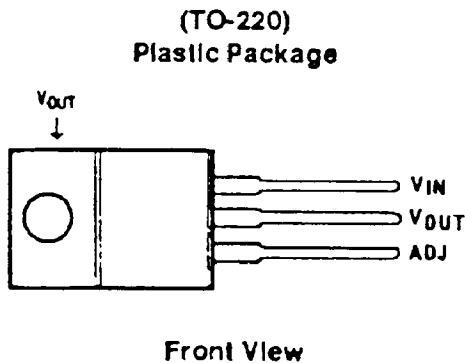
LM350 シリーズは TO-220 プラスチック・パッケージで供給され、LM350A の動作温度範囲は $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +125^{\circ}\text{C}$ に、そして LM350 は $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +125^{\circ}\text{C}$ に規格化されています。

特長

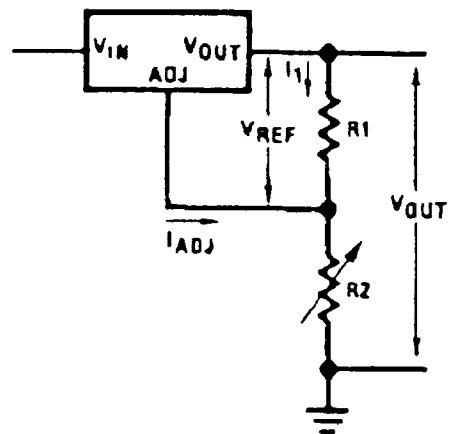
- 最低 1.2V の出力電圧まで設定可能
- 3A の出力電流を保証
- サーマル・レギュレーションを保証
- 出力短絡保護
- 温度に対して一定の過電流制限値
- 熱制限による 100% の電氣的バーン・インを実施
- 86dB のリップル除去率
- 1% の出力電圧誤差を保証 (LM350A)
- 最大 0.01% / V のライン・レギュレーションを保証 (LM350A)
- 最大 0.3% のロード・レギュレーションを保証 (LM350A)

アプリケーション

- 可変出力電源
- 定電流レギュレータ
- バッテリ・チャージ



$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} \cdot R_2$$



※ I_{ADJ} は微小なので

$I_{ADJ} \cdot R_2$ は無視してよい

※ $V_{REF} = 1.25V$ typ

絶対最大定格

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してください。(Note 4)

消費電力	内部制限
入出力電圧差	+ 35V
保存温度	- 65°C ~ + 150°C
リード温度 (ハンダ付け、4秒)	260°C

ESD耐性	未定
動作温度範囲	
LM350A	- 40°C ≤ T _J ≤ + 125°C
LM350	0°C ≤ T _J ≤ + 125°C
サーマル・リミット	パーン・イン
	全デバイス実施

電気的特性

標準文字で表記される規格値はT_J = 25°Cに対するものであり、太字は全動作温度範囲に対して適用されます。特記のない限り、V_{IN} - V_{OUT} = 5V、そしてI_{OUT} = 10mAです。(Note 2)

Parameter	Conditions	LM350A			LM350			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Reference Voltage	I _{OUT} = 10 mA, T _J = 25°C	1.238	1.250	1.262				V
	3V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 35V, 10 mA ≤ I _{OUT} ≤ 3A, P ≤ 30W	1.225	1.250	1.270	1.20	1.25	1.30	V
Line Regulation	3V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 35V (Note 3)		0.005	0.01		0.005	0.03	%/V
			0.02	0.05		0.02	0.07	%/V
Load Regulation	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ 3A (Note 3)		0.1	0.3		0.1	0.5	%
			0.3	1		0.3	1.5	%
Thermal Regulation	20 ms Pulse		0.002	0.01		0.002	0.03	%/W
Adjustment Pin Current			50	100		50	100	μA
Adjustment Pin Current Change	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ 3A, 3V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 35V		0.2	5		0.2	5	μA
Temperature Stability	T _{MIN} ≤ T _J ≤ T _{MAX}		1			1		%
Minimum Load Current	V _{IN} - V _{OUT} = 35V		3.5	10		3.5	10	mA
Current Limit	V _{IN} - V _{OUT} ≤ 10V	3.0	4.5		3.0	4.5		A
	V _{IN} - V _{OUT} = 30V	0.3	1		0.25	1		A
RMS Output Noise, % of V _{OUT}	10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz		0.001			0.001		%
Ripple Rejection Ratio	V _{OUT} = 10V, f = 120 Hz, C _{ADJ} = 0 μF		65			65		dB
	V _{OUT} = 10V, f = 120 Hz, C _{ADJ} = 10 μF	66	86		66	86		dB
Long-Term Stability	T _J = 125°C, 1000 hrs		0.25	1		0.25	1	%
Thermal Resistance, Junction to Case	T Package		3	4		3	4	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Ambient (No Heat Sink)	T Package		50			50		°C/W

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。動作定格はデバイスが動作する条件を示しますが、特定の性能制限値を保証しません。保証されている規格および試験条件については、「電気的特性」を参照してください。

Note 2: これらの規格値はTO-220 (T) パッケージで25Wまでの消費電力に対して適用されます。消費電力は15Vまでの入出力の電圧差において保証されます。電圧差が15V以上ある場合、消費電力は内蔵の保護回路によって制限されます。すべての制限値 (すなわち、MinおよびMaxの欄の中の数値) はナショナル セミコンダクター (NS) 社のAOQL (平均出荷品質レベル) に対して保証されています。

Note 3: レギュレーションは低デューティ・サイクルのパルス試験によって一定の接合部温度で測定されます。温度上昇による出力電圧の変動はサーマル・レギュレーションの規格の範囲中でカバーされています。