

LM338T使用安定化電源 キット

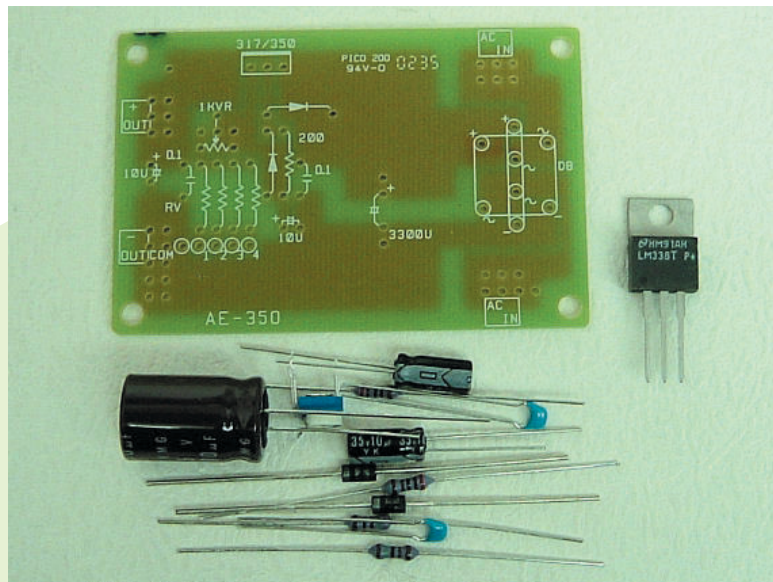
出力:DC1 2V ~ 20V 最大5A

LM350T上位互換で電流容量が大きい LM338Tを使用

高リップル除去率:86dB(LM317Tは80dB)

4段切換の連続可変出力(精密な電圧設定可能)

専用基板:72×47mm



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)。

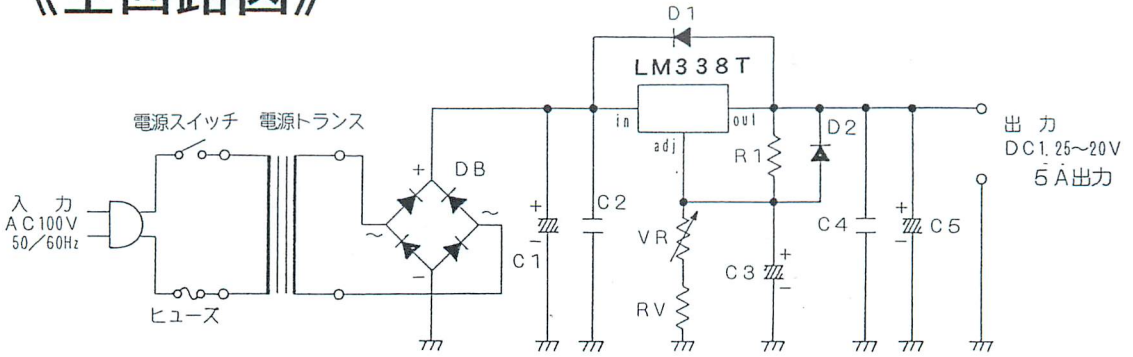
《パーツリスト》 ※回路図と対比してください。

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、「茶緑黒黒茶」
	2kΩ	1	1/4W±1%金属皮膜抵抗、「赤黒黒黒茶」
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》



← 別途ご用意いただく部分 → | ← キットに含まれる部分 →

◇回路図と部品表とにより各部品を確認してください。

■ 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	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

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。

■ 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あります。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せん。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。

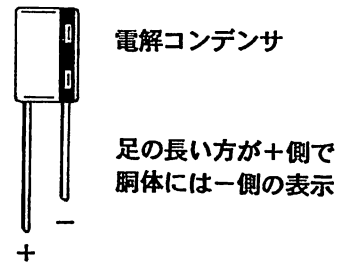
■パッケージ損失について■

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。

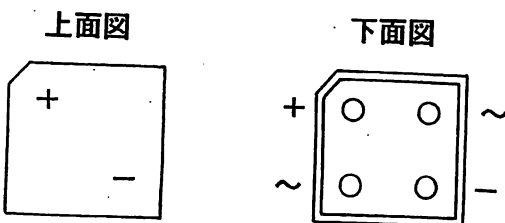
■ブリッジダイオード■

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。

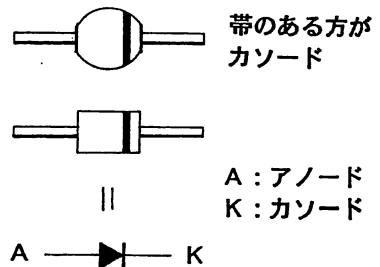


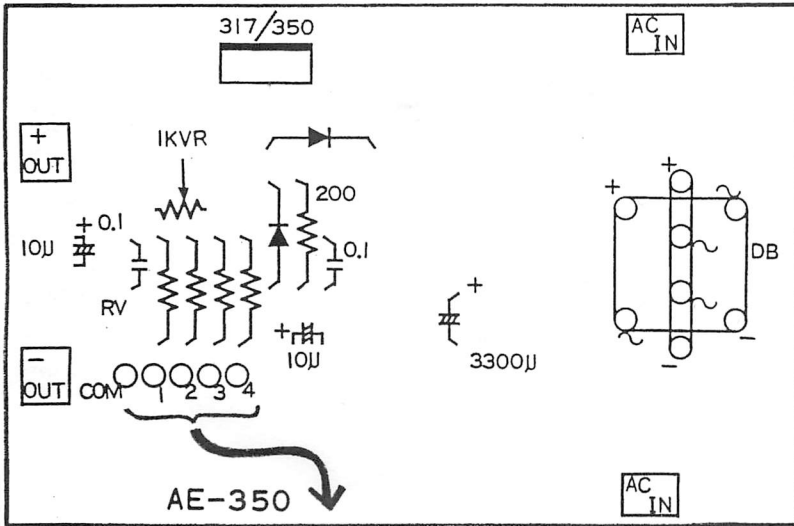
ブリッジダイオード



正方形タイプ

ダイオード

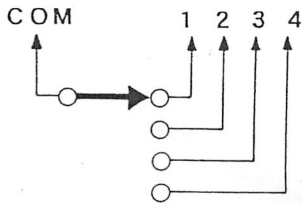




《基板部品面》

[AC IN]
→ AC入力
(電源トランスから)

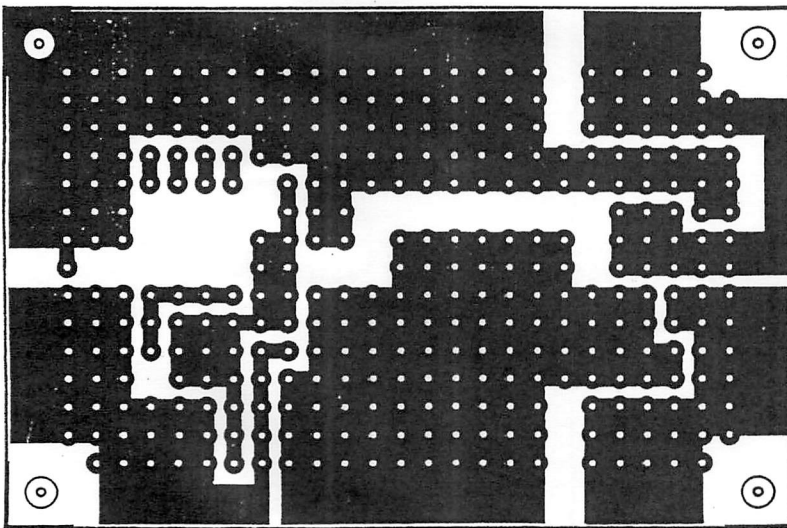
[+OUT]
[-OUT]
→ DC出力



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

基板上的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.	0 Ω (ジャンパー)
2.	750 Ω
3.	1.5 k Ω
4.	2 k Ω



《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 (株)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

LM338

5A 電圧可変型レギュレータ

概要

LM338シリーズの可変型3端子正電圧レギュレータは、出力電圧範囲1.2Vから32Vで、5Aを超える電流を供給することができます。使用法はいたって簡単で、2個の抵抗だけで出力電圧を設定することができます。細心の回路設計によって、多くの電源ICに比べて、抜群のロードレギュレーションとラインレギュレーションを実現しています。LM338は、標準3端子トランジスタパッケージで提供されます。

LM338は、時間依存型電流制限機能というユニークな機能を備えています。この電流制限機能によって、12Aまでのピーク電流を短時間の間レギュレータから出力することができます。これによって、LM338を重いトランジェント負荷に使用することが可能になり、全負荷状態での起動を高速化できます。負荷の状態に応じて、電流制限値が、レギュレータを保護するための安全値まで減少させます。また、熱的過負荷保護機能およびパワー・トランジスタのセーフエリア保護機能を搭載しています。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場合でも動作します。

通常、ICが入力フィルタ・コンデンサから6インチ以上離れていない限り、コンデンサは必要ありません。6インチ以上離れている場合には、入力バイパス・コンデンサが必要です。出力コンデンサを追加すると、トランジェント応答特性を改善できます。調整端子にバイパス・コンデンサを付加すると、レギュレータのリップル除去率を改善できます。

固定レギュレータICやディスクリート部品の代わりに使用する場合のほかに、LM338は、広い範囲の各種アプリケーションに応用できます。レギュレータは“フローティング状態”になっており、入出力電圧差だけを監視しているため、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100ボルトの電源をレギュレートすることができます。LM338は、TO-220プラスチックパッケージで供給されます。LM338の動作温度範囲は0°C ≤ T_J ≤ +125°Cです。

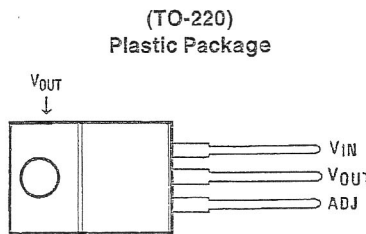
特長

- 7Aのピーク出力電流を保証
- 5Aの出力電流を保証
- 最低1.2Vの出力電圧まで設定可能
- サーマルレギュレーションを保証
- 温度に対して一定の電流制限
- 出力短絡保護

アプリケーション

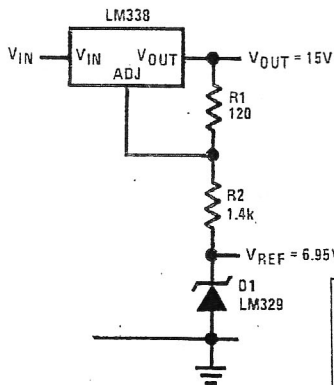
- 可変出力電源
- 定電流レギュレータ
- バッテリーチャージャ

Connection Diagram



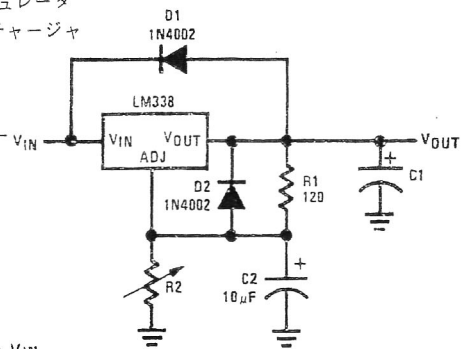
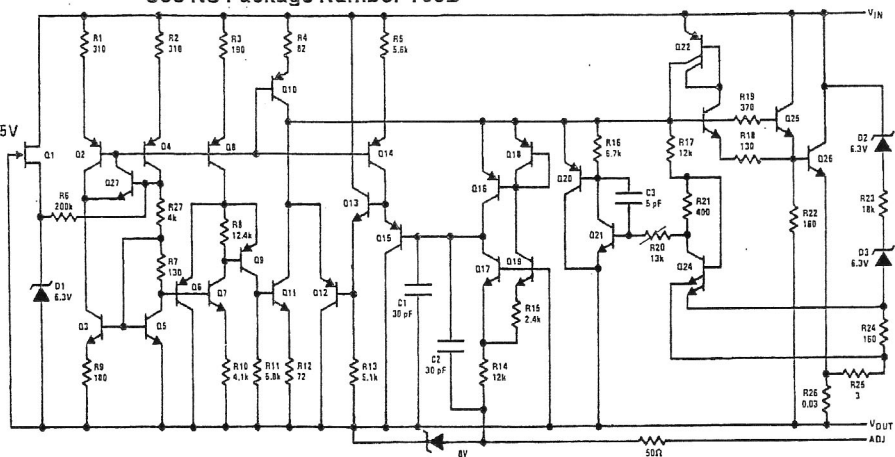
Typical Applications

Regulator and Voltage Reference



Front View

Order Number LM338T
See NS Package Number T03B



D1 protects against C1
D2 protects against C2

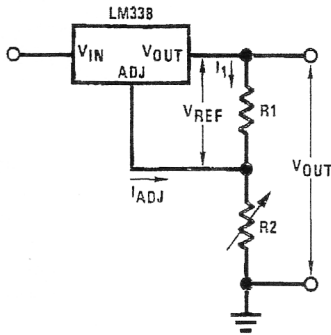
$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ}R2$$

Regulator with Protection Diodes

アプリケーション・ヒント

動作時、LM338は出力とADJ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。

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



TL/H/9060-6

FIGURE 1

ADJ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、LM338はこの I_{ADJ} が最小になるように、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、すべての待機時消費電流は、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バイパス法です。このデバイスは出力電圧の設定を行うか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。

ADJ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LM338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75dB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20 μ F以上に容量値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・コンデンサを使用する場合、コンデンサがIC内部の低電流パスを通して放電し、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。

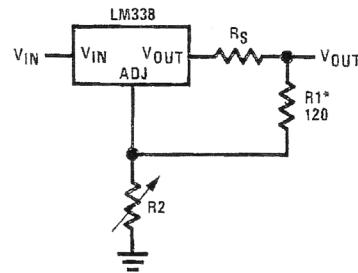
一般に最適なコンデンサは固体タンタル・コンデンサです。固体タンタル・コンデンサは高周波においても低インピーダンスを保持します。コンデンサの構造により、1 μ Fの固体タンタル・コンデンサと高周波で等しい効果を得るには約25 μ Fのアルミニウム電解コンデンサが必要です。セラミック・コンデンサの高周波特性は良好ですが、種類によっては0.5MHz付近の周波数においては容量値が大きく減少することがあります。このため、0.01 μ Fのセラミック・コンデンサは0.1 μ Fのセラミック・コンデンサよりもバイパス・コンデンサとして機能が優れていることがあります。

LM338は出力コンデンサがなくても動作が安定しますが、多くの帰還回路と同様に、外付けコンデンサのある値によっては大きなリングングを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のアルミニウム電解)コンデンサを付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

LM338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、最高の性能を得るにはいくつかの注意が必要です。ADJ端子と出力端子との間に接続される電流設定用抵抗(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基因するライン電圧降下による、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の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 $\Omega \times I_L$ 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、その実行ライン抵抗は0.05 $\Omega(1 + R_2/R_1)$ 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影響を示します。



TL/H/9060-7

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

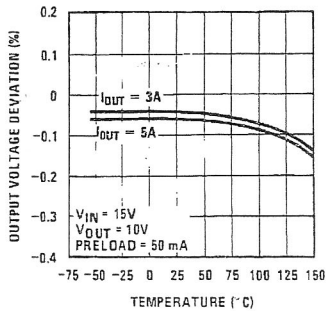
ICレギュレータに外付けコンデンサを接続するとき、IC内部の低電流ポイントを通じてレギュレータへコンデンサが放電するのを防ぐために保護ダイオードを付加する必要がある場合があります。20 μ Fのコンデンサのほとんどは内部直列抵抗が十分小さいので、短絡したときに20Aものスパイク電流が流れます。このサージは短時間しか発生しませんが、ICの部品を破壊するのに十分なエネルギーがあります。

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。LM338では、この放電パスに対し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。100 μ F以下の出力コンデンサで、出力電圧が15V以下の場合、ダイオードを接続する必要はありません。

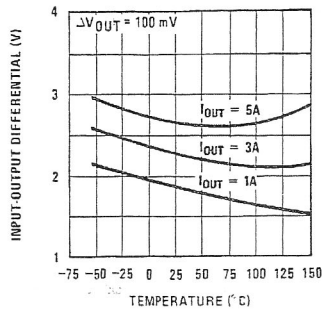
ADJ端子に接続されたバイパス・コンデンサはIC内部の低電流の接合部を通じて放電する可能性があります。入力または出力のいずれかが短絡されるときに放電されます。LM338の内部には、50 Ω の抵抗があり、これによってピーク充電電流が制限されます。出力電圧が25V以下で容量値が10 μ Fの場合保護ダイオードは不要です。出力が25V以上で出力コンデンサの値が大きい場合に使用する、保護ダイオード付きのLM338の応用回路例をFig. 3に示します。

Typical Performance Characteristics (つづき)

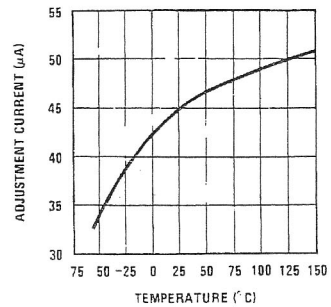
Load Regulation



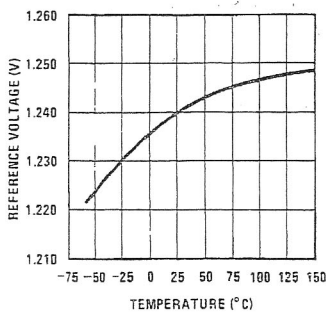
Dropout Voltage



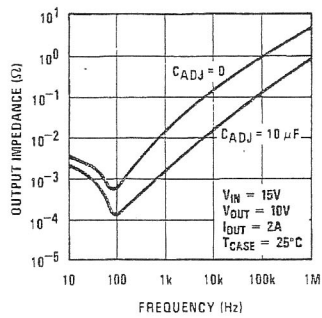
Adjustment Current



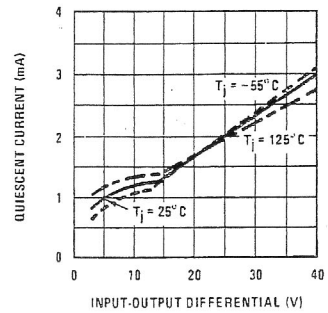
Temperature Stability



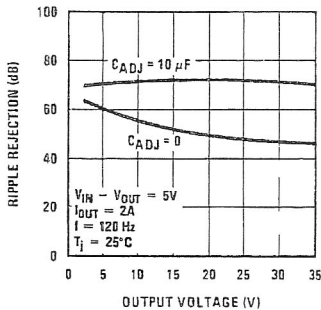
Output Impedance



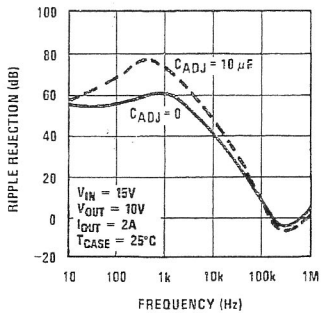
Minimum Operating Current



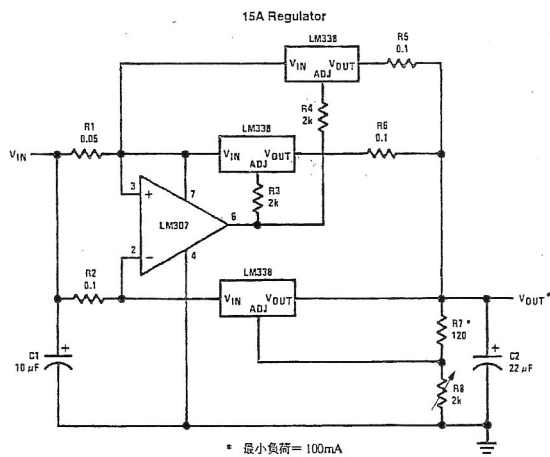
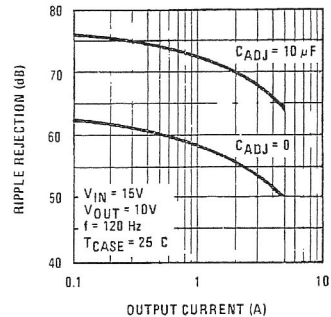
Ripple Rejection



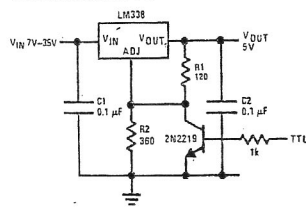
Ripple Rejection



Ripple Rejection

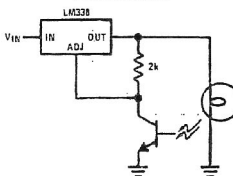


5V Logic Regulator with Electronic Shutdown*

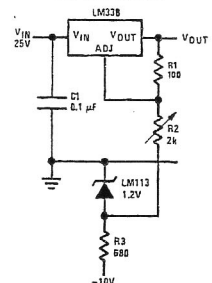


TL/H/9090-18

Light Controller



0 to 22V Regulator



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。

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下さい。

リード温度(ハンダ付け、4秒)
ESD 耐性

260°C
TBD

消費電力
入出力電圧差
保存温度

内部制限
+40V、-0.3V
-65°C~+150°C

動作温度範囲
LM338

0°C ≤ T_J ≤ 125°C

電気的特性

標準文字で示されている規格値は T_J = 25°C の場合で、太字で示されている規格値は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、V_{IN} - V_{OUT} = 5V、I_{OUT} = 10mA です。(Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	LM338			Units
			Min	Typ	Max	
V _{REF}	Reference Voltage	3V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 35V, 10 mA ≤ I _{OUT} ≤ 5A, P ≤ 50W	1.19	1.24	1.29	V
V _{RLINE}	Line Regulation	3V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 35V (Note 3)		0.005	0.03	%/V
V _{RLOAD}	Load Regulation	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ 5A (Note 3)		0.1	0.5	%
				0.3	1	%
	Thermal Regulation	20 ms Pulse		0.002	0.02	%/W
I _{ADJ}	Adjustment Pin Current			45	100	μA
ΔI _{ADJ}	Adjustment Pin Current Change	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ 5A, 3V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 35V		0.2	5	μA
ΔV _{R/T}	Temperature Stability	T _{MIN} ≤ T _J ≤ T _{MAX}		1		%
I _{LOAD(Min)}	Minimum Load Current	V _{IN} - V _{OUT} = 35V		3.5	10	mA
I _{CL}	Current Limit	V _{IN} - V _{OUT} ≤ 10V DC 0.5 ms Peak	5 7	8 12		A A
		V _{IN} - V _{OUT} = 30V			1	A
V _N	RMS Output Noise, % of V _{OUT}	10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz		0.003		%
ΔV _R ΔV _{IN}	Ripple Rejection Ratio	V _{OUT} = 10V, f = 120 Hz, C _{ADJ} = 0 μF V _{OUT} = 10V, f = 120 Hz, C _{ADJ} = 10 μF	60	60 75		dB dB
	Long-Term Stability	T _J = 125°C, 1000 hrs		0.3	1	%
θ _{JC}	Thermal Resistance Junction to Case	T Package			4	°C/W
θ _{JA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient (No Heat Sink)	T Package		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。動作定格とは、ICが機能する条件を示しますが、特定の性能限界を保証するものではありません。保証規格と試験条件については、「電気的特性」を参照下さい。

Note 2: これらの規格値は、消費電力25Wまでの場合に適用されます。入力-出力電圧差15Vまでの場合、消費電力はこれらの値が保証されます。電圧差が15Vを超える場合には、消費電力は内部保護回路によって制限されます。すべての制限値(MinおよびMax)はナショナルセミコンダクター社の AOQL(平均出荷品質レベル)で保証されます。

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、一定の接合部温度において測定されます。温度上昇の影響による出力電圧の変化は、サーマル・レギュレーションの規格範囲の中でカバーされています。

Typical Performance Characteristics

