

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 $0 \leq T_j \leq +125$ です。

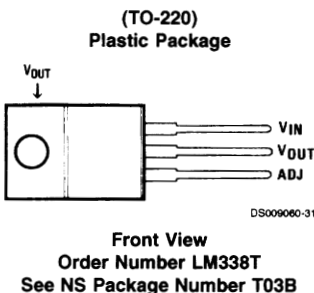
特長

- 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

ピン配置図 (詳細については、Physical Dimension の項を参照)



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。

リード温度
プラスチック・パッケージ(ハンダ付け、4秒)
ESD 耐性

260
TBD

消費電力
入出力電圧差
保存温度

内部制限
+ 40V、- 0.3V
- 65 ~ + 150

動作温度範囲

LM338

0 T_J + 125

電氣的特性

標準文字で示されている規格値は $T_J = 25$ 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	$3V \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 35V$, $10 mA \leq I_{OUT} \leq 5A$, $P \leq 50W$	1.19	1.24	1.29	V
V_{RLINE}	Line Regulation	$3V \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 35V$ (Note 3)		0.005	0.03	%/V
				0.02	0.06	%/V
V_{RLOAD}	Load Regulation	$10 mA \leq I_{OUT} \leq 5A$ (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	$10 mA \leq I_{OUT} \leq 5A$, $3V \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 35V$		0.2	5	μA
ΔV_{RT}	Temperature Stability	$T_{MIN} \leq T_J \leq T_{MAX}$		1		%
$I_{LOAD(Min)}$	Minimum Load Current	$V_{IN} - V_{OUT} = 35V$		3.5	10	mA
I_{CL}	Current Limit	$V_{IN} - V_{OUT} \leq 10V$ DC	5	8		A
		0.5 ms Peak	7	12		A
		$V_{IN} - V_{OUT} = 30V$			1	A
V_N	RMS Output Noise, % of V_{OUT}	$10 Hz \leq f \leq 10 kHz$		0.003		%
$\frac{\Delta V_R}{\Delta V_{IN}}$	Ripple Rejection Ratio	$V_{OUT} = 10V$, $f = 120 Hz$, $C_{ADJ} = 0 \mu F$		60		dB
		$V_{OUT} = 10V$, $f = 120 Hz$, $C_{ADJ} = 10 \mu F$	60	75		dB
	Long-Term Stability	$T_J = 125^\circ C$, 1000 hrs		0.3	1	%
θ_{JC}	Thermal Resistance Junction to Case	T Package			4	$^\circ C/W$
θ_{JA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient (No Heat Sink)	T Package		50		$^\circ C/W$

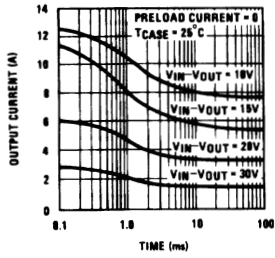
Note 1: 絶対最大定格とは、ICに破壊が発生する可能性のある制限値をいいます。動作定格とは、ICが機能する条件を示しますが、特定の性能限界を保証するものではありません。保証規格と試験条件については、「電氣的特性」を参照下さい。

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。

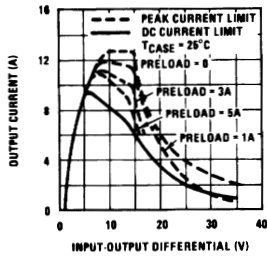
Typical Performance Characteristics

Current Limit



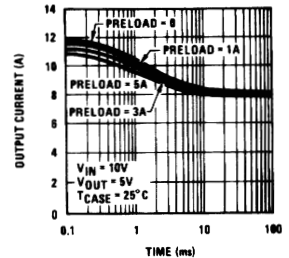
DS009060-32

Current Limit



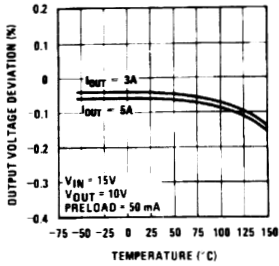
DS009060-33

Current Limit



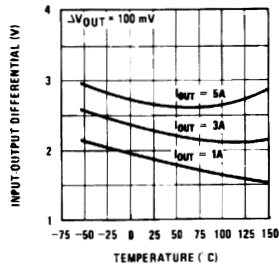
DS009060-34

Load Regulation



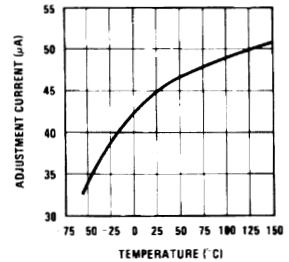
DS009060-35

Dropout Voltage



DS009060-36

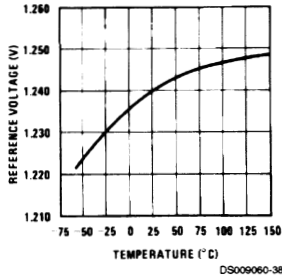
Adjustment Current



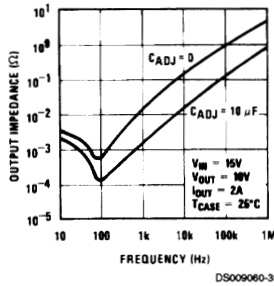
DS009060-37

Typical Performance Characteristics (つづき)

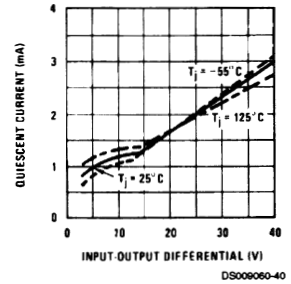
Temperature Stability



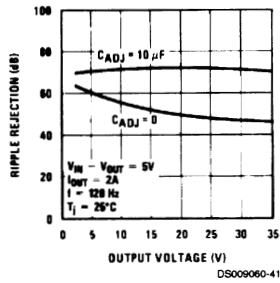
Output Impedance



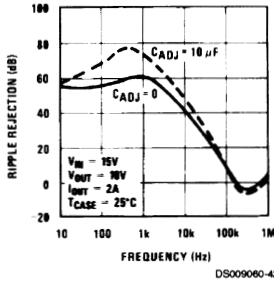
Minimum Operating Current



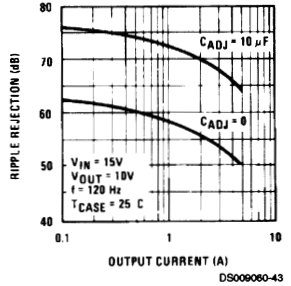
Ripple Rejection



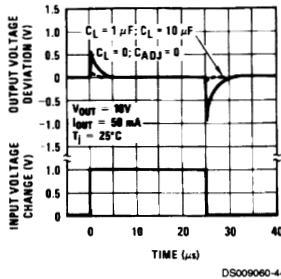
Ripple Rejection



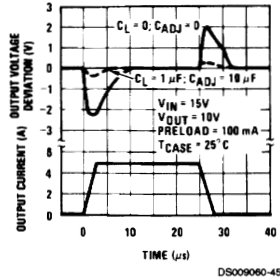
Ripple Rejection



Line Transient Response



Load Transient Response



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 $R1$ 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 $R2$ に流れ、出力電圧は次の式で与えられます。

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

アプリケーション・ヒント(つづき)

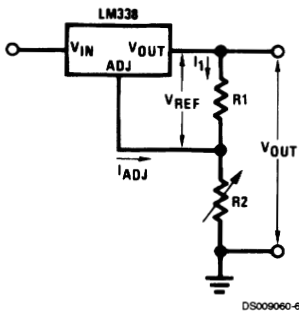


FIGURE 1.

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。出力での負荷が不足した場合、出力は大きくなります。

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い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240 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く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、この場合は11.5倍悪くなります。

Fig. 2にレギュレータと240 Ω 設定抵抗との間にある抵抗の影響を示します。

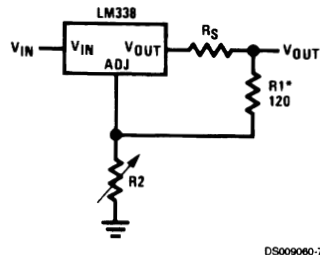


FIGURE 2. Regulator with Line Resistance in Output Lead

R2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。

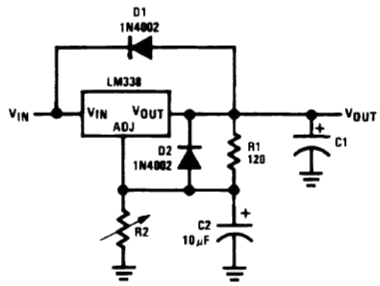
保護ダイオード

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。

アプリケーション・ヒント(つづき)



DS009060-8

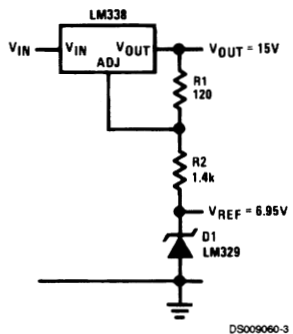
D1 protects against C1
D2 protects against C2

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

FIGURE 3. Regulator with Protection Diodes

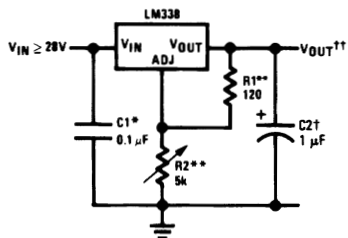
代表的なアプリケーション

Regulator and Voltage Reference



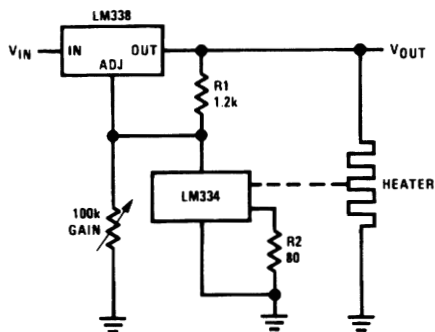
DS009060-3

1.2V–25V Adjustable Regulator



DS009060-1

Temperature Controller



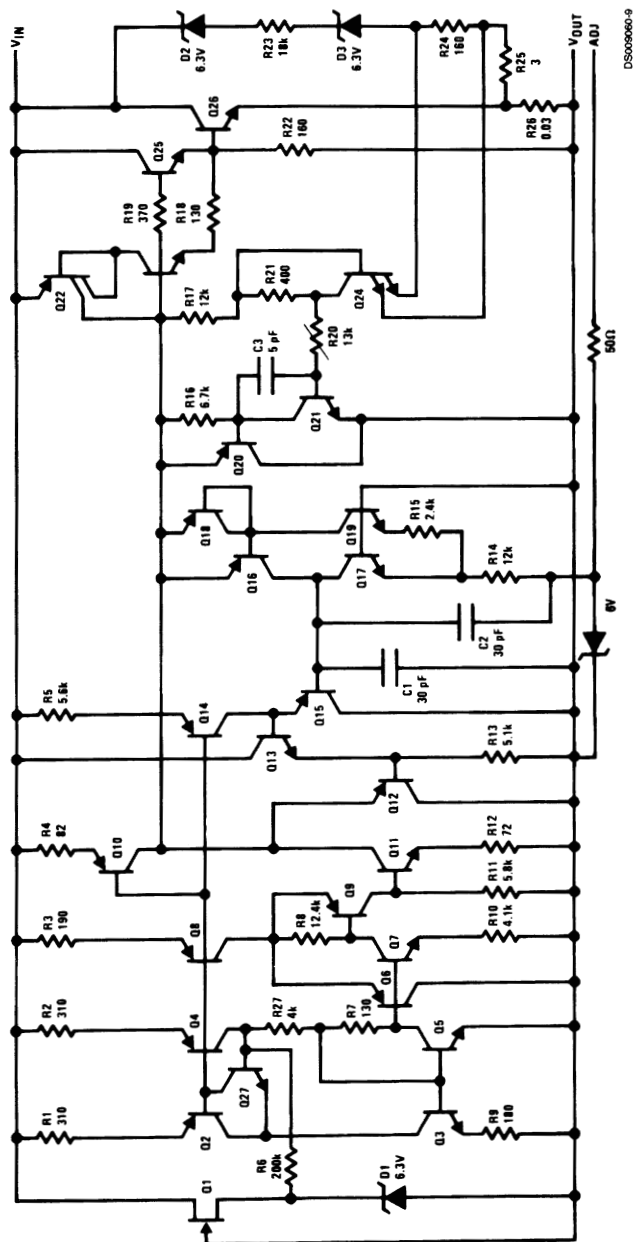
DS009060-10

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 トランジエント応答特性を改善します。1µF ~ 1000µFのアルミニウムまたはタンタル電解コンデンサを接続する方法は出力インピーダンスおよびトランジエント除去率を改善するためによく使用されます。

* デバイスの位置がフィルタ・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。

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

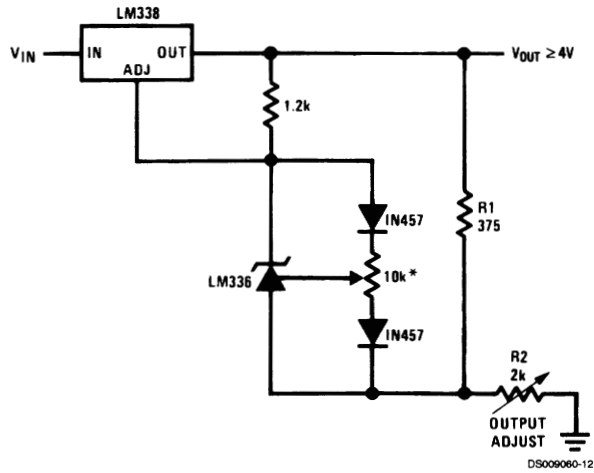
錄音回路



D500960-9

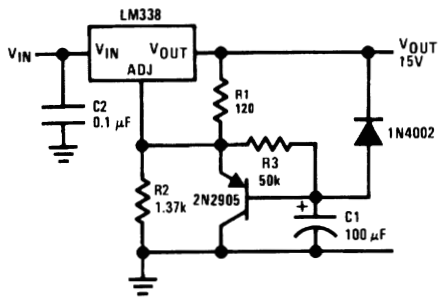
代表的なアプリケーション(つづき)

Precision Power Regulator with Low Temperature Coefficient



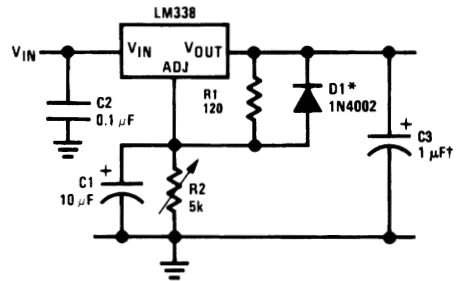
* R1 両端で3.75に調整

Slow Turn-On 15V Regulator



DS009060-13

Adjustable Regulator with Improved Ripple Rejection

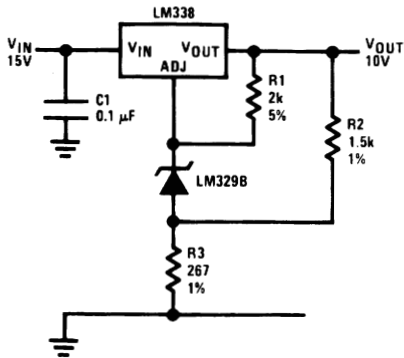


DS009060-14

† 固体タンタル・コンデンサ

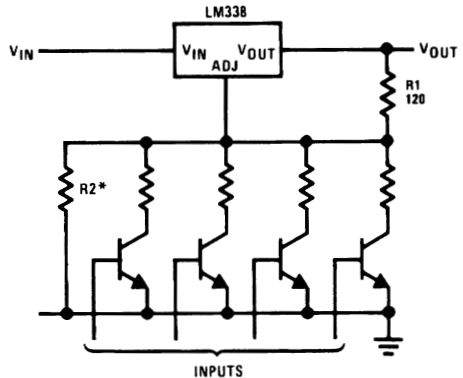
* 出力がグラウンドに短絡された場合 C1 から放電します。

High Stability 10V Regulator



DS009060-15

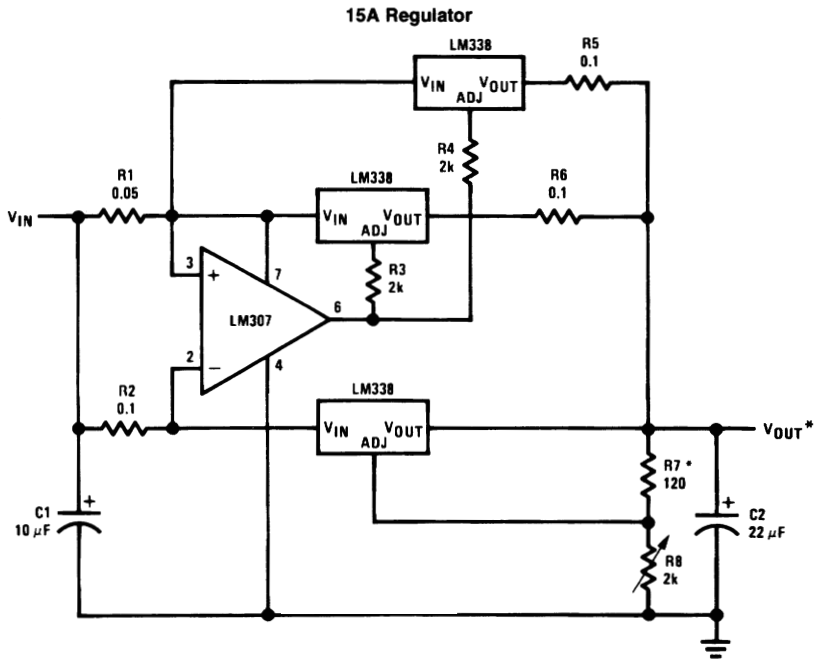
Digitally Selected Outputs



DS009060-16

* 最大出力電圧 V_{OUT} に設定

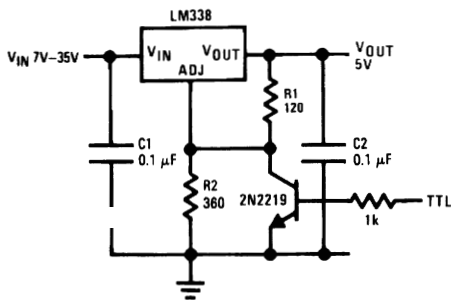
代表的なアプリケーション(つづき)



DS009060-17

* 最小負荷 = 100mA

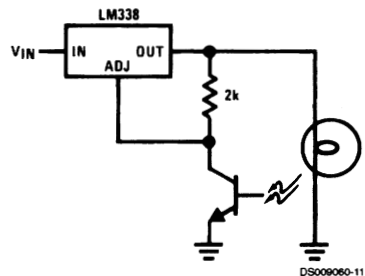
5V Logic Regulator with Electronic Shutdown**



DS009060-18

** 最小出力 = 1.2V

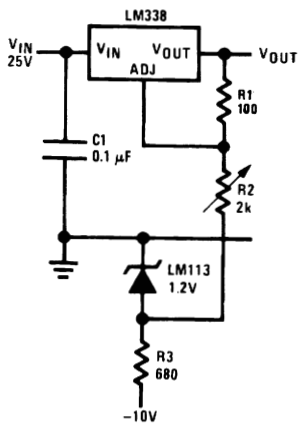
Light Controller



DS009060-11

代表的なアプリケーション(つづき)

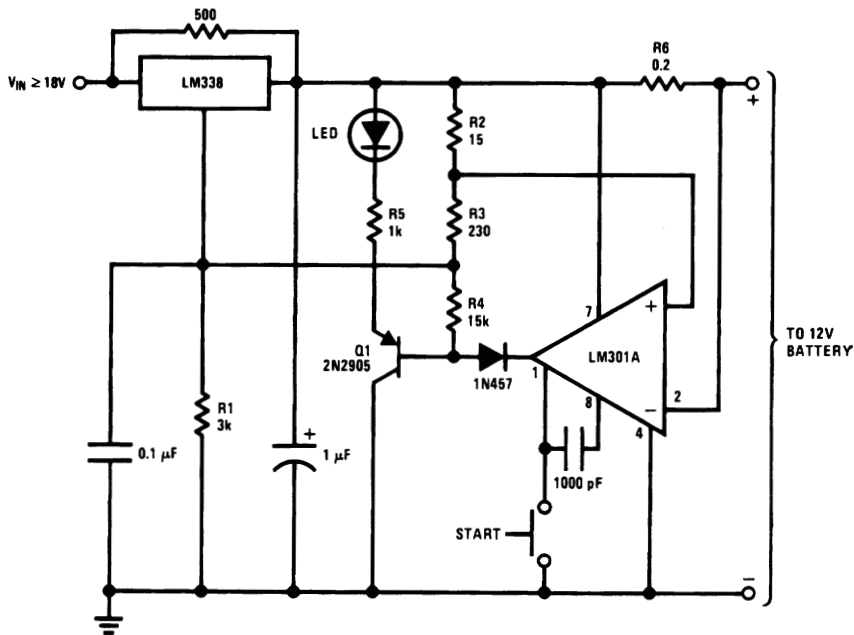
0 to 22V Regulator



DS009060-19

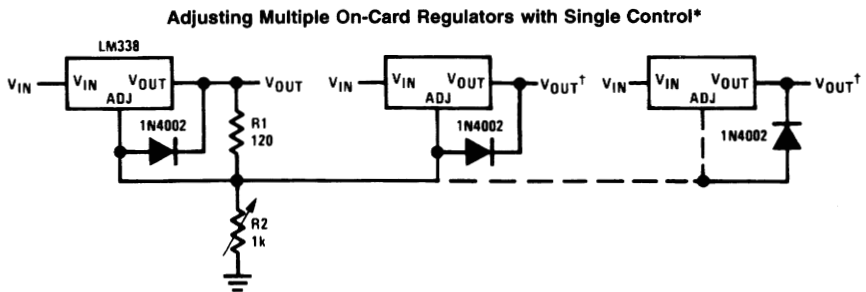
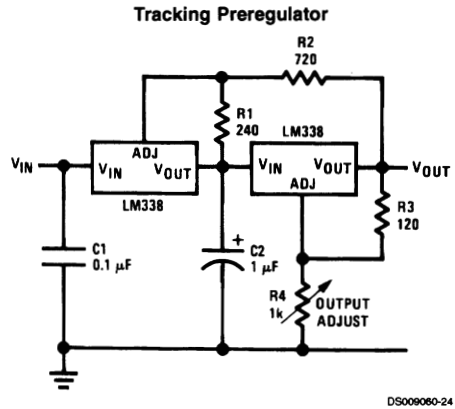
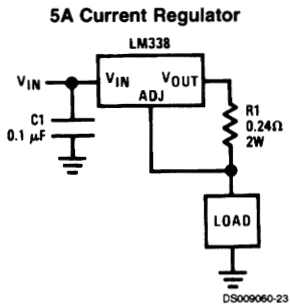
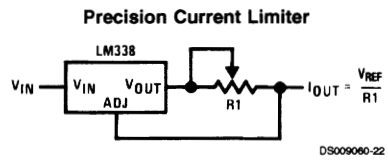
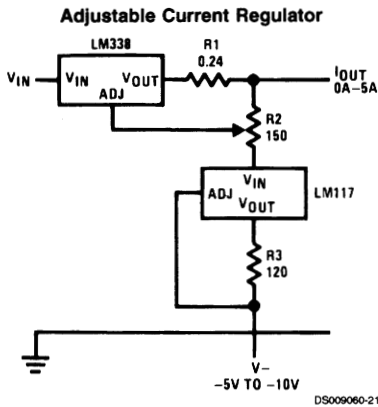
高入出力電圧差の条件では、最大出力電流を供給できません。

12V Battery Charger



DS009060-20

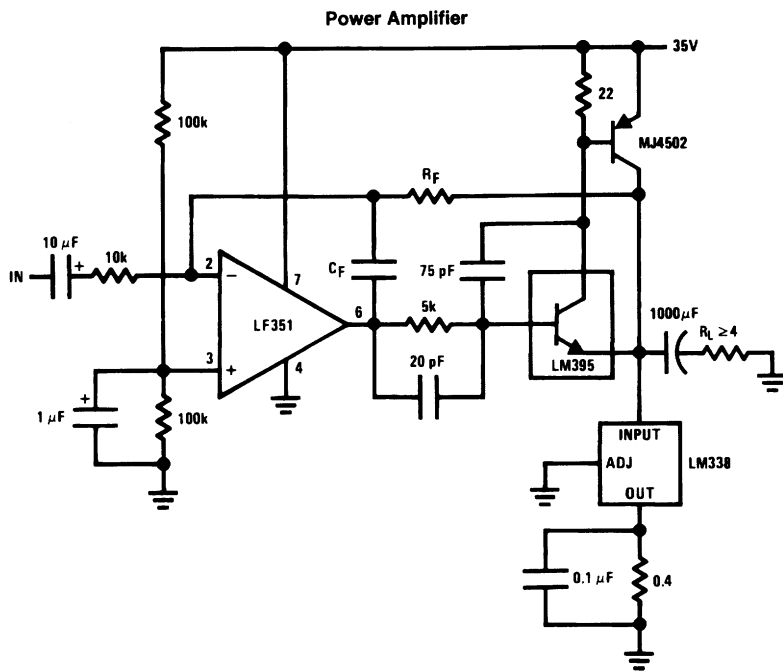
代表的なアプリケーション(つづき)



† 最小負荷 = 10mA

* 全出力 = ± 100mV 以内

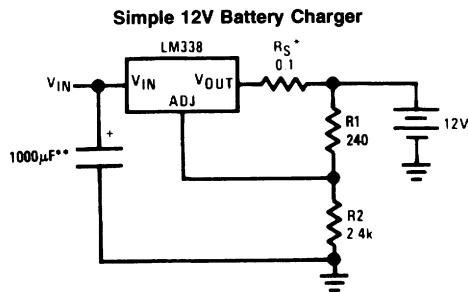
代表的なアプリケーション(つづき)



DS009060-27

$A_v = 1, R_F = 10k, C_F = 100 \text{ pF}$
 $A_v = 10, R_F = 100k, C_F = 10 \text{ pF}$

帯域幅 100kHz
 ひずみ率 0.1%



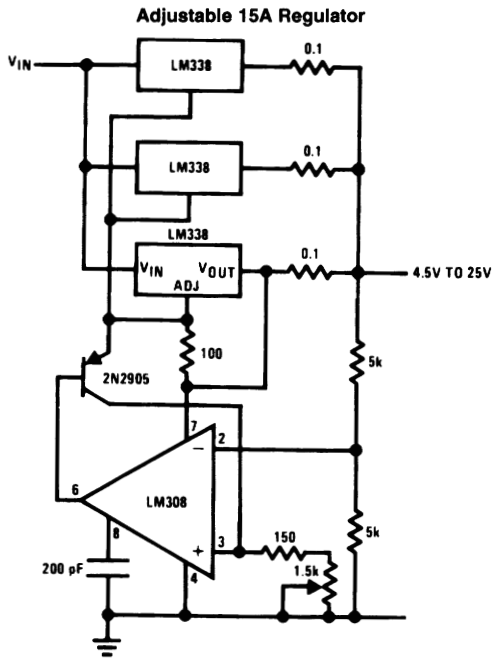
DS009060-28

* R_S チャージャの出力インピーダンス $Z_{OUT} = R_S \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$ を設定します。

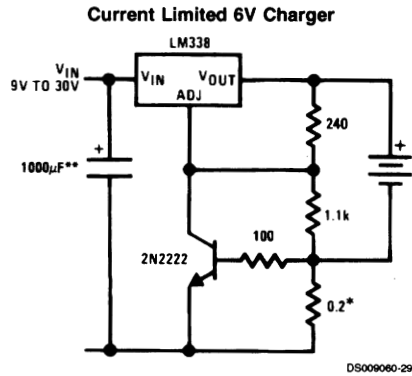
R_S によって、バッテリーの充電速度を遅くすることが可能です。

** 入力トランジェントを除去するために、コンデンサ値を $1000\mu\text{F}$ にすることが推奨されます。

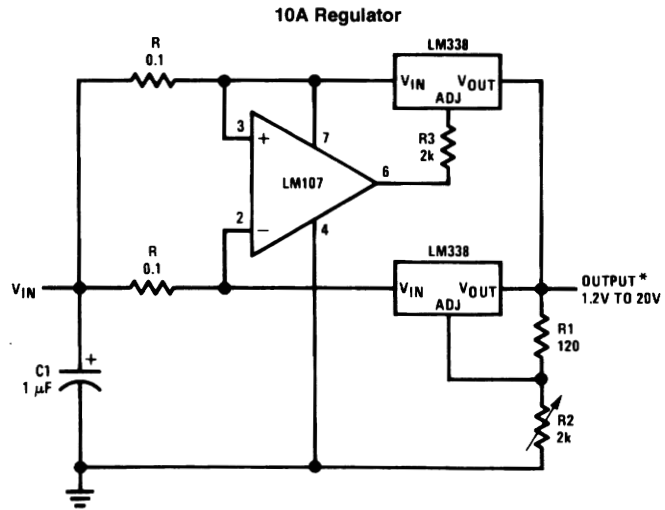
代表的なアプリケーション(つづき)



DS009060-26



- * 最大充電電流を 3A に設定します。
- ** 入力トランジエントを除去するために、コンデンサの値 1000 μ F にすることがを推奨されます。



DS009060-2

* Minimum load — 100 mA

NOTE

