

特長

- 1.2Vでの動作保証
- シングル・チップのオペアンプおよびリファレンス
- マイクロパワー：130 μ Aの電源電流
- インダストリアル温度範囲のSO-8パッケージ
- レール・トゥ・レール出力
- 高出力電流：25mA(最小)
- 出力は1000pFコンデンサをドライブ
- フローティング・モード動作が可能
- 5Vおよび ± 5 Vの電源電圧の規格
- 低リファレンス・ドリフト：30ppm/
- 業界標準LM10ピン配置

アプリケーション

- バッテリまたはソーラー電源システム
ポータブル計測
センサ調整
- 高精度電流レギュレータ
- 高精度電圧レギュレータ
- バッテリ・レベル・インジケータ
- 熱電対トランスミッタ

概要

LT[®]1635は、レール・トゥ・レール出力オペアンプ、高精度リファレンス、およびリファレンス・バッファを内蔵した新しいアナログ・ビルディング・ブロックです。このデバイスは単一1.2V電源または最大 ± 5 V電源で動作しますが、わずか130 μ Aの電源電流しか消費しません。

オペアンプの入力同相範囲にはグランドが含まれており、入力負電源より低いときに偽出力が発生するのを防止するために、位相反転保護を内蔵しています。レール・トゥ・レール出力段は、無負荷時に各レールの15mV以内に振幅し、10mAの出力電流供給時に各レールの250mV以内に振幅することができます。オペアンプの利得帯域幅は175kHzで、最大1000pFの負荷容量まで安定したユニティゲイン動作を行います。

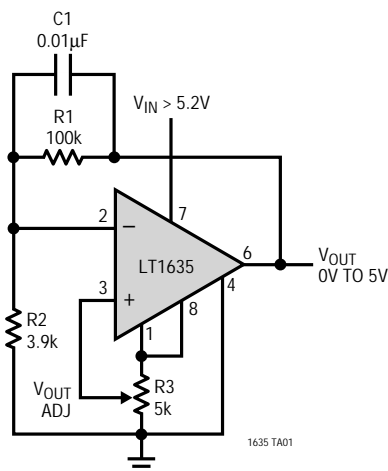
0.2Vリファレンスは V^- を基準にし、バッファ・アンプが組み込まれているため柔軟性が向上しています。リファレンスとバッファを組み合わせることにより、30ppm/ のドリフト、20ppm/Vのライン・レギュレーション、および150ppm/mAのロード・レギュレーションを実現しています。

LT1635は8ピンPDIPおよびSOパッケージで供給され、業界標準のLM10ピン配置を採用しています。

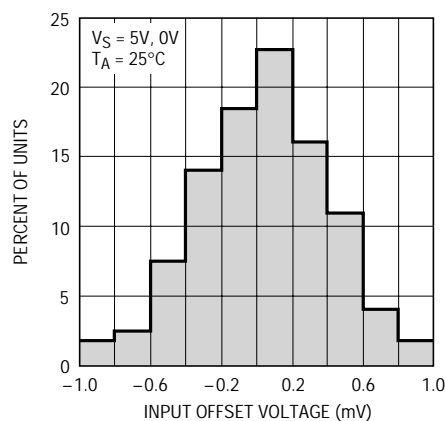
LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
 RAIL-TO-RAILは日本モトローラ(株)の登録商標です。

標準的応用例

0V ~ 5Vレギュレータ



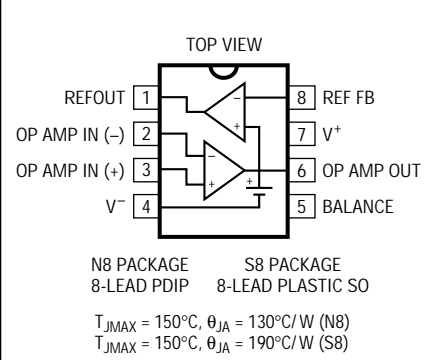
入力オフセット電圧の標準分布



絶対最大定格

全電源電圧 (V ⁺ ~ V ⁻).....	14V
入力差動電圧	14V
入力電流.....	± 25mA
出力短絡時間	連続
動作温度範囲	
(Note 1).....	- 40 ~ 85
接合部温度	150
保存温度範囲	- 65 ~ 150
リード温度(半田付け、10秒).....	300

パッケージ/発注情報



ORDER PART NUMBER
LT1635CN8 LT1635CS8 LT1635IN8 LT1635IS8
S8 PART MARKING
1635 1635I

ミリタリ・グレードに関してはお問い合わせください。

電気的特性

5Vオペアンプ : 注記がない限り、V_S = 5V、0V ; V_{CM} = V_{OUT} = 2.5V、T_A = 25 (Note 1)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{OS}	Input Offset Voltage	0°C ≤ T _A ≤ 70°C	●	0.3	1.3	mV
		-40°C ≤ T _A ≤ 85°C	●	0.5	1.6	mV
	Input Offset Voltage Drift	-40°C ≤ T _A ≤ 85°C (Note 3)	●	3.0	7.0	μV/°C
V _{OS ADJ}	Offset Voltage Adjust Range	Positive Adjust	●	6	8	mV
		Negative Adjust	●	-1.4	-2	mV
I _{OS}	Input Offset Current		●	0.2	0.6	nA
I _B	Input Bias Current		●	2.0	4.0	nA
			●	2.5	5.0	nA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1		μV _{p-p}
e _n	Input Noise Voltage Density	f = 1kHz		50		nV/√Hz
i _n	Input Noise Current Density	f = 1kHz		0.05		pA/√Hz
R _{IN}	Input Resistance	Differential	●	7	25	MΩ
		Common Mode, V _{CM} = 0V to 4V			6	GΩ
	Input Voltage Range		●	0	4	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	V _{CM} = 0V to 4V	●	92	110	dB
			●	85	97	dB
A _{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	V _O = 200mV to 4.5V, No Load	●	100	450	V/mV
		V _O = 200mV to 4.5V, R _L = 1.1k	●	45	200	V/mV
		V _O = 200mV to 4.5V, R _L = 500Ω	●	35	150	V/mV
	Shunt Gain	I _{OUT} = 0.1mA to 5mA				V/mV
		V _O = 1.5V to 6.45V		15	25	V/mV
		(Note 4)	●	8	20	V/mV
V _{OL}	Output Voltage Swing Low	V _S = 5V, No Load	●	2	10	mV
		V _S = 5V, I _{SINK} = 5mA	●	125	250	mV
		V _S = 5V, I _{SINK} = 10mA	●	200	500	mV
V _{OH}	Output Voltage Swing High	V _S = 5V, No Load	●	4.975	4.985	V
		V _S = 5V, I _{SOURCE} = 5mA	●	4.65	4.8	V
		V _S = 5V, I _{SOURCE} = 10mA	●	4.55	4.75	V

電気的特性

5V オペアンプ : 注記がない限り、 $V_S = 5V$ 、 $0V$; $V_{CM} = V_{OUT} = 2.5V$ 、 $T_A = 25$ (Note 1)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{SC}	Short-Circuit Current	$V_S = 5V$, Short to GND	●	25	40	mA
		$V_S = 5V$, Short to V_{CC}	●	25	40	mA
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 1.2V$ to $12V$, $V_{CM} = V_O = 0.2V$	●	93	100	dB
			●	90	97	dB
	Minimum Operating Supply Voltage	(Note 2)	●	1.1	1.2	V
I_S	Supply Current		●	130	200	μA
			●	150	260	μA
GBW	Gain Bandwidth Product	$f = 1kHz$		175		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$, $R_L = \infty$		0.045		V/ μs

5V リファレンス : 注記がない限り、 $V_S = 5V$ 、 $0V$; $T_A = 25$ (Note 1)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{REF}	Feedback Sense Voltage	Voltage at Pin 1 with Pin 1 Connected to Pin 8 (Note 5)	●	189	200	211	mV
TC V_{REF}	Reference Drift	(Note 3)	●	30	100	ppm/ $^{\circ}C$	
			●				
	Feedback Current	Current into Pin 8	●	3.5	10	nA	
			●	5.0	15	nA	
	Line Regulation	$0 \leq I_{REF} \leq 1mA$, $V_{REF} = 200mV$ $V_S = 1.2V$ to $5V$ $V_S = 1.3V$ to $5V$ (Note 2)	●	20	35	ppm/V	
●			30	55	ppm/V		
	Load Regulation	$I_{REF} = 0$ to $1mA$	●	150	300	ppm/mA	
●			200	500	ppm/mA		
	Reference Amplifier Gain	$V_O = 0.2V$ to $3.5V$	●	45	90	V/mV	
●			25	50	V/mV		

2

$\pm 5V$ オペアンプ : 注記がない限り、 $V_S = \pm 5V$; $V_{CM} = V_{OUT} = 0V$ 、 $T_A = 25$ (Note 1)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage	$0^{\circ}C \leq T_A \leq 70^{\circ}C$ $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$	●	0.3	1.5	mV
			●	0.5	1.9	mV
			●		2.1	mV
	Input Offset Voltage Drift	$0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ (Note 3)	●	4.5	10.0	$\mu V/^{\circ}C$
$V_{OS ADJ}$	Offset Voltage Adjust Range	Positive Adjust Negative Adjust	●	6	8	mV
			●	-1.4	-2	mV
I_{OS}	Input Offset Current		●	0.2	0.6	nA
I_B	Input Bias Current		●	2.0	4	nA
			●	2.5	5	nA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1		μV_{p-p}
e_n	Input Noise Voltage Density	$f = 1kHz$		50		nV/\sqrt{Hz}
i_n	Input Noise Current Density	$f = 1kHz$		0.05		pA/\sqrt{Hz}
R_{IN}	Input Resistance	Differential	●	7	35	$M\Omega$
		Common Mode, $V_{CM} = -5V$ to $4V$	●		9	$G\Omega$
	Input Voltage Range		●	-5	4	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = -5V$ to $4V$	●	94	115	dB
			●	91	110	dB

電気的特性

±5Vオペアンプ：注記がない限り $V_S = \pm 5V$; $V_{CM} = V_{OUT} = 0V$ 、 $T_A = 25$ (Note 1)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
A _{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$V_O = -4.5V$ to $4.5V$, No Load	●	175	300	V/mV
		$V_O = -4.5V$ to $4.5V$, $R_L = 1.1k$	●	15	100	V/mV
		$V_O = -4.5V$ to $4.5V$, $R_L = 500\Omega$	●	10	60	V/mV
V _O	Output Voltage Swing	$V_S = \pm 5V$, No Load	●	±4.975	±4.985	mV
		$V_S = \pm 5V$, $I_{SINK} = 5mA$	●	±4.65	±4.75	mV
		$V_S = \pm 5V$, $I_{SINK} = 10mA$	●	±4.5	±4.6	mV
I _{SC}	Short-Circuit Current	$V_S = \pm 5V$		±25	±40	mA
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 1V$ to $\pm 6V$, $V_{CM} = V_O = 0V$	●	90	100	dB
				88	98	dB
I _S	Supply Current		●	135	215	μA
				160	280	μA
GBW	Gain Bandwidth Product	$f = 1kHz$		175		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$, $R_L = \infty$		0.05		V/μs

±5Vリファレンス：注記がない限り、 $V_S = \pm 5V$ 、 $T_A = 25$ (Note 1)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V _{REF}	Feedback Sense Voltage	Voltage at Pin 1 with Pin 1 Connected to Pin 8 (Note 5)	●	189	200	211	mV
TC V _{REF}	Reference Drift	(Note 3)	●	40	120	ppm/°C	
	Feedback Current	Current into Pin 8	●	3.5	10	nA	
			●	5.0	15	nA	
	Line Regulation	$0 \leq I_{REF} \leq 1mA$, $V_{REF} = 200mV$ $V_S = \pm 0.6V$ to $\pm 5V$ $V_S = \pm 0.65V$ to $\pm 5V$ (Note 2)	●	20	25	ppm/V	
				30	55	ppm/V	
	Load Regulation	$I_{REF} = 0$ to $1mA$	●	150	300	ppm/mA	
				200	500	ppm/mA	
	Reference Amplifier Gain	$V_O = 0.2V$ to $8.5V$ $V_S = 10V$, $0V$	●	45	90	V/mV	
				25	50	V/mV	

は全動作温度範囲の規格値を意味する。

Note 1：LT1635Cは0 ~ 70 のコマーシャル温度範囲で動作することが保証されている。LT1635Cは拡張温度リミットに適合するように設計され、特性が定められ、適合することが見込まれているが、-40 と85 ではテストされていない。LT1635Iはインダストリアル温度範囲に適合することが保証されている。

Note 2：LT1635オペアンプは0V ~ 0.2Vの入力同相モードで全インダストリアル温度範囲において、1.2V電圧で動作する。リファレンスがこの温度範囲で正常に動作するための最小電源電圧は1.3V。

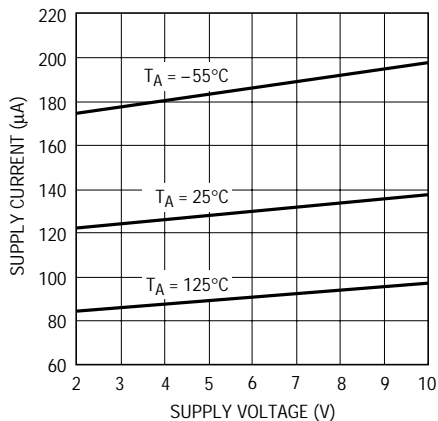
Note 3：このパラメータは100%テストされていない。温度係数は出力電圧の変化を規定温度範囲で除算して測定されている。

Note 4：シャント利得は、出力がV⁺端子に接続され入力同相モードがV⁻を基準にしているときのフローティング・アプリケーションでの動作を定義している。

Note 5：デバイスが規定温度範囲外で保存されている場合、ヒステリシスのために出力がシフトする可能性がある。

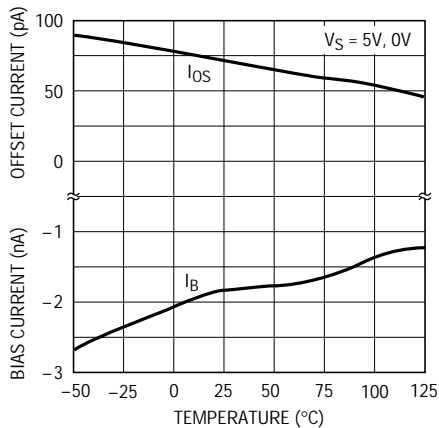
標準的性能特性 オペアンプ

電源電流と電源電圧



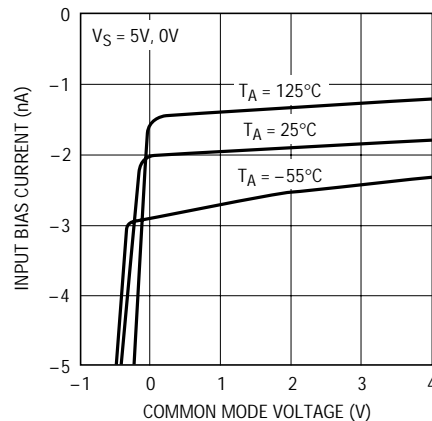
1635 G01

入力バイアス電流および
オフセット電流と温度



1635 G02

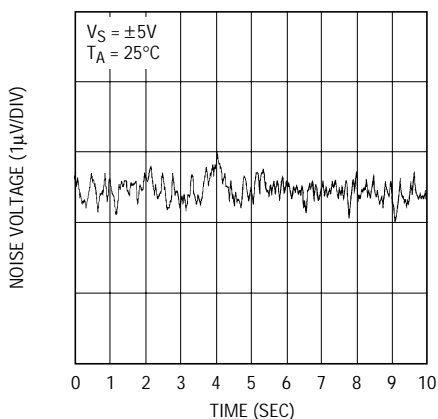
入力バイアス電流と
同相電圧



1635 G03

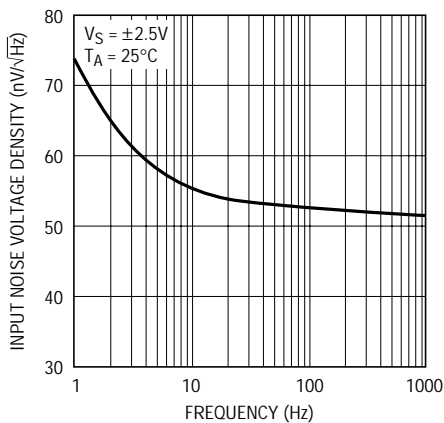
2

0.1Hz ~ 10Hz ノイズ電圧



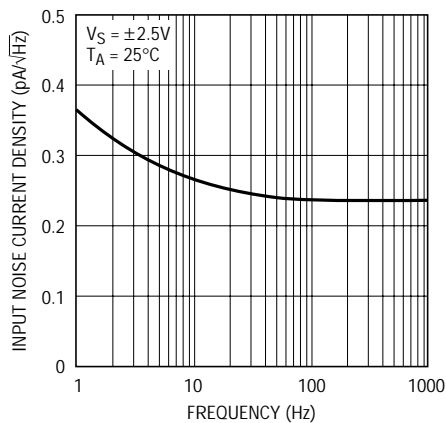
1635 G04

ノイズ電圧密度と周波数



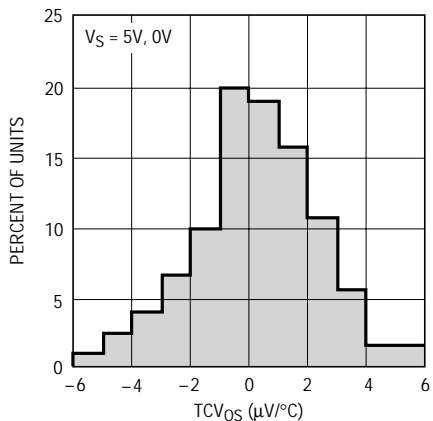
1635 G05

入力ノイズ電流と周波数



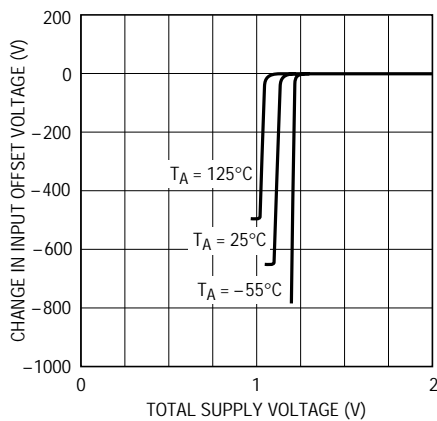
1635 G06

オフセット電圧温度ドリフト
の標準分布



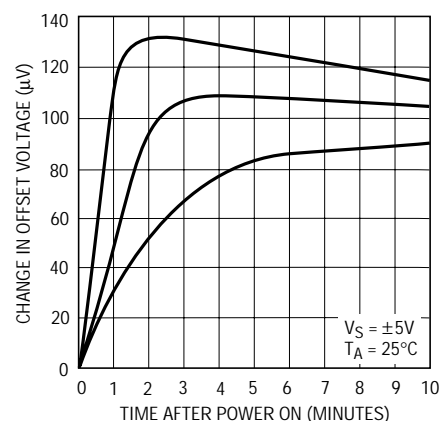
1635 G07

最小電源電圧



1635 G08

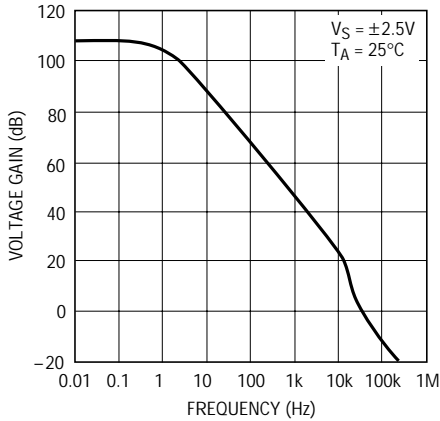
3つの標準ユニットの
ターンオン・ドリフト



1635 G09

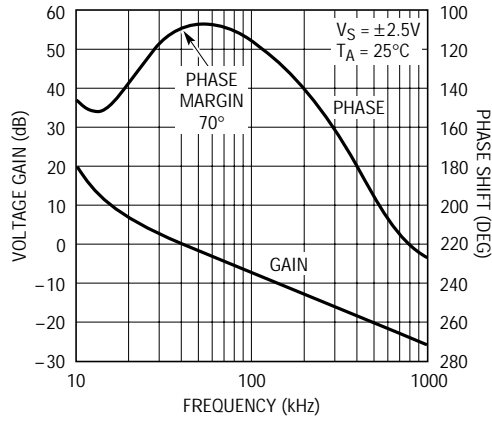
標準的性能特性 オペアンプ

電圧利得と周波数



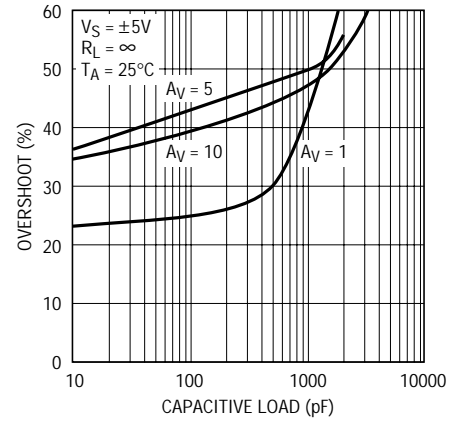
1635 G10

利得位相と周波数



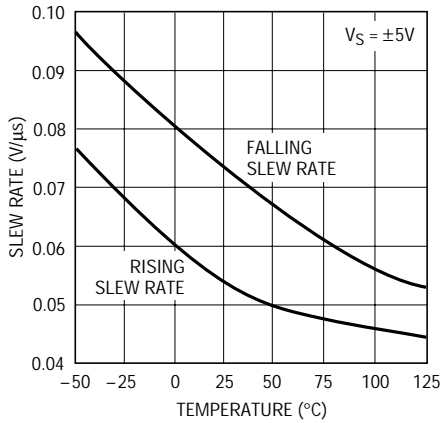
1635 G11

容量性負荷の処理



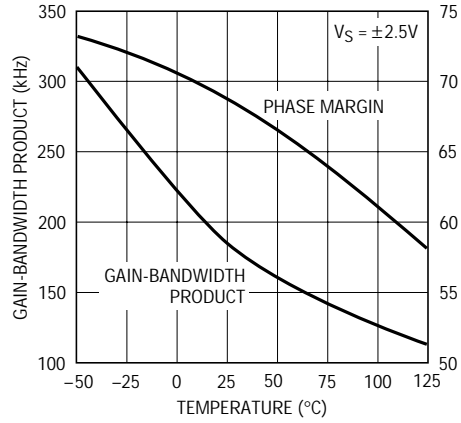
1635 G12

スルーレートと温度



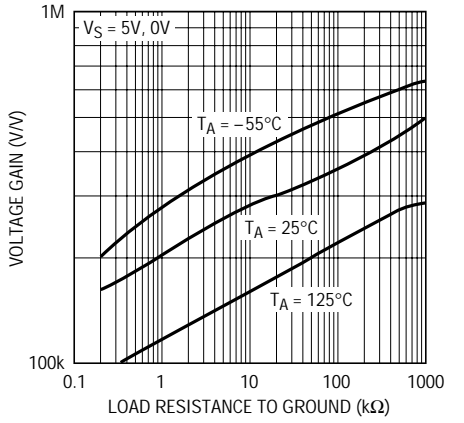
1635 G13

利得帯域幅積および位相マージンと温度



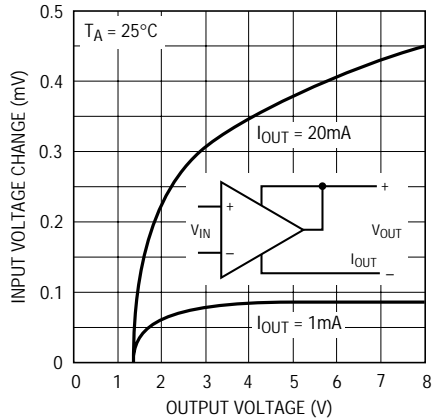
1635 G14

電圧利得と負荷抵抗



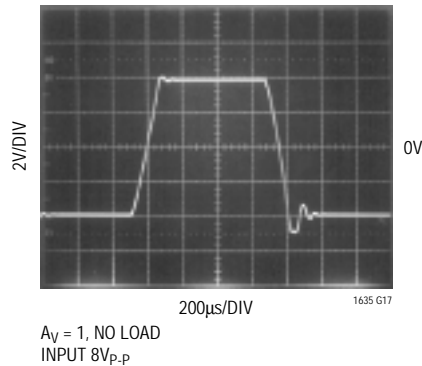
1635 G15

シャント利得



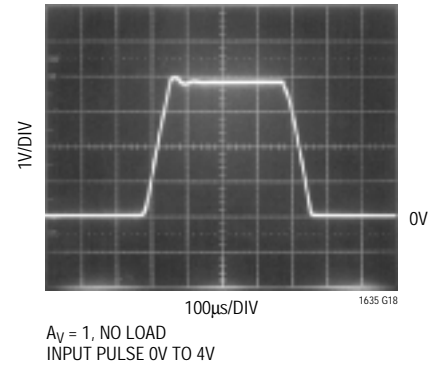
1635 G16

大信号過渡応答 VS = ±5V



1635 G17

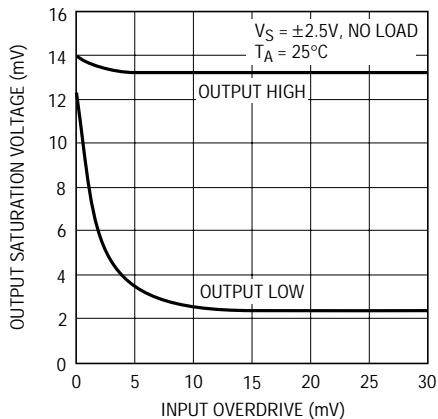
大信号過渡応答 VS = 5V、0V



1635 G18

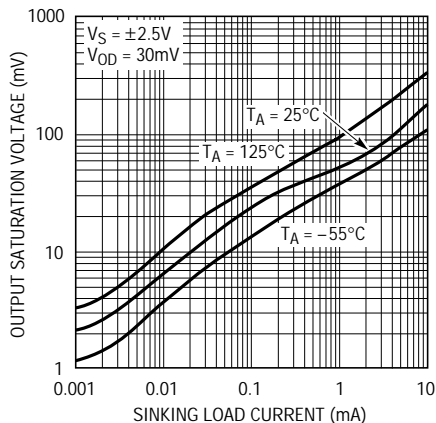
標準的性能特性 オペアンプ

出力飽和電圧と入力
オーバードライブ



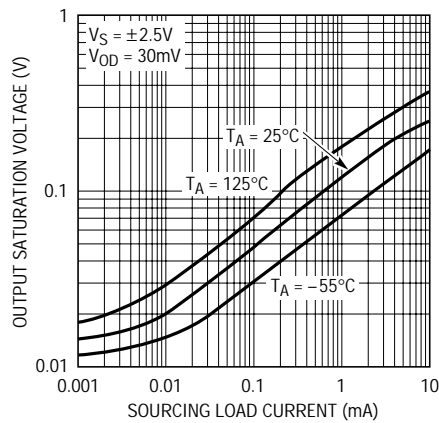
1635 G19

出力飽和電圧と負荷電流
(出力“L”)



1635 G20

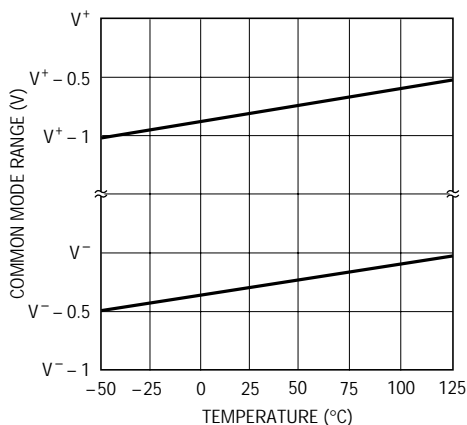
出力飽和電圧と負荷電流
(出力“H”)



1635 G21

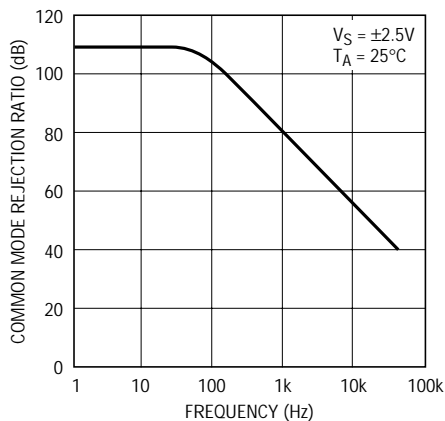
2

同相範囲と温度



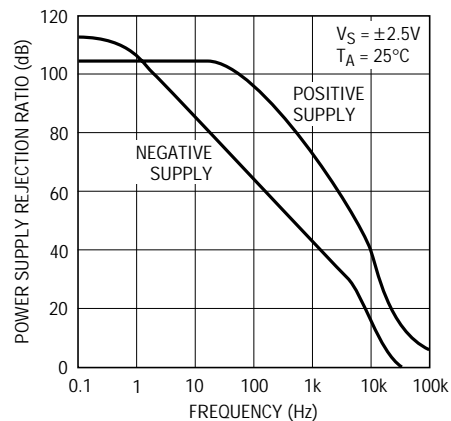
1635 G22

同相除去比と周波数



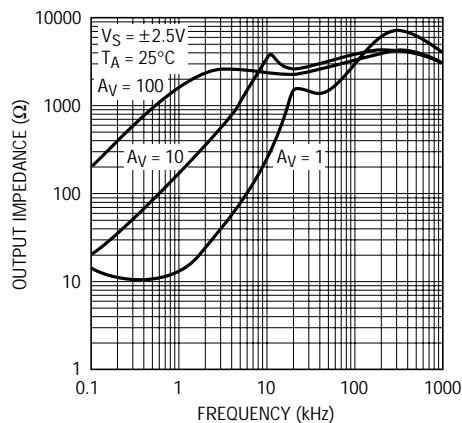
1635 G23

電源除去比と周波数



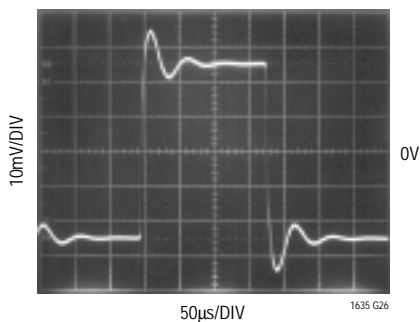
1635 G24

出力インピーダンスと
周波数



1635 G25

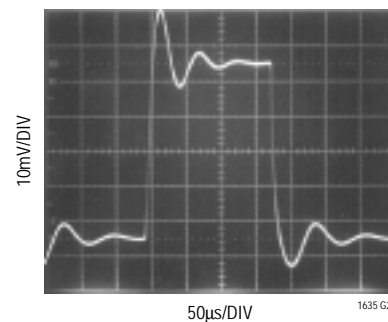
小信号過渡応答 VS = ±5V



1635 G26

AV = 1
CL = 15pF

小信号過渡応答 VS = 5V、0V

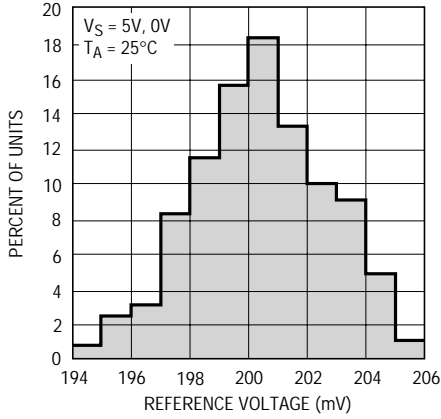


1635 G27

AV = 1
CL = 15pF
INPUT 50mV TO 100mV

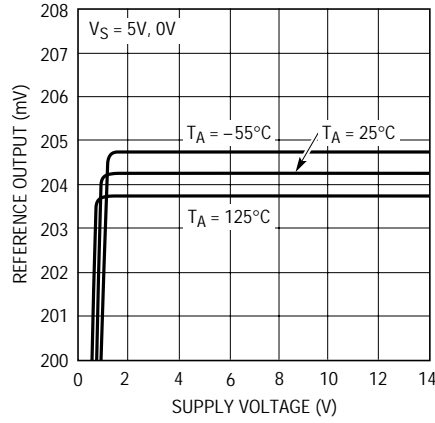
標準的性能特性 リファレンス

初期精度の標準分布



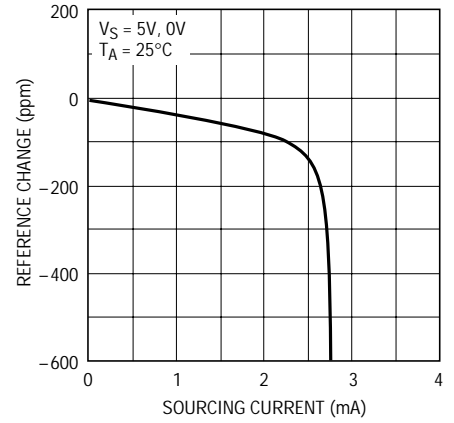
1635 G28

ライン・レギュレーション



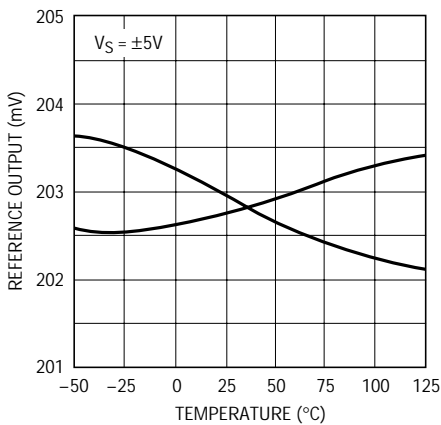
1635 G29

ロード・レギュレーション



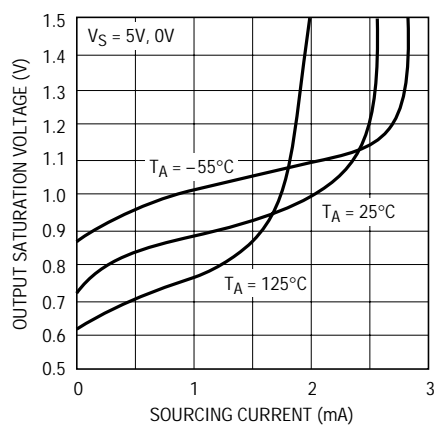
1635 G30

2つの標準ユニットの
リファレンス出力と温度



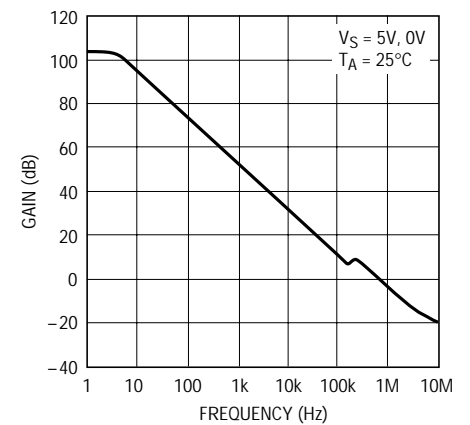
1635 G31

出力飽和と負荷電流
(ソーシング)



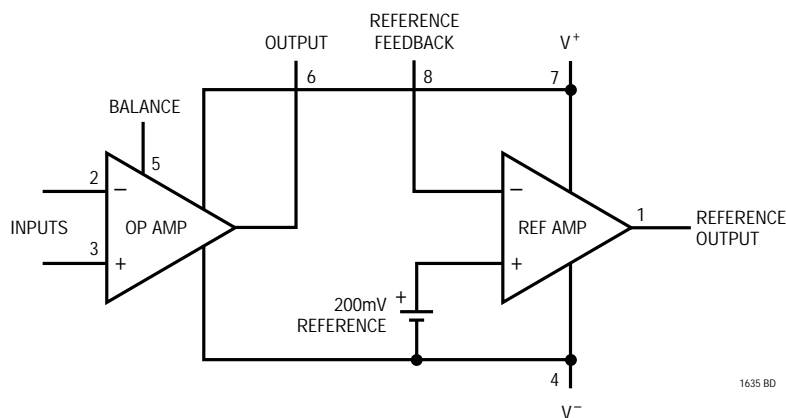
1635 G32

リファレンス・アンプ利得



1635 G33

ブロック図



1635 BD

アプリケーション情報

LT1635は、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、および $V_{CM} = 2.5V$ で完全に規定されています。オペアンプのオフセット電圧は、内部でこれらの電源電圧での最小値に調整されます。このデバイスのユニークな特徴は、単一1.2Vから $\pm 5V$ までの電源で動作することです。完全な仕様は $\pm 5V$ 電源電圧で提供されています。LT1635の正電源ピンは小容量コンデンサ(約 $0.1\mu F$)を使用してバイパスし、スプリット電源を使用する場合は負電源ピンもバイパスする必要があります。

オペアンプ

LT1635は負電源が $0V$ の単一電源動作で完全に規定されています。オペアンプの入力同相範囲にはグラウンドが含まれており、出力は電流シンク時にグラウンドの数mV以内の範囲で振幅します。オペアンプの入力段は、入力負電源以下になったときに偽出力が発生するのを防止するための位相反転保護を備えています。入力が負電源以下になったときに電流が過剰にならないよう、入力には保護抵抗が組み込まれています。

オペアンプはオフセット・ゼロ調整機能も備えており、BALANCEピン(ピン5)をリファレンス出力からの可変電圧に接続してこれを行います。オフセット調節範囲は非対称で、標準 $-2mV \sim 8mV$ です。LT1635の入力オフセット電圧は室温でゼロ調整範囲内に収まるので、オフセット電圧をゼロに調整することができます。図1に標準オフセット調整を示します。

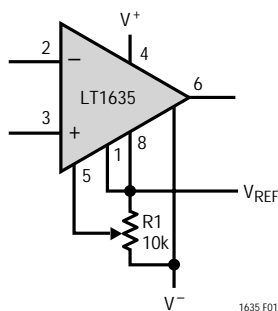


図1. 標準オフセット調整

出力

LT1635の出力電圧振幅は、標準性能曲線に示すとおり、入力のオーバドライブに影響されます。いずれかのレールの $15mV$ 以内の電圧をモニタするときは、出力が

飽和しない利得を選択しなければなりません。たとえば $1mV$ の入力信号の場合、図2aに示すようにアンプは利得100の回路構成ではリニア領域にセットアップされます。しかし、電圧フォロウ・モードでは $1mV$ でアンプを適切に機能させるには不十分です(図2b)。

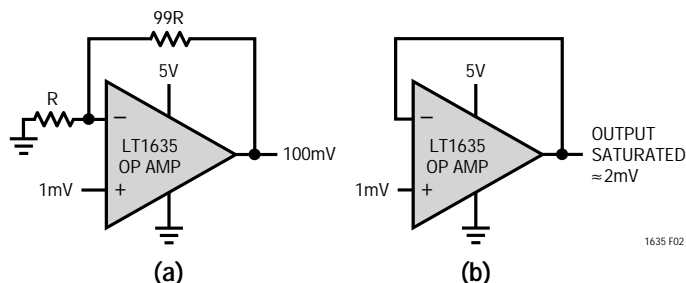


図2. 利得100のアンプと電圧フォロウ

歪み

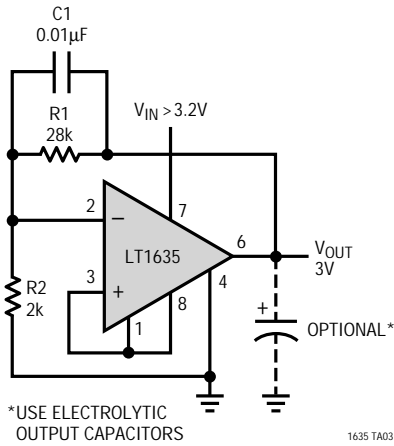
オペアンプで生じる歪みには主に2つの要因があります。すなわち、出力が電流ソースからシンクに変化するときの出力クロスオーバー歪みと、非直線性同相除去に起因する歪みです。LT1635の同相除去比は非常に良好で、標準 $110dB$ です。したがって、入力が通常と同相範囲で動作している限り、同相誘起歪みはほとんどありません。出力負荷抵抗が減少すると、クロスオーバー歪みは増加します。歪みを最小限に抑えるには、LT1635は出力が常に電流を供給した状態で動作しなければなりません。

リファレンス

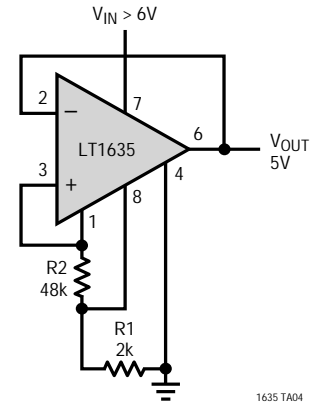
LT1635のリファレンスは、 $200mV$ 高精度バンドギャップとリファレンス・アンプで構成されます。ブロック図に示すように、 $0.2V$ 高精度バンドギャップは V^- を基準にし、内部でリファレンス・アンプの非反転入力に接続されています。この構成ではリファレンス電圧を増幅したり、リファレンス・アンプをコンパレータとして使用でき、非常に柔軟性が高くなっています。オペアンプとは異なり、リファレンス・アンプの出力は正レールの $0.8V$ (標準)以内でしか振幅できません。リファレンス・アンプがインダストリアル温度範囲で飽和しないようにするために、最小動作電源は $1.3V$ でなければなりません。リファレンス・アンプはインダストリアル温度範囲で、 $2mA$ の負荷電流をソースし、 $10\mu A$ をシンクすることができます。

標準的応用例

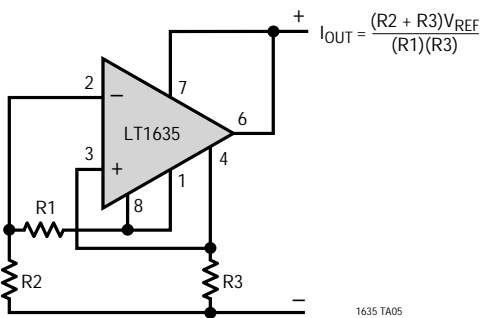
低電圧レギュレータ



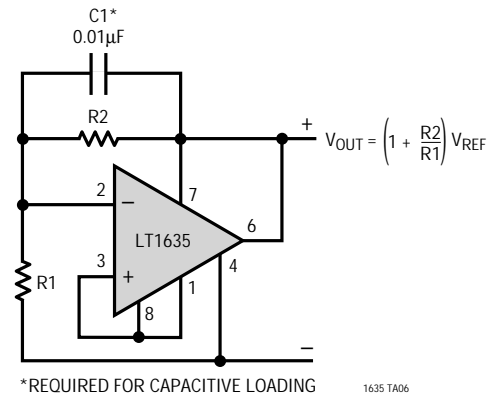
最良の安定化



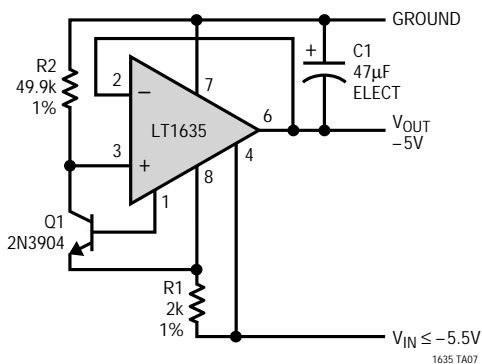
2端子電流レギュレータ



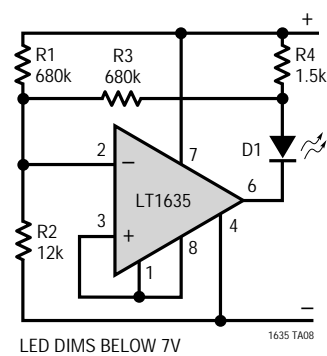
シャントレギュレータ



負レギュレータ

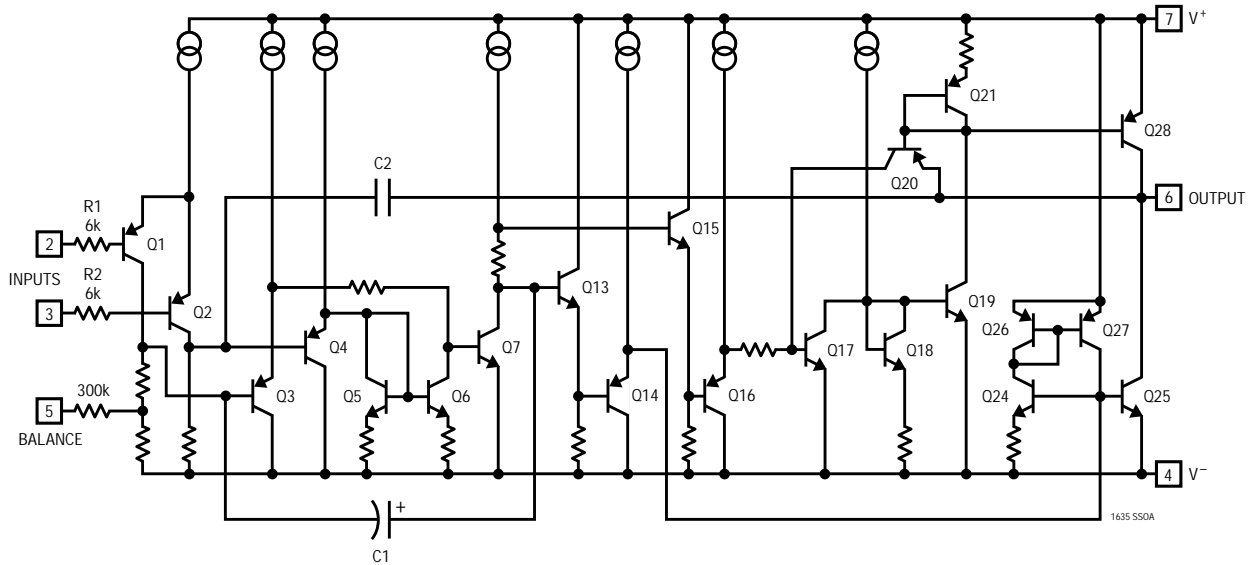


6Vバッテリー・レベル・インジケータ

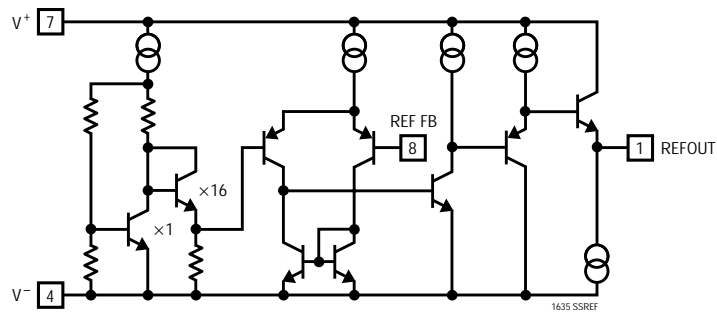


簡略図

オペアンプ



リファレンス

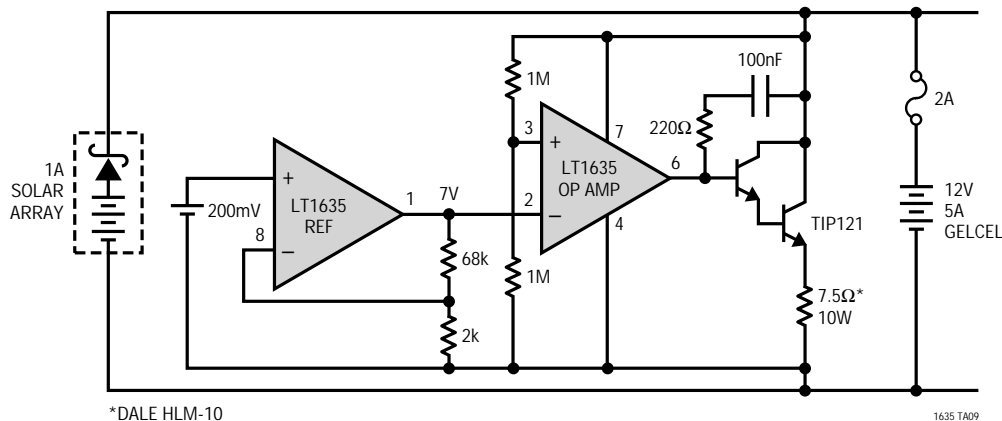


2

LT1635

標準的応用例

1Aシャント・バッテリー・チャージャ ($I_{\text{DARK}} = 230\mu\text{A}$, $V_{\text{FLOAT}} = 14\text{V}$)



関連製品

PART NUMBER	DESCRIPTION	COMMENTS
LT1178/LT1179	Dual/Quad 17μA Max, Single Supply Precision Op Amps	70μV V_{OS} Max and 2.5μV/°C Drift Max, 85kHz GBW, 0.04V/μs Slew Rate, Input/Output Common Mode Includes Ground
LT1490/LT1491	Dual/Quad Micropower Rail-to-Rail Input and Output Op Amps	Single Supply Input Range: -0.4V to 44V, Micropower 50μA Amplifier, Rail-to-Rail Input and Output, 200kHz GBW
LT2178/LT2179	Dual/Quad 17μA Max, Single Supply Precision Op Amps	SO-8 and 14-Lead Standard Pinout, 70μV V_{OS} Max, 85kHz GBW
LT1078/LT1079	Dual/Quad Micropower, Single Supply Precision Op Amps	70μV V_{OS} Max and 0.4μV/°C Drift, 200kHz GBW, 0.07V/μs Slew Rate, Input/Output Common Mode Includes Ground
LT2078/LT2079	Dual/Quad Micropower, Single Supply Precision Op Amps	SO-8 and 14-Lead Standard Pinout, 70μV V_{OS} Max, 200kHz GBW