

特長

- 超低電圧ノイズ
 - ノイズが30nV_{p-p}の範囲:0.1Hz～10Hz
 - 1.2nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (標準値、1kHz)
- 最大オフセット電圧:50 μV
- 最大オフセット電圧ドリフト:0.5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- CMRR:124dB(最小)
- Av_{OL}:132dB(最小)
- スルーレート:30V/ μs
- 利得帯域幅積:15MHz
- 広い電源電圧範囲:8V～33V
- 超低THD:-115dB(1kHz)
- 単位利得で安定
- 低消費電力のシャットダウン時電流:6.2 μA
- SOIC-8Eパッケージおよび4mm×3mm 12ピンDFNパッケージ
- ESD耐電圧:4.5kV(HBM)および2kV(CDM)

アプリケーション

- ADCドライバ・アプリケーション
- 低ノイズ高精度信号処理
- 多重化アプリケーション
- DACバッファ
- 高精度データ収集
- アクティブ・フィルタ
- 業務用オーディオ機器

概要

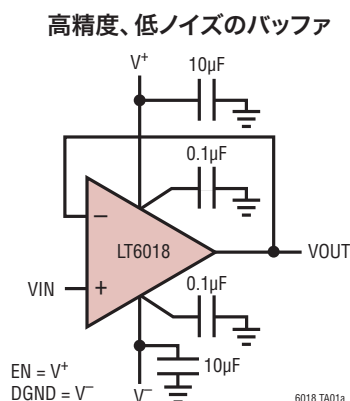
LT[®]6018は、ノイズ性能の優れた36Vの高精度オペアンプです。0.1Hz～10Hzでのノイズはわずか30nV_{p-p}なので、LT6018は、1/fノイズがシステム性能に影響するアプリケーション向けの選択肢として群を抜いています。LT6018は、最大オフセット電圧が50 μV で最大オフセット電圧ドリフトが0.5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ という優れたDC性能を備えています。入力オフセット電圧は、全同相入力電圧範囲にわたって低く抑えられており、124dBの最小CMRRを実現します。開ループ利得は標準で142dBなので、デバイスは1ppm未満の直線性を達成することができます。LT6018は、その独自の回路構成により、ノイズやDC精度を損なわずに優れたスルーレートおよびセトリング時間を実現します。

イネーブル・ピンを使用すると、LT6018を低消費電力のシャットダウン・モードにして、標準的な電源電流をわずか6.2 μA に低減することができます。また、イネーブル・ピンのリファレンス・ピンも備えているので、外部回路とLT6018の間のインタフェースが簡略化されます。

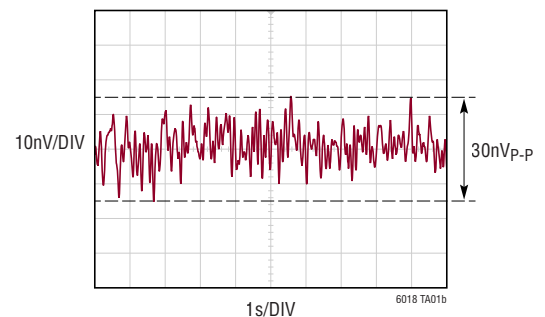
LT6018は8ピンSOICおよび12ピン4mm×3mmDFNパッケージで供給され、どちらのパッケージにも熱抵抗を低減する露出パッドが組み込まれています。LT6018は-40 $^\circ\text{C}$ ～85 $^\circ\text{C}$ および-40 $^\circ\text{C}$ ～125 $^\circ\text{C}$ の全温度範囲で規定されています。

LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例



0.1Hz～10Hzでの電圧ノイズ



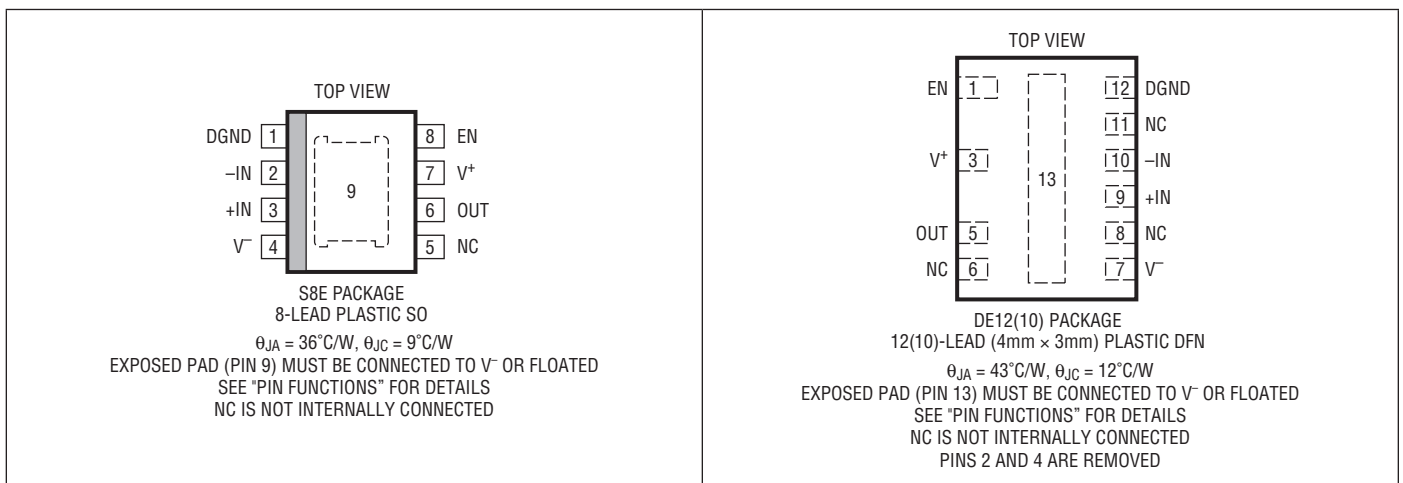
LT6018

絶対最大定格 (Note 1)

全電源電圧 ($V^+ \sim V^-$)	36V
入力電圧 (+IN, -IN, DGND, EN)	$(V^- - 0.3V) \sim (V^+ + 0.3V)$
入力電流 (+IN, -IN, DGND, EN)	$\pm 10\text{mA}$
差動入力電流 (+IN, -IN)	$\pm 25\text{mA}$
出力電流 (Note 2)	50mA_{RMS}
出力短絡時間	温度により制限

動作温度範囲および規定温度範囲	
Iグレード	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
Hグレード	$-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$
最大接合部温度	150°C
保存温度範囲	$-65^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$
S8Eリード温度 (半田付け、10秒)	300°C

ピン配置



発注情報

(<http://www.linearlinear-tech.co.jp/product/LT6018#orderinfo>)

無鉛仕上げ	テープ・アンド・リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT6018IS8E#PBF	LT6018IS8E#TRPBF	6018	8-Lead Plastic S8E Exposed Pad	-40°C to 85°C
LT6018IDE#PBF	LT6018IDE#TRPBF	6018	12-Lead (4mmx3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LT6018HS8E#PBF	LT6018HS8E#TRPBF	6018	8-Lead Plastic S8E Exposed Pad	-40°C to 125°C
LT6018HDE#PBF	LT6018HDE#TRPBF	6018	12-Lead (4mmx3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープ・アンド・リールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部を付けることにより、指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の規格値および全ての標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。
 注記がない限り、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 。 V_S は $(V^+ - V^-)$ として定義されている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage	S8E Package	●	±7	±50 ±75	μV μV
		DFN Package	●	±8	±70 ±95	μV μV
$\Delta V_{OS}/\Delta\text{Temp}$	Input Offset Voltage Drift (Note 3)	S8E Package	●	±0.2	±0.5	μV/°C
		DFN Package	●	±0.2	±0.5	μV/°C
I_{OS}	Input Offset Current		●	-50 -60	±6 50 60	nA nA
I_B	Input Bias Current	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	-150 -400	-60 150 400	nA nA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 125°C	●	-900	900	nA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		30		nV _{p-p}
e_n	Input Noise Voltage Density	f = 10Hz		1.2		nV/√Hz
		f = 1kHz		1.2		nV/√Hz
i_n	Input Noise Current Density	f = 10kHz, Unbalanced Source		3		pA/√Hz
		f = 10kHz, Balanced Source		0.75		pA/√Hz
C_{IN}	Input Capacitance	Common Mode		7		pF
		Differential Mode		32		pF
R_{IN}	Input Resistance	Common Mode		50		MΩ
		Differential Mode		30		kΩ
V_{ICM}	Common-Mode Input Range (Note 4)	Guaranteed by CMRR	●	$V^- + 3$	$V^+ - 3$	V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	$V_{ICM} = -12\text{V}$ to 12V	●	124 120	133	dB dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 8\text{V}$ to 33V	●	130 128	140	dB dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L = 500\Omega$, $V_{OUT} = -10\text{V}$ to 10V	●	132 128	142	dB dB
V_{OL}	Output Swing Low ($V_{OUT} - V^-$)	No Load $I_{SINK} = 1\text{mA}$	●	80 100	200	mV mV
			●		700	mV
		$I_{SINK} = 20\text{mA}$	●	750	1400	mV
			●		1800	mV
V_{OH}	Output Swing High ($V^+ - V_{OUT}$)	No Load $I_{SOURCE} = 1\text{mA}$	●	425 730	800	mV mV
			●		900	mV
		$I_{SOURCE} = 20\text{mA}$	●	1150	1400	mV
			●		1600	mV
I_{SC}	Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0\text{V}$, Sourcing	●	40	90	mA
		$V_{OUT} = 0\text{V}$, Sinking	●	65	100	mA
SR	Slew Rate	$A_V = 1$, 10V Step	●	20 15	30	V/μs V/μs
					20	V/μs
		$A_V = 1$, 5V Step				
GBW	Gain-Bandwidth Product	f = 50kHz	●	12	15	MHz
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	11		MHz
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 125°C	●	9		MHz
V_S	Supply Voltage Range	Guaranteed by PSRR	●	8	33	V

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の規格値および全ての標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。
 注記がない限り、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 。 V_S は $(V^+ - V^-)$ として定義されている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I _S	Supply Current	In Active Mode $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	7.2	7.65	mA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 125°C	●		9	mA
		In Shutdown Mode, $V_{EN} = 0.8\text{V}$	●	6.2	20	μA
THD	Total Harmonic Distortion	$R_L = 600\Omega$, $f = 1\text{kHz}$, $V_{OUT} = 3V_{RMS}$, $A_V = 1$		-115		dB
		$R_L = 600\Omega$, $f = 10\text{kHz}$, $V_{OUT} = 3V_{RMS}$, $A_V = 1$		-104		dB
		$R_L = 600\Omega$, $f = 1\text{kHz}$, $V_{OUT} = 20V_{P-P}$, $A_V = 1$		-106		dB
		$R_L = 600\Omega$, $f = 10\text{kHz}$, $V_{OUT} = 20V_{P-P}$, $A_V = 1$		-92		dB
t _S	Settling Time	5V Step 0.0015% (16-Bit), $A_V = 1$, $R_L = 2\text{k}$, $C_L = 100\text{pF}$		1.2		μs
		10V Step 0.0015% (16-Bit), $A_V = 1$, $R_L = 2\text{k}$, $C_L = 100\text{pF}$		1.2		μs
t _{ON}	Enable Time	$A_V = 1$, Settled to 1%		25		μs
V _{DGND}	DGND Pin Voltage Range		●	V^-	$V^+ - 3$	V
I _{DGND}	DGND Pin Current		●	-700	-1400	nA
I _{EN}	EN Pin Current		●	-700	-1400	nA
V _{ENL}	EN Pin Input Low Voltage	Relative to DGND	●		0.8	V
V _{ENH}	EN Pin Input High Voltage	Relative to DGND	●	1.7		V

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の規格値および全ての標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。
 注記がない限り、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = -5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 。 V_S は $(V^+ - V^-)$ として定義されている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{OS}	Input Offset Voltage	S8E Package	●	± 7	± 50 ± 75	μV μV
		DFN Package	●	± 8	± 70 ± 95	μV μV
$\Delta V_{OS}/\Delta\text{Temp}$	Input Offset Voltage Drift (Note 3)	S8E Package	●	± 0.2	± 0.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		DFN Package	●	± 0.2	± 0.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I _{OS}	Input Offset Current		●	-50 -60	50 60	nA nA
			●	-150 -400 -900	150 400 900	nA nA nA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		30		nV _{P-P}
e _n	Input Noise Voltage Density	$f = 10\text{Hz}$		1.2		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 1\text{kHz}$		1.2		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
i _n	Input Noise Current Density	$f = 10\text{kHz}$, Unbalanced Source		3		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 10\text{kHz}$, Balanced Source		0.75		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
C _{IN}	Input Capacitance	Common Mode		8.3		pF
		Differential Mode		39		pF
R _{IN}	Input Resistance	Common Mode		50		M Ω
		Differential Mode		30		k Ω
V _{ICM}	Common-Mode Input Range (Note 4)	Guaranteed by CMRR	●	$V^- + 3$	$V^+ - 3$	V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	$V_{ICM} = -2\text{V}$ to 2V	●	122	130	dB
			●	118		dB

電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の規格値および全ての標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。
 注記がない限り、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = -5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 。 V_S は $(V^+ - V^-)$ として定義されている。

PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 8\text{V to } 33\text{V}$	●	130 128	140		dB dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L = 500\Omega$, $V_{OUT} = -2\text{V to } 2\text{V}$	●	130 126	142		dB dB
V_{OL}	Output Swing Low ($V_{OUT} - V^-$)	No Load $I_{SINK} = 1\text{mA}$ $I_{SINK} = 20\text{mA}$	● ●		80 100 200 700 900 1400 1800		mV mV mV mV mV mV
V_{OH}	Output Swing High ($V^+ - V_{OUT}$)	No Load $I_{SOURCE} = 1\text{mA}$ $I_{SOURCE} = 20\text{mA}$	● ●		425 700 800 900 1160 1400 1600		mV mV mV mV mV mV
I_{SC}	Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0\text{V}$, Sourcing	●	40	85		mA
		$V_{OUT} = 0\text{V}$, Sinking	●	40	60		mA
SR	Slew Rate	$A_V = 1$, 4V Step			13		V/ μs
		$A_V = 1$, 2V Step			10		V/ μs
GBW	Gain-Bandwidth Product	$f = 50\text{kHz}$	●	11.5	14.5		MHz
		$T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	●	10.5			MHz
		$T_A = -40^\circ\text{C to } 125^\circ\text{C}$	●	8.5			MHz
V_S	Supply Voltage Range	Guaranteed by PSRR	●	8	33		V
I_S	Supply Current	In Active Mode	●		6.6	7	mA
		$T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	●			8.5	mA
		$T_A = -40^\circ\text{C to } 125^\circ\text{C}$	●			9.5	mA
		In Shutdown Mode, $V_{EN} = 0.8\text{V}$	●		6	20 50	μA μA
THD	Total Harmonic Distortion	$R_L = 100\Omega$, $f = 1\text{kHz}$, $V_{OUT} = 1.41\text{V}_{RMS}$, $A_V = 1$			-107		dB
		$R_L = 100\Omega$, $f = 10\text{kHz}$, $V_{OUT} = 1.41\text{V}_{RMS}$, $A_V = 1$			-86		dB
t_{ON}	Enable Time	$A_V = 1$, Settled to 1%			35		μs
V_{DGND}	DGND Pin Voltage Range		●	V^-	$V^+ - 3$		V
I_{DGND}	DGND Pin Current		●		-700	-1400	nA
I_{EN}	EN Pin Current		●		-700	-1400	nA
V_{ENL}	EN Pin Input Low Voltage	Relative to DGND	●			0.8	V
V_{ENH}	EN Pin Input High Voltage	Relative to DGND	●	1.7			V

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与えるおそれがある。

Note 2: LT6018 は 50mA を超えるピーク出力電流を生成できる。デバイス内部の電流密度制限により、出力によって供給される連続 RMS 電流 (ソース電流またはシンク電流) をデバイスの動作寿命の間 50mA 未満 (絶対最大定格) に制限し続けることが必要。接合部温度を絶対最大定格以下に抑えるために、適切なヒートシンクが必要な場合がある。詳細については、図 9、およびこのデータシートの「安全動作領域」のセクションを参照。

Note 3: 設計により保証されている。

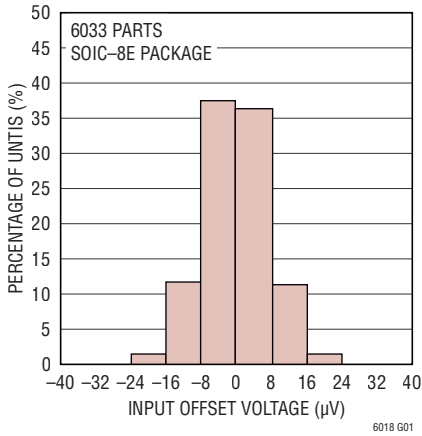
Note 4: LT6018 の入力段は $V^- + 3\text{V}$ から $V^+ - 3\text{V}$ までの範囲の動作に制限される。この入力同相電圧範囲を超えると、入力バイアス電流が大幅に増加し、開ループ利得が減少して、安定性が低下する。

LT6018

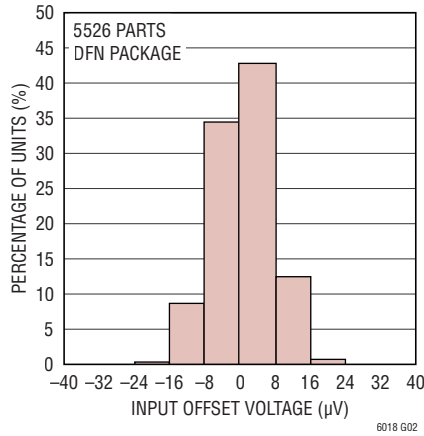
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 、 $R_L = 500\Omega$ 。

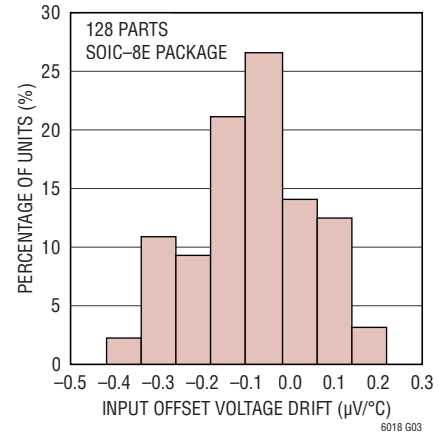
入力オフセット電圧の標準分布



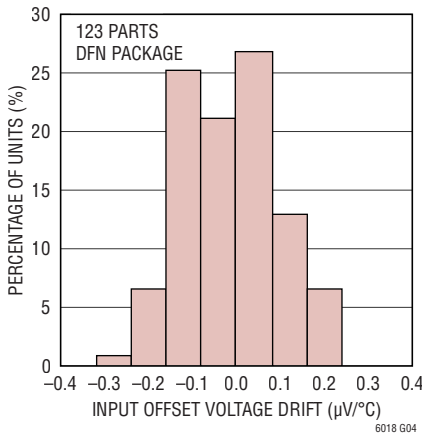
入力オフセット電圧の標準分布



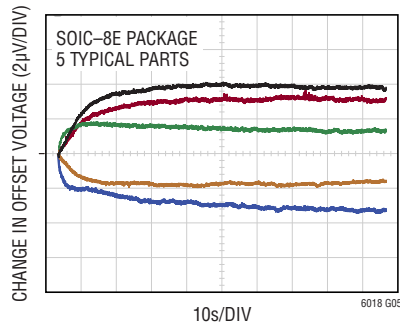
入力オフセット電圧ドリフトの標準分布



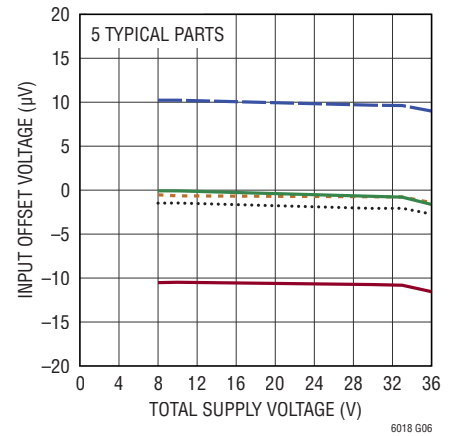
入力オフセット電圧ドリフトの標準分布



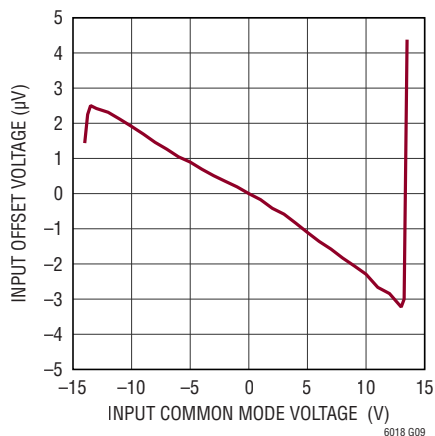
入力オフセット電圧のウォームアップ・ドリフト



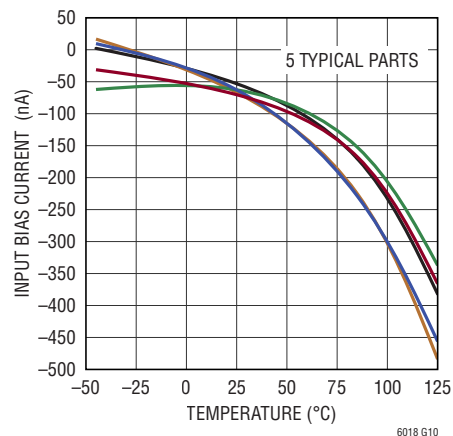
入力オフセット電圧と電源電圧



入力オフセット電圧と入力同相電圧



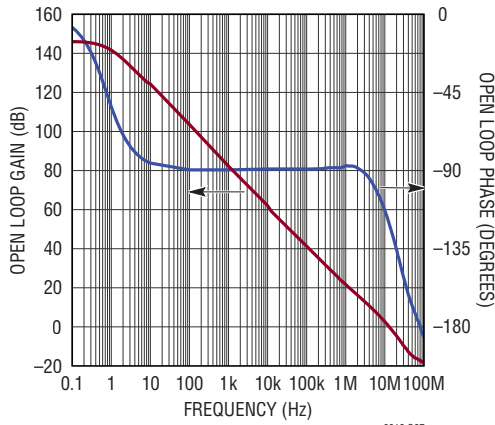
入力バイアス電流と温度



標準的性能特性

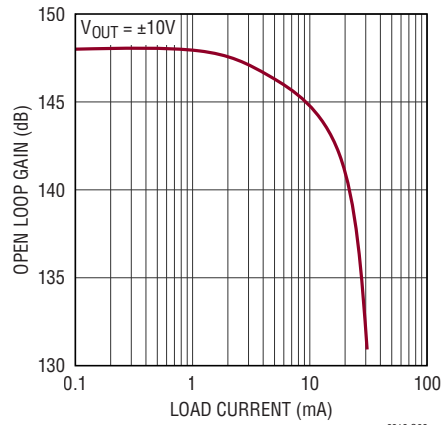
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 、 $R_L = 500\Omega$ 。

開ループ利得および位相と周波数



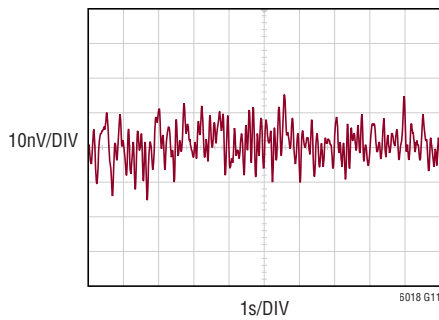
6018 G07

開ループ利得と負荷



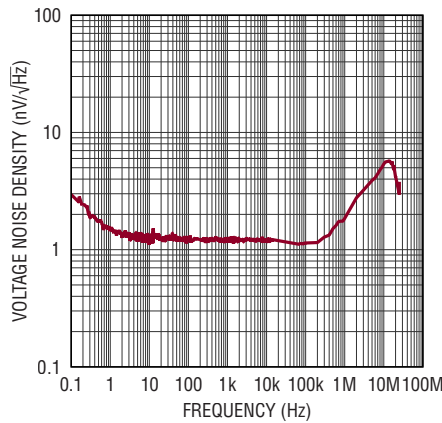
6018 G08

0.1Hz～10Hzでの電圧ノイズ



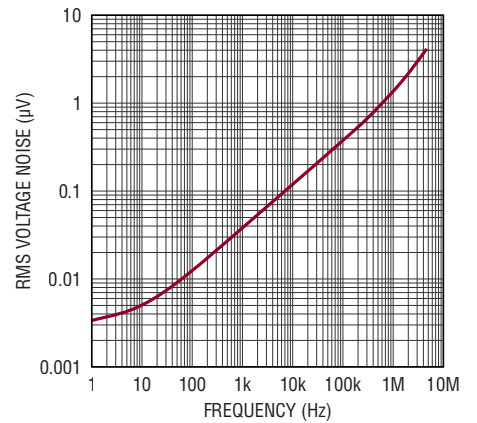
6018 G11

電圧ノイズ密度と周波数



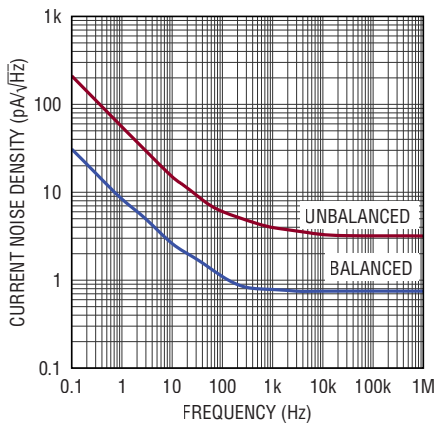
6018 G12

積算電圧ノイズ (0.1Hzから表示の周波数まで)



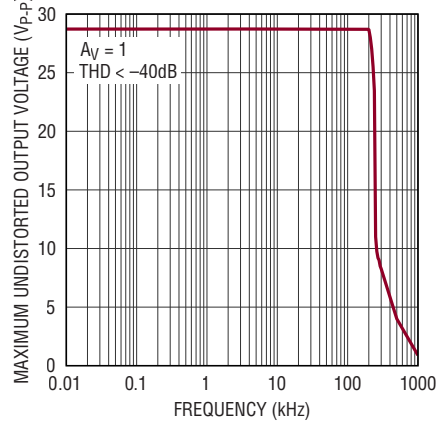
6018 G13

電流ノイズ密度と周波数



6018 G14

歪みのない最大出力振幅と周波数



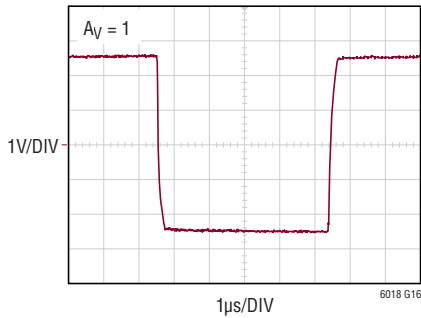
6018 G15

LT6018

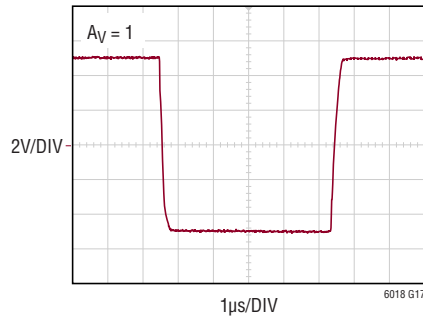
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 、 $R_L = 500\Omega$ 。

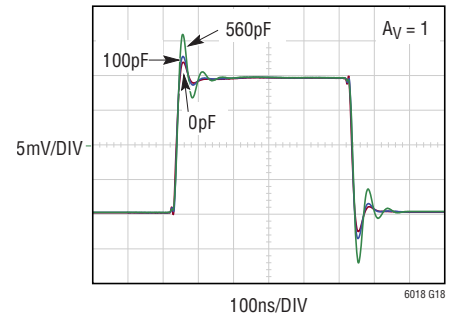
大信号トランジェント応答
(5Vステップ)



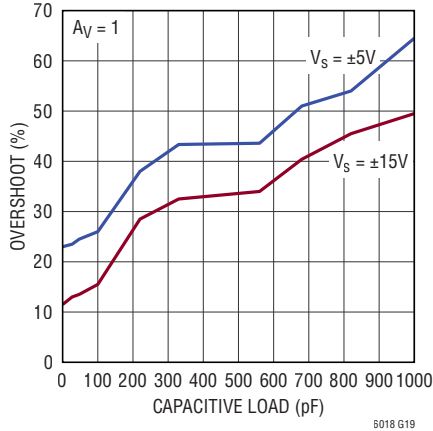
大信号トランジェント応答
(10Vステップ)



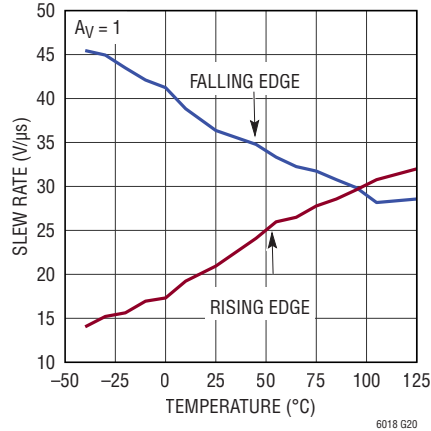
小信号トランジェント



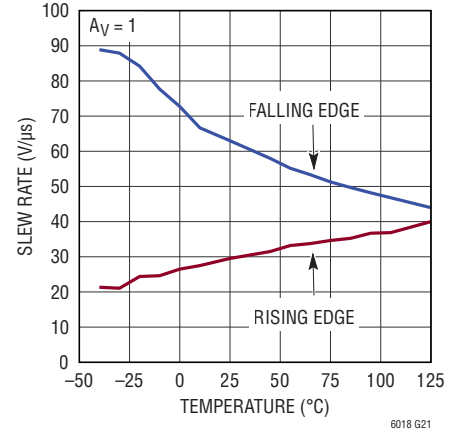
オーバーシュートと容量性負荷



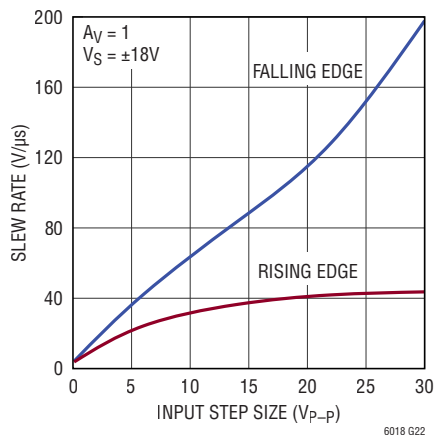
スルーレートと温度
(5Vステップ)



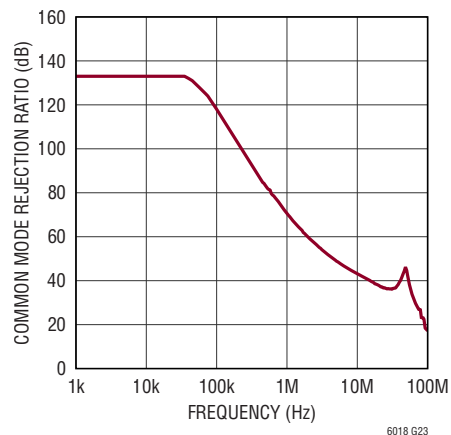
スルーレートと温度
(10Vステップ)



スルーレートと入力ステップ



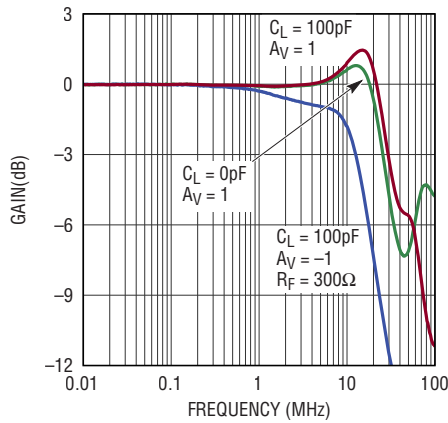
CMRRと周波数



標準的性能特性

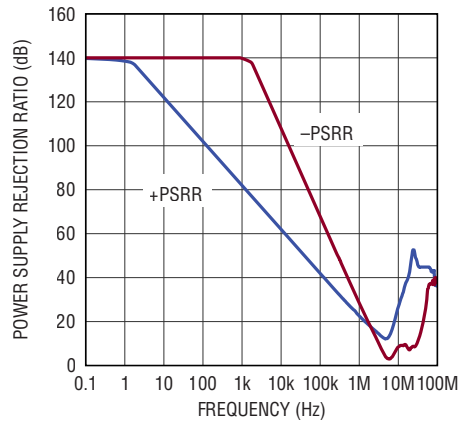
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 、 $R_L = 500\Omega$ 。

閉ループ利得と周波数



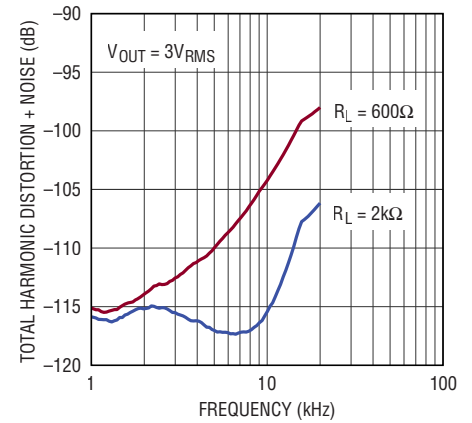
6018 G26

PSRRと周波数



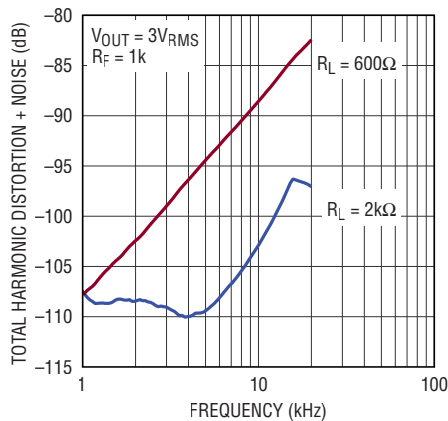
6018 G27

THD + ノイズと周波数、 $A_V = 1$



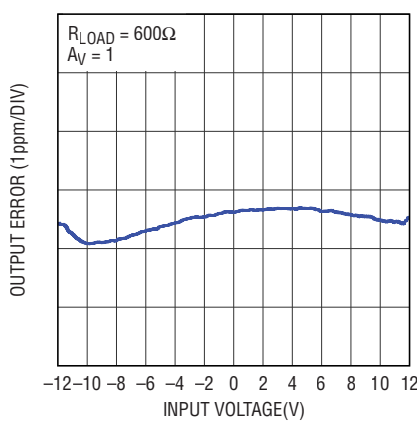
6018 G26

THD + ノイズと周波数、 $A_V = -1$



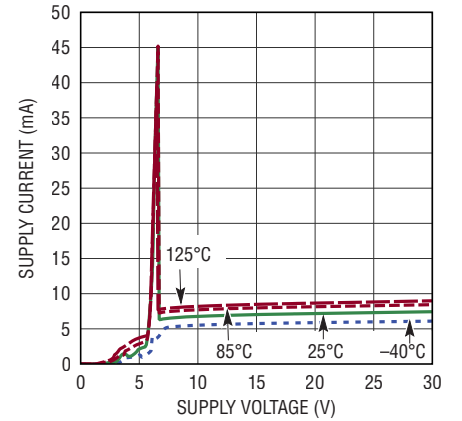
6018 G27

DC直線性



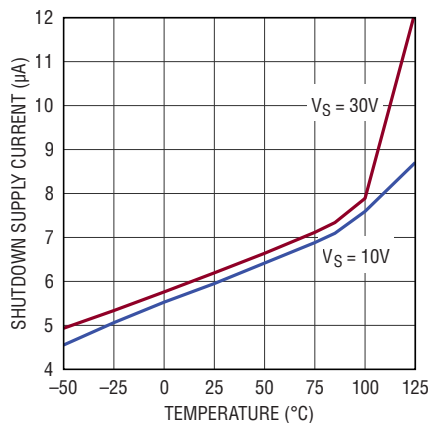
6018 G28

電源電流と電源電圧



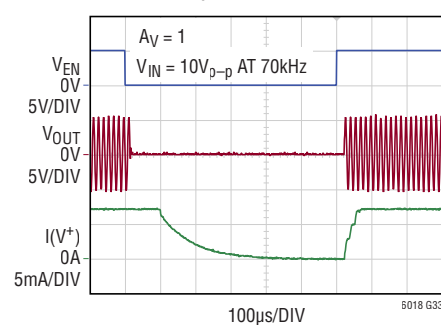
6018 G31

シャットダウン時電源電流と温度



6018 G32

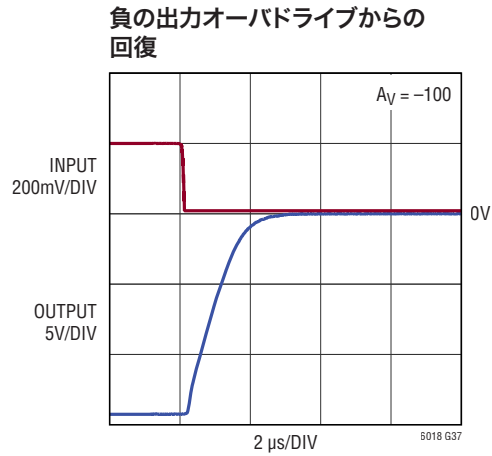
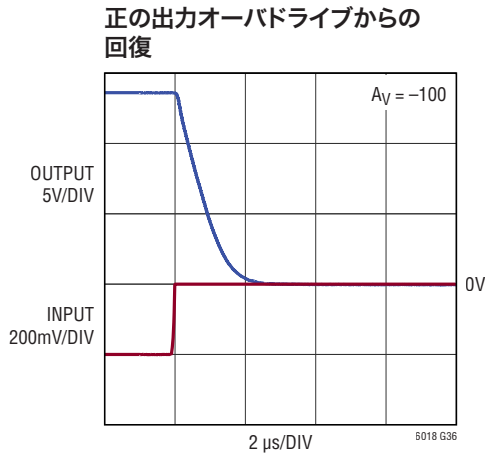
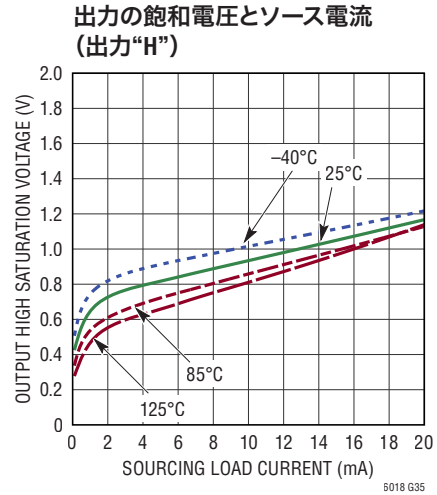
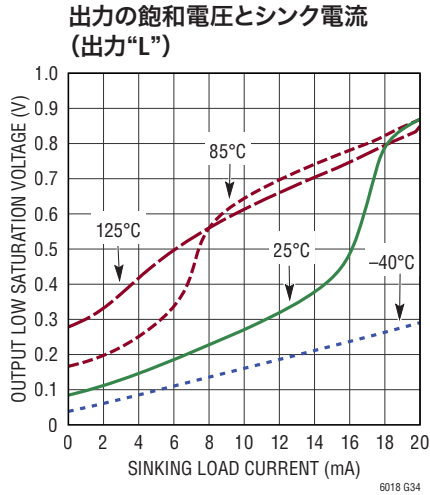
イネーブル/ディスエーブルの応答



6018 G33

標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 15\text{V}$ 、 $V^- = -15\text{V}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 、 $V_{DGND} = 0\text{V}$ 、 $R_L = 500\Omega$ 。



ピン機能 (SOIC-8E/DFN)

DGND (ピン1/ピン12) : ENピンのリファレンス電位。通常はグラウンドに接続されます。DGNDは $V^- \sim V^+ - 3V$ の範囲内にする必要があります。接地する場合、 V^+ は3V以上にする必要があります。ENピンのしきい値はDGNDピンを基準に規定されています。DGNDをフロートさせてはいけません。

-IN (ピン2/ピン10) : アンプの反転入力。

+IN (ピン3/ピン9) : アンプの非反転入力。

V^- (ピン4/ピン7) : 負電源。バイパス・コンデンサはLT6018の電源ピンとグラウンドの間にできるだけ近づけて配置し、適切なバイパス動作を確保します。電源ピン間に追加のバイパス・コンデンサを使うことができます。

OUT (ピン6/ピン5) : アンプの出力。シャットダウン・モードでは、アンプの出力は高インピーダンスになりません(「アプリケーション情報」のセクションを参照)。

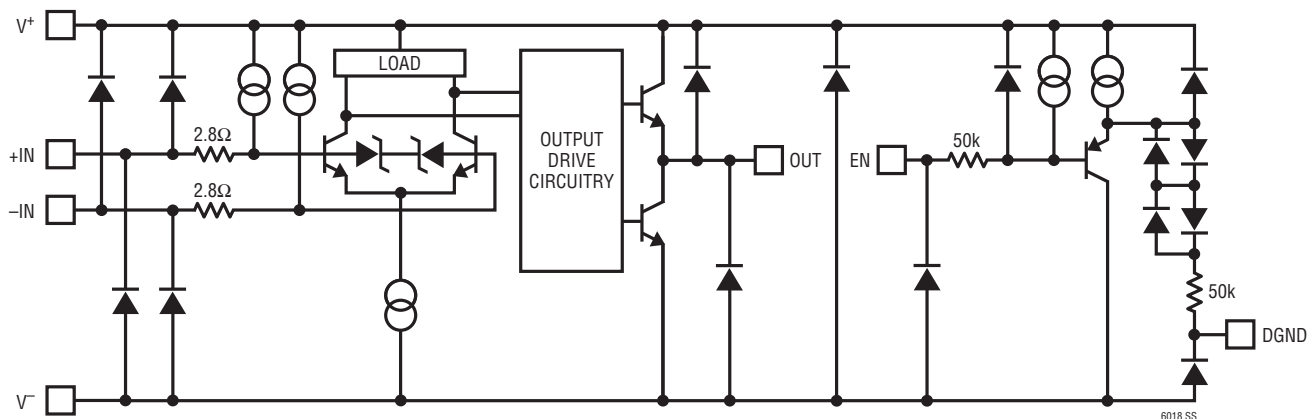
V^+ (ピン7/ピン3) : 正電源。バイパス・コンデンサはLT6018の電源ピンとグラウンドの間にできるだけ近づけて配置し、適切なバイパス動作を確保します。電源ピン間に追加のバイパス・コンデンサを使うことができます。

EN (ピン8/ピン1) : イネーブル入力。アンプを動作させるには、このピンを“H”(通常は V^+)に接続する必要があります。ENはアクティブ“H”であり、しきい値はDGNDよりおよそダイオード2個分高い電圧です。ENをフロートさせてはいけません。シャットダウンのしきい電圧はDGNDピンの電圧を基準にして規定されています。

NC (ピン5/ピン6、8、11) : 内部で接続されていません。

露出パッド (ピン9/ピン13) : 露出パッドは V^- に電気的に接続されていますが、デバイスに電力を供給する目的には使用しないでください。電力を供給する場合は、 V^- ピンを使用します。露出パッドは、 V^- に接続しても、フロートのままでもかまいません。露出パッドを V^- の平面に接続すると、放熱性能が改善されます(「安全動作領域」のセクションを参照)。

簡略回路図



アプリケーション情報

概要

LT6018では独自の回路を採用しているため、超低1/fノイズ、低い広帯域ノイズ、低オフセット、スルーレートを向上させつつCMRRは低下させないなど、高精度規格の独自の組み合わせを実現しています。LT6018はDC規格と高速セトリング時間を兼ね備えているので、シグナルチェーンの高い要求に対応することができます。基板レイアウト、電源のバイパス処理、および放熱に配慮して、LT6018の最大限の性能を発揮できるようにする必要があります。

差動入力電圧が大きいと、LT6018の電源電流が増加します。通常はこれがLT6018に影響することはありません。アンプは2つの入力と同じ電位になるよう動作するからです。差動入力電圧が継続的に加わる条件を避けて、LT6018のダイが過剰に発熱しないようにします。これには、コンパレータとしての動作、大きすぎる出力負荷、入力のオーバードライブが含まれますが、それらに限定されません。

入力精度の維持

LT6018の入力精度を保つには、アプリケーション回路およびプリント回路基板のレイアウトによって、アンプの標準7μVのオフセットと同等かより大きな誤差を発生させないことが必要です。入力接続間の温度差は数十マイクロボルトの熱電対電圧を生じることがあるので、入力のリード線の接続を短くして一緒にまとめ、発熱する部品から離しておきます。ボードを横切る空気流も温度差を生じることがあります。

高精度アプリケーションでは、帰還抵抗値やデバイスの負荷を選択する場合に、アンプの負荷について検討することも重要です。これらは並列接続時に現れ、入力オフセットに影響するからです。詳細については「帰還部品」のセクションを参照してください。

ノイズ

アンプの電圧ノイズ(e_n)、正入力の電流ノイズ(i_{np})、負入力の電流ノイズ(i_{nn})、信号源抵抗(R_S)、および帰還抵抗($R1$ および $R2$)は、個別の電圧ノイズ発生要因です。LT6018の出力に現れる全ノイズ(e_{not})は、全ての電圧ノイズ発生要因の自乗和平方根になります(図1)。

$$e_{not} = \sqrt{e_{no}^2 + e_{rso}^2 + e_{inpo}^2 + e_{r1o}^2 + e_{r2o}^2 + e_{inno}^2}$$

$$G_V = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

$$e_{no} = e_n \cdot G_V$$

$$e_{rso} = e_{nrs} \cdot G_V = \sqrt{4kTR_S} \cdot G_V$$

$$e_{inpo} = i_{np} \cdot R_S \cdot G_V$$

$$e_{r1o} = e_{nr1} \cdot \frac{R2}{R1} = \sqrt{4kTR1} \cdot \frac{R2}{R1}$$

$$e_{r2o} = e_{nr2} = \sqrt{4kTR2}$$

$$e_{inno} = i_{nn} \cdot R2$$

全入力換算電圧ノイズ(e_{nit})は、全出力換算電圧ノイズ(e_{not})をアンプの利得で割ることにより算出します。

$$e_{nit} = \frac{e_{not}}{G_V}$$

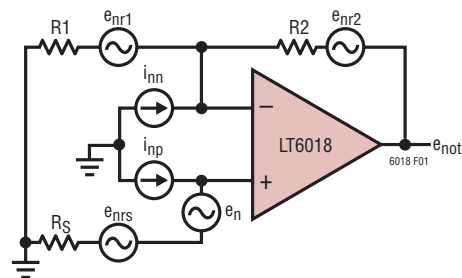


図1. LT6018のノイズ発生要因

アプリケーション情報

高いダイナミック入力インピーダンス

オペアンプは、図2に示すように、2つの入力を互いにダイオード電圧の範囲内にクランプする保護ダイオードを内蔵していることがよくあります。大きな電圧が入力を遷移する間は、出力が瞬時に応答することができないので、これらのダイオードが導通することがあります。これにより、アンプの前段の回路だけでなく、アンプ自体の出力段も過負荷状態になることがあります。直列の入力抵抗(内蔵またはディスクリート)を接続してこの電流を制限することがよくありますが、LT6018のようなきわめて低ノイズのデバイスには望ましくありません。

LT6018の独特な入力回路に組み込まれているのは、この標準的なダイオード構成ではなく、図3に示すように、直列のツェナー・ダイオード構成です。入力ステップが5Vの場合、LT6018はトランジェント時には大幅に高インピーダンスになるので、ユーザーは電流制限抵抗を減らすかなくすることが可能になり、低ノイズを維持することができます。従来の保護方式とLT6018の保護方式について、入力バイアス電流が差動入力電圧に応じてどのように増加するかを図4に示します。

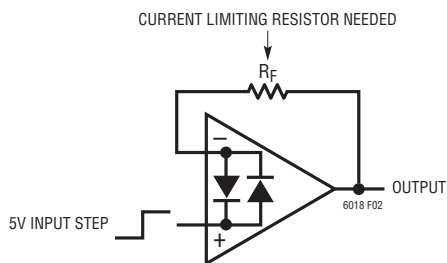


図2. 標準的なオペアンプのダイオード入力保護回路

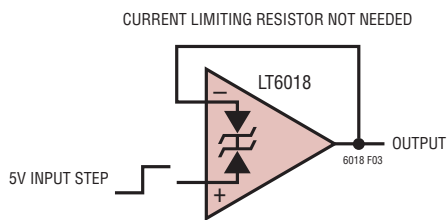


図3. LT6018のツェナー・ダイオード直列接続による入力保護回路

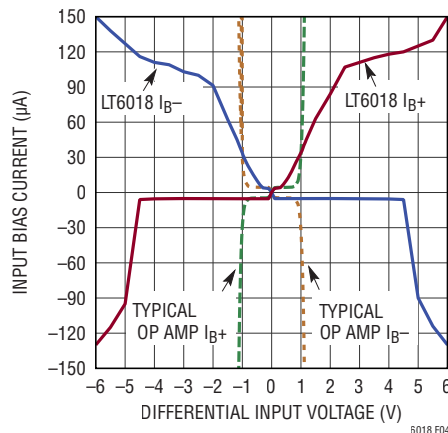


図4. 標準的なオペアンプとLT6018の入力保護特性

シャットダウン動作

LT6018のシャットダウン動作は、単電源のロジックまたはマイクロコントローラから簡単に制御できるように設計されています。V_{DGND} = 0VのときにLT6018をイネーブルするには、イネーブル・ピンの電圧を1.7Vより高くする必要があります。逆に、低消費電力のシャットダウン・モードにするには、イネーブル・ピンの電圧を0.8Vより低くする必要があります。V_{DGND} = -15Vである±15Vの両電源アプリケーションでは、イネーブル・ピンの電圧を-13.3Vより高くして、LT6018をイネーブルする必要があります。イネーブル・ピンの電圧を-14.2Vより低くすると、LT6018は低消費電力のシャットダウン・モードになります。LT6018をイネーブルするには、イネーブル・ピンの電圧を-13.3V～15Vにすることができ、LT6018をディスエーブルするには、イネーブル・ピンを-15V～-14.2Vにすることができ、イネーブル・ピンの制御の例を図5に示します。シャットダウン時には、LT6018の出力は高インピーダンスになりません。LT6018は標準で25µs以内にシャットダウン状態から抜け出すことができます。これは、デューティ・サイクル動作が採用されている、消費電力の影響が大きいアプリケーションで役立ちます。これらのアプリケーションでは、システムは大部分の時間は低消費電力モードに留まりますが、素早く覚醒し、アクイジションのためにセトリングし、その後節電のために再度パワーダウンする必要があります。

アプリケーション情報

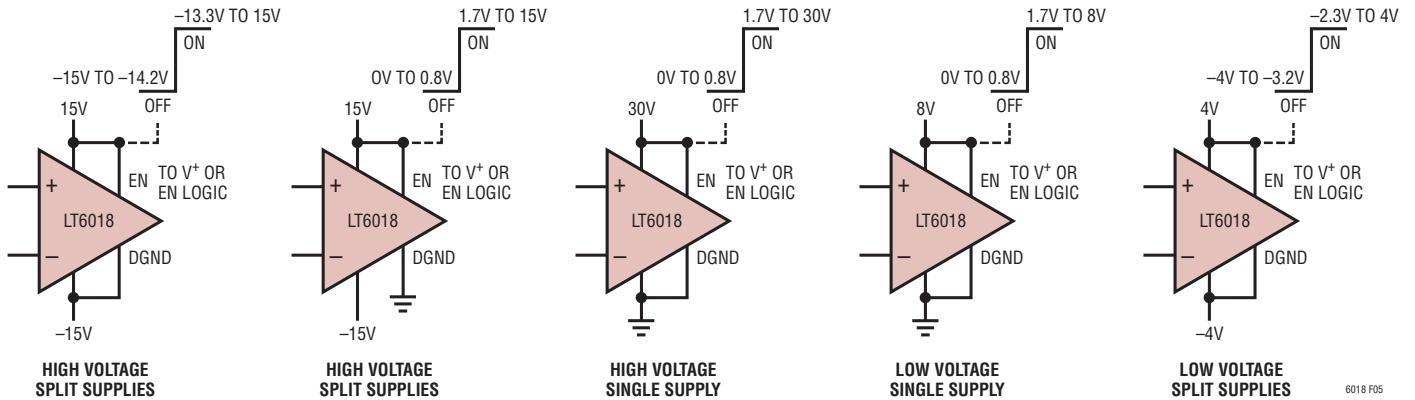


図5. LT6018のイネーブル・ピンの制御の例

シャットダウン・モードでの出力漏れ電流

シャットダウン・モードでは、LT6018の出力は高インピーダンスにはならず、チップ上の漏れ電流により、少量の電流が流れることがあります。この電流は、入力保護ダイオードや、出力に接続されている他の回路と相互干渉する可能性があります。図6に示す単位利得バッファの場合について検討します。LT6018がシャットダウン・モードになっている場合は、漏れ電流がV_{OUT}ピンから入力保護ダイオードに流れることにより、V_{OUT}が約6Vになります。同じ例で出力ピンとグランドの間に負荷を接続した場合、出力の電位はグランドより I_{LEAKAGE} • R_{LOAD} だけ高くなります。V_{OUT}を掃引したときに流れる電流を図7に示します。更に、シャットダウン・モード時にLT6018の出力にトランジェント電圧が加わると、出力素子が一瞬導通することがあります。

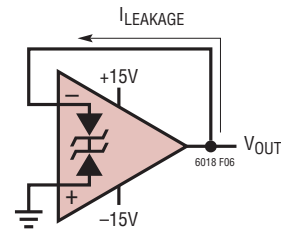


図6. シャットダウン・モードでの出力漏れ電流

帰還部品

LT6018の安定性およびノイズ性能を最適化するには、帰還部品を選択するときに注意する必要があります。抵抗値を高くすると、反転入力に寄生容量と帰還抵抗によって生じるポールによって安定性が低下する傾向があります。この場合には、帰還抵抗の両端に位相進み補償コンデンサを接続して、リングングや発振が発生しないようにすることができます。帰還抵抗の値が大きくなると、熱ノイズが大きくなり、性能が更に低下する要因にもなります(「アプリケーション情報」の「ノイズ」

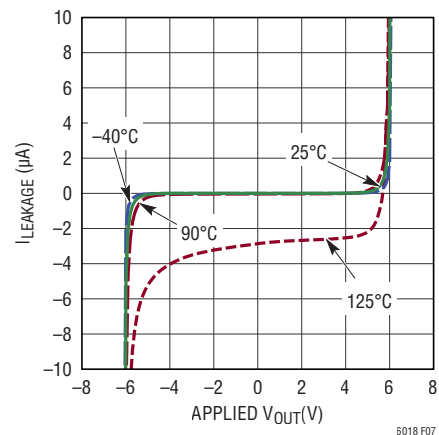


図7. バッファとして構成した場合のシャットダウン・モードでの出力インピーダンス

アプリケーション情報

GAIN	R _G	R _F	C _F	RTI NOISE, f = 1kHz (nV/√Hz)
2	500Ω	500Ω		2.48
2	1k	1k	5pF	3.46
2	2k	2k	5pF	5.20
5	200Ω	800Ω		2.08
10	100Ω	900Ω		1.73
101	10Ω	1k		1.27
201	5Ω	1k		1.23
201	50Ω	10k		1.51

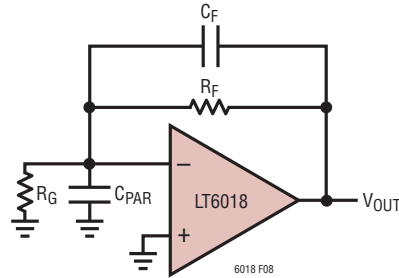


図8. 低ノイズの安定動作のための推奨の帰還部品

セクション参照)。抵抗値を低くすると、これらの条件については改善される傾向がありますが、帰還回路網は、LT6018が駆動する必要がある負荷抵抗と並列になるので、アンプの負荷が過剰になることがあります。ループ安定性とノイズ性能を良好な状態に維持するための推奨の帰還部品を図8に示します。

容量性負荷

LT6018は単位利得時に最大100pFの容量性負荷を容易に駆動することができます。高い利得構成でアンプを使用するほど、容量性負荷の駆動能力が高まります。出力と負荷の間に小さな直列抵抗を接続すると、アンプが駆動できる容量が更に増加します。

安全動作領域

図9に示す安全動作領域(SOA)とは、LT6018を確実に動作させることができる電圧、電流、および温度の条件を表したものです。SOAには、周囲温度と、デバイスによる電力損失が考慮されます。電力損失に含まれるのは、電源電圧と出力電圧の差と負荷電流との積、および静止電流と電源電圧との積です。

LT6018は、図9に示す境界線の内側で動作しているときは安全です。接合部-ケース間熱抵抗 θ_{JC} の定格は、一定値の9°C/Wです。接合部-周囲雰囲気間熱抵抗 θ_{JA} は、基板レイアウトと追加のヒートシンクによる放熱により異なります。露出パッドをV⁻に接続すると、 θ_{JA} が小さくなり、熱性能が向上します。図9の曲線は、SOAにおける θ_{JA} の直接の影響を示しています。

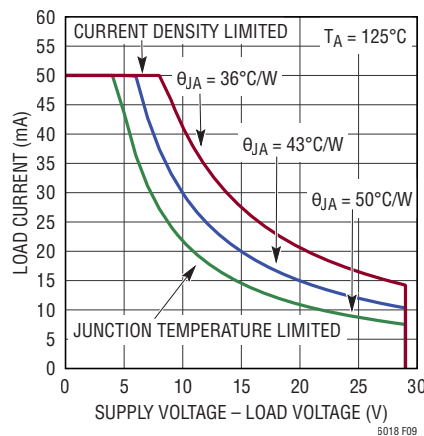
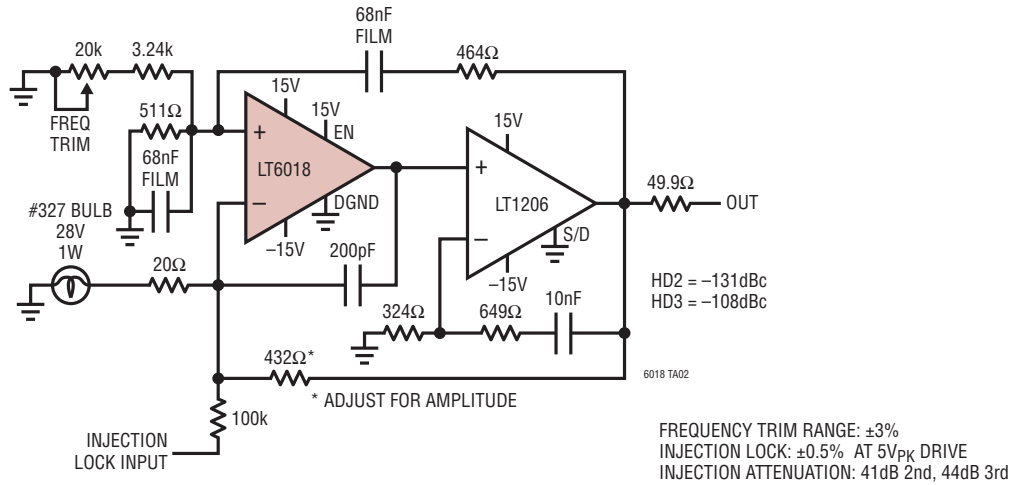


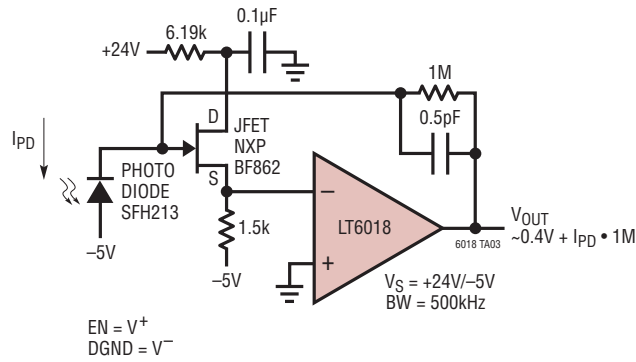
図9. 安全動作領域

標準的応用例

3%の周波数調整範囲と注入ロック機能を備えた低ノイズ、低歪み5kHzウィーン・ブリッジ発振器

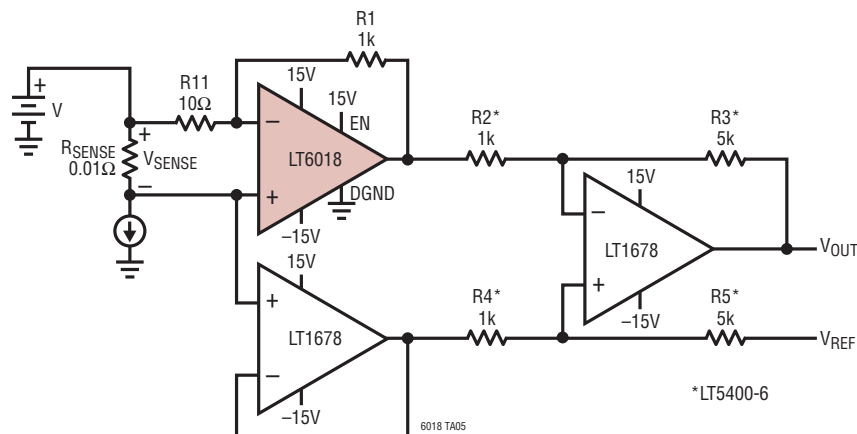


出力振幅の広い低ノイズ1M TIAフォトダイオード・アンプ



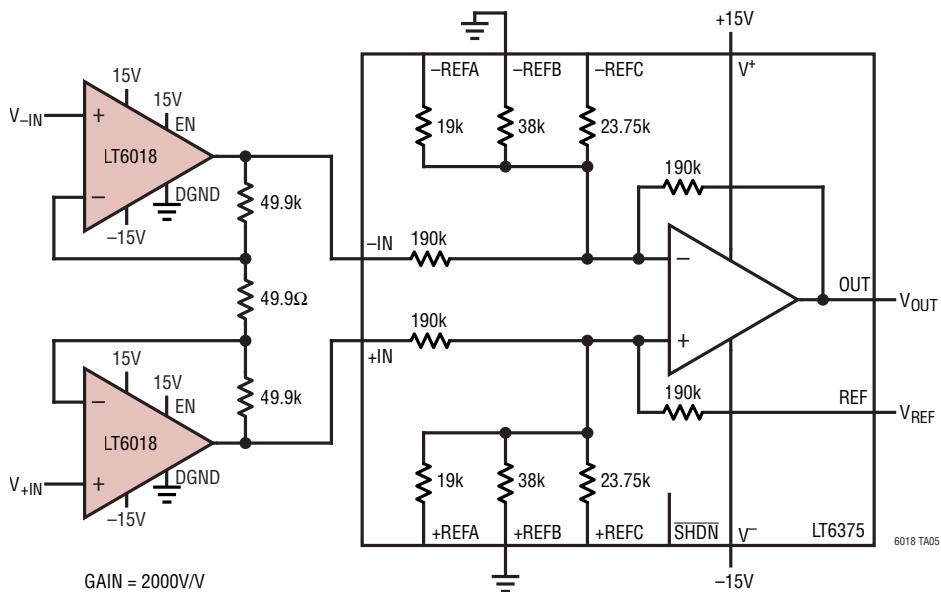
標準的応用例

低ノイズの高精度電流モニタ



THE LT6018 IN THIS CIRCUIT PROVIDES LOW NOISE, LOW DISTORTION AMPLIFICATION OF A SMALL SENSE VOLTAGE DERIVED FROM A LOW IMPEDANCE SOURCE ACROSS A WIDE INPUT COMMON MODE RANGE. THE SECOND STAGE DIFFERENTIAL AMPLIFIER WITH VARIABLE REFERENCE REJECTS THE INPUT COMMON MODE VOLTAGE. AN OPTIONAL LT1678 BUFFER AMPLIFIER FURTHER ISOLATES THE SOURCE FROM LOADING BY R4 AND R5. THE GAIN IS 500V/V, WITH BANDWIDTH APPROXIMATELY 100kHz AND INPUT REFERRED NOISE 1.45nV/√Hz.

低ノイズ、高CMRRの計装アンプ

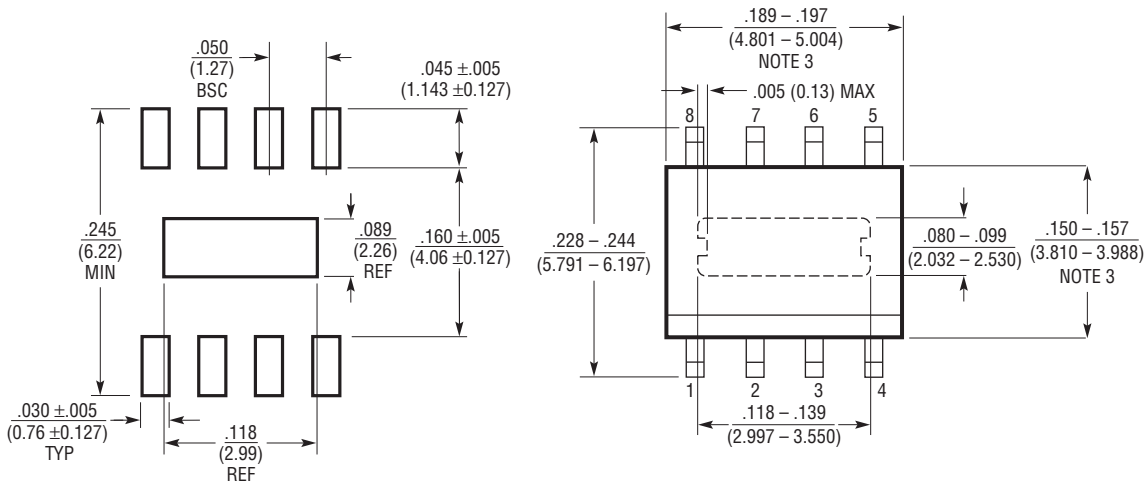


GAIN = 2000V/V
 INPUT REFERRED NOISE = 2.1nV/√Hz
 CMRR = 150dB
 -3dB BANDWIDTH = 7.5kHz

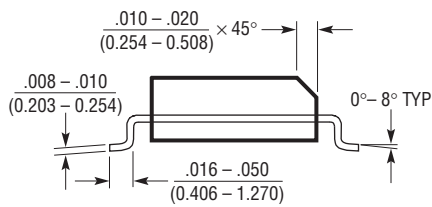
パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LT6018#packaging> を参照してください。

S8E Package 8-Lead Plastic SOIC (Narrow .150 Inch) Exposed Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1857 Rev C)

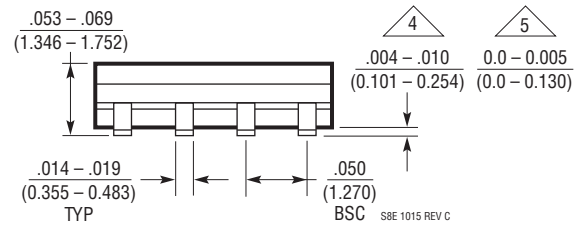


RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT



- 注記:
 1. 寸法は $\frac{1}{16}$ インチ (ミリメートル)
 2. 図は実寸とは異なる
 3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない
 モールドのバリまたは突出部は $0.010''$ (0.254mm) を超えないこと

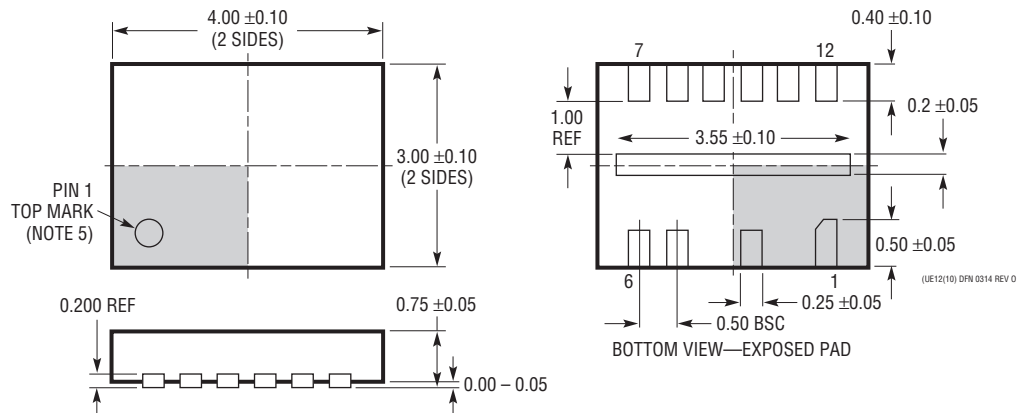
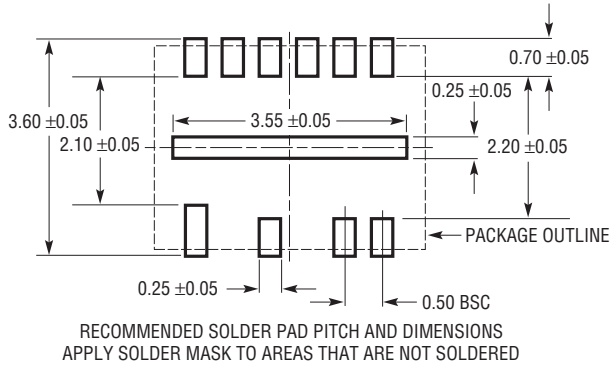
4. 標準ストッパー部 4mils - 10mils (デットコード 542 前)
 5. 下方ストッパー部 0mils - 5mils (デットコード 542 後)



パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LT6018#packaging> を参照してください。

DE12(10) Package
12-Lead Plastic DFN (4mm × 3mm)
Variation DE12(10) with 2 Pins Removed. Flip Chip
 (Reference LTC DWG # 05-08-1971 Rev 0)

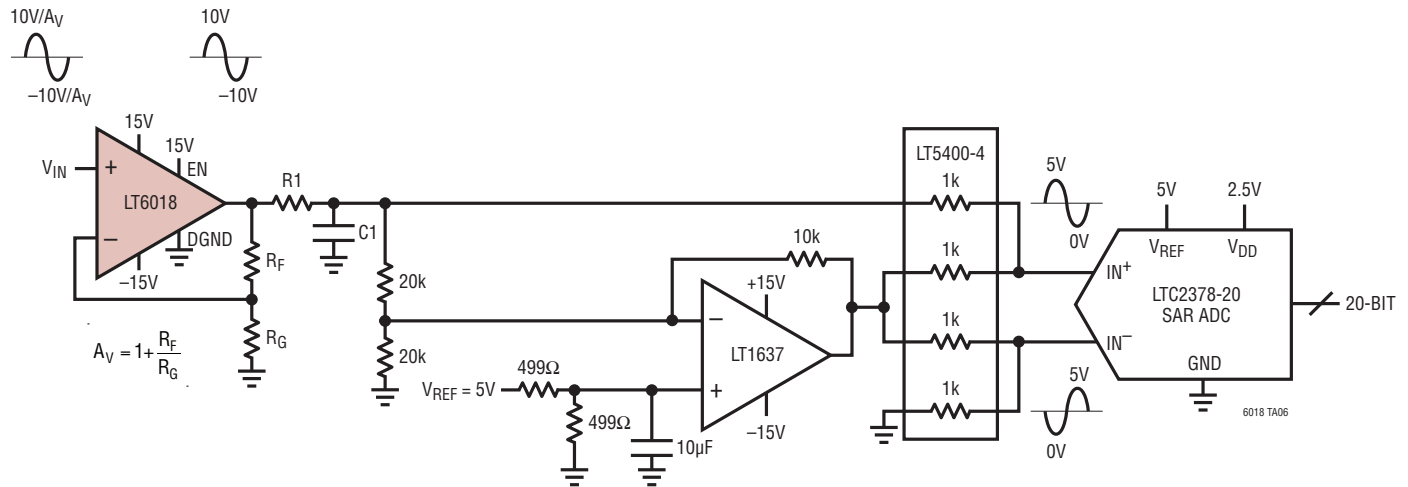


- 注記：
1. 図は実寸とは異なる
 2. 全ての寸法はミリメートル
 3. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
 4. 露出パッドは半田メッキとする
 5. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

LT6018

標準的応用例

±10Vの入力信号による LTC2378-20 の駆動 ($f_{IN} = 100\text{Hz}$ 、 -1dBFS 、 800kpsps)



A_v (V/V)	部品の値	SNR (dB)	THD (dB)	SFDR (dB)
1	$R_f = 0\Omega$, $R_g = \text{OPEN}$, $R_1 = 0\Omega$, $C_1 = \text{OPEN}$	102.5	-121.6	123.0
10	$R_f = 900\Omega$, $R_g = 100\Omega$, $R_1 = 10\Omega$, $C_1 = 0.01\mu\text{F}$	100.6	-99.8	100.0

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1028	超低ノイズ、高精度、高速オペアンプ、 $A_v \geq 2$ で安定	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $35\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 40\mu\text{V}$, $\text{SR} = 15\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 75\text{MHz}$, $I_S = 7.4\text{mA}$
LT1128	超低ノイズ、高精度、高速オペアンプ、 $A_v = +1$ で安定	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $35\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 40\mu\text{V}$, $\text{SR} = 6\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 20\text{MHz}$, $I_S = 7.4\text{mA}$
LT1115	超低ノイズ、低歪み、オーディオ・オペアンプ	DC ~ 20kHz でのノイズ = $0.5\mu\text{V}_{\text{P-P}}$, $e_n = 0.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 200\mu\text{V}$, $\text{SR} = 15\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 70\text{MHz}$, $I_S = 8.5\text{mA}$
LT1037	低ノイズ、高速、高精度オペアンプ、 $A_v \geq 5$ で安定	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $60\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 25\mu\text{V}$, $\text{SR} = 15\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 60\text{MHz}$, $I_S = 2.7\text{mA}$
LT1007	低ノイズ、高速、高精度オペアンプ、 $A_v = +1$ で安定	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $60\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 25\mu\text{V}$, $\text{SR} = 2.5\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 8\text{MHz}$, $I_S = 2.7\text{mA}$
LT1468	低ノイズ、16ビット精度オペアンプ	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $0.3\mu\text{V}_{\text{P-P}}$, $e_n = 5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 75\mu\text{V}$, $\text{SR} = 22\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 90\text{MHz}$, $I_S = 3.9\text{mA}$
LT6020	スルーレートの高い低消費電力オペアンプ	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $1.1\mu\text{V}_{\text{P-P}}$, $e_n = 46\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 30\mu\text{V}$, $\text{SR} = 5\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 400\text{kHz}$, $I_S = 100\mu\text{A}$
LT6023	スルーレートの高いマイクロパワー・オペアンプ	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $3.0\mu\text{V}_{\text{P-P}}$, $e_n = 132\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 30\mu\text{V}$, $\text{SR} = 1.4\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 40\text{kHz}$, $I_S = 20\mu\text{A}$
LTC2057	高電圧、低ノイズのゼロドリフト・アンプ	DC ~ 10Hz でのノイズ = $200\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 11\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 4\mu\text{V}$, $\text{SR} = 0.45\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 1.5\text{MHz}$, $I_S = 0.8\text{mA}$
LTC6240	低ノイズのCMOSアンプ	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $550\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 7\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 125\mu\text{V}$, $\text{SR} = 10\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 18\text{MHz}$, $I_S = 1.8\text{mA}$
LT6230	低ノイズ、レール・トゥ・レール出力アンプ	0.1Hz ~ 10Hz でのノイズ = $180\text{nV}_{\text{P-P}}$, $e_n = 1.1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{\text{OS}} = 500\mu\text{V}$, $\text{SR} = 60\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 215\text{MHz}$, $I_S = 3.15\text{mA}$