

## AD8628/AD8629/AD8630

### 特長

最小ノイズのオートゼロ・アンプ

低オフセット電圧: 1  $\mu\text{V}$

入力オフセット・ドリフト: 0.002  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

レール to レールの入力振幅および出力振幅

5 V の単電源動作

高いゲインと CMRR、および PSRR: 130 dB

非常に小さい入力バイアス電流: 100 pA 最大

低電源電流: 1.0 mA

過負荷回復時間: 50  $\mu\text{s}$

外付け部品不要

### アプリケーション

車載センサー

圧力センサーと位置センサー

ストレイン・ゲージ・アンプ

医療計測機器

熱電対アンプ

高精度電流検出

フォトダイオード・アンプ

### 概要

このアンプは、極めて小さいオフセット、ドリフト、バイアス電流を持っています。

AD8628/AD8629/AD8630 は、レール to レールの入力および出力振幅を持つ、ローノイズの広帯域幅オートゼロ・アンプです。動作は、2.7~5 V の単電源( $\pm 1.35 \sim \pm 2.5$  V の両電源)仕様です。

AD8628/AD8629/AD8630 は、これまで高価なオートゼロ・アンプまたはチョッパ安定化アンプでなければ提供できなかった利点を提供します。アナログ・デバイスの新しい回路トポロジを使って、これらのゼロ・ドリフト・アンプは高精度とローノイズに低価格を組み合わせました。外付けコンデンサが不要です。さらに、AD8628/AD8629/AD8630 では多くのチョッパ安定化アンプで発生するデジタル・スイッチング・ノイズを大幅に削減しています。

AD8628/AD8629/AD8630 は 1  $\mu\text{V}$  のオフセット電圧、0.005  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  以下のドリフト、0.5  $\mu\text{V p-p}$  のノイズ(0~10 Hz)を持つため、誤差原因を調整できないアプリケーションに最適です。位置センサー、圧力センサー、医用機器、ストレイン・ゲージ・アンプでは、全動作温度範囲でドリフトがほぼゼロである利点を活用できます。多くのシステムは、AD8628/AD8629/AD8630 が提供するレール to レールの入力および出力振幅を利用して、入力バイアスを簡素化し、SNR を大きくすることができます。

### ピン配置

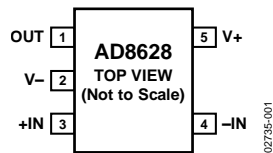


図 1.5 ピン TSOT (UJ-5)および 5 ピン SOT-23 (RJ-5)

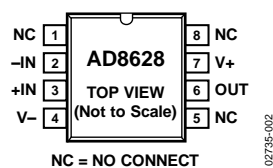


図 2.8 ピン SOIC\_N (R-8)

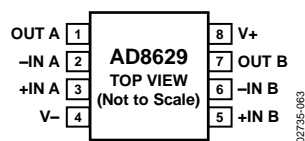


図 3.8 ピン SOIC\_N (R-8)および 8 ピン MSOP (RM-8)

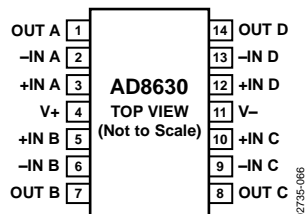


図 4.14 ピン SOIC\_N (R-14)および 14 ピン TSSOP (RU-14)

AD8628/AD8629/AD8630 の仕様は、拡張工業温度範囲( $-40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ )で規定されています。AD8628 は、小型の 5 ピン TSOT、5 ピン SOT-23、8 ピン・ナロー-SOIC プラスチック・パッケージを採用しています。AD8629 は、標準の 8 ピン・ナロー-SOIC と MSOP プラスチック・パッケージを採用しています。AD8630 クワッド・アンプは、14 ピン・ナロー-SOIC と 14 ピン TSSOP プラスチック・パッケージを採用しています。

アナログ・デバイスは、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイスの特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。  
※日本語データシートは REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。  
©2002-2008 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. G

**アナログ・デバイセス株式会社**

本社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
電話 03 (5402) 8200  
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー  
電話 06 (6350) 6868

## 目次

特長	1
アプリケーション	1
概要	1
ピン配置	1
改訂履歴	2
仕様	3
電気的特性— $V_S = 5.0\text{ V}$	3
電気的特性— $V_S = 2.7\text{ V}$	4
絶対最大定格	5
熱特性	5
ESDの注意	5
代表的な性能特性	6
機能説明	14

## 改訂履歴

### 6/08—Rev. F to Rev. G

Changes to Features Section	1
Changes to Table 5 and Figure 42 Caption	12
Changes to 1/f Noise Section and Figure 49	14
Changes to Figure 51 Caption and Figure 55	15
Changes to Figure 57 Caption and Figure 58 Caption	16
Changes to Figure 60 Caption and Figure 61 Caption	17
Changes to Figure 64	18

### 2/08—Rev. E to Rev. F

Renamed TSOT-23 to TSOT	Universal
Deleted Figure 4 and Figure 6	1
Changes to Figure 3 and Figure 4 Captions	1
Changes to Table 1	3
Changes to Table 2	4
Changes to Table 4	5
Updated Outline Dimensions	19
Changes to Ordering Guide	20

### 5/05—Rev. D to Rev. E

Changes to Ordering Guide	22
---------------------------	----

### 1/05—Rev. C to Rev. D

Added AD8630	Universal
Added Figure 5 and Figure 6	1
Changes to Caption in Figure 8 and Figure 9	7
Changes to Caption in Figure 14	8
Changes to Figure 17	8
Changes to Figure 23 and Figure 24	9
Changes to Figure 25 and Figure 26	10

1/f ノイズ	14
ピーク to ピーク・ノイズ	15
一次ローパス・フィルタでのノイズ動作	15
一次フィルタの総合入力換算ノイズ	15
入力過電圧保護機能	16
出力位相の反転	16
過負荷回復時間	16
赤外線センサー	17
高精度シャント電流センサー	18
高精度 DAC 用の出力アンプ	18
外形寸法	19
オーダー・ガイド	20

Changes to Figure 31	11
Changes to Figure 40, Figure 41, Figure 42	12
Changes to Figure 43 and Figure 44	13
Changes to Figure 51	15
Updated Outline Dimensions	20
Changes to Ordering Guide	20

### 10/04—Rev. B to Rev. C

Updated Formatting	Universal
Added AD8629	Universal
Added SOIC and MSOP Pin Configurations	1
Added Figure 48	13
Changes to Figure 62	17
Added MSOP Package	19
Changes to Ordering Guide	22

### 10/03—Rev. A to Rev. B

Changes to General Description	1
Changes to Absolute Maximum Ratings	4
Changes to Ordering Guide	4
Added TSOT-23 Package	15

### 6/03—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Specifications	3
Changes to Ordering Guide	4
Change to Functional Description	10
Updated Outline Dimensions	15

### 10/02—Revision 0: Initial Version

## 仕様

電気的特性— $V_S = 5.0\text{ V}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $V_{CM} = 2.5\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 1.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT CHARACTERISTICS</b>						
Offset Voltage	$V_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1	5	$\mu\text{V}$
Input Bias Current	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			10	$\mu\text{V}$
AD8628/AD8629				30	100	pA
AD8630				100	300	pA
Input Offset Current	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			1.5	nA
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		50	200	pA
Input Voltage Range			0		5	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V to } 5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	120	140		dB
Large Signal Voltage Gain	$A_{VO}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $V_O = 0.3\text{ V to } 4.7\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	115	130		dB
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.002	0.02	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
<b>OUTPUT CHARACTERISTICS</b>						
Output Voltage High	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to ground $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.99	4.996		V
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to ground $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.99	4.995		V
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to ground $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.95	4.98		V
Output Voltage Low	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $V_+$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1	5	mV
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V_+$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		2	5	mV
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V_+$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		10	20	mV
Short-Circuit Limit	$I_{SC}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	$\pm 25$	$\pm 50$		mA
Output Current	$I_O$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		$\pm 40$		mA
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		$\pm 30$		mA
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		$\pm 15$		mA
<b>POWER SUPPLY</b>						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_S = 2.7\text{ V to } 5.5\text{ V}$ , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	115	130		dB
Supply Current per Amplifier	$I_{SY}$	$V_O = V_S/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.85	1.1	mA
				1.0	1.2	mA
<b>INPUT CAPACITANCE</b>						
Differential	$C_{IN}$			1.5		pF
Common Mode				8.0		pF
<b>DYNAMIC PERFORMANCE</b>						
Slew Rate	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		1.0		V/ $\mu\text{s}$
Overload Recovery Time				0.05		ms
Gain Bandwidth Product	GBP			2.5		MHz
<b>NOISE PERFORMANCE</b>						
Voltage Noise	$e_n$ p-p	0.1 Hz to 10 Hz		0.5		$\mu\text{V p-p}$
		0.1 Hz to 1.0 Hz		0.16		$\mu\text{V p-p}$
Voltage Noise Density	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		22		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density	$i_n$	$f = 10\text{ Hz}$		5		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

電氣的特性— $V_S = 2.7\text{ V}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 2.7\text{ V}$ 、 $V_{CM} = 1.35\text{ V}$ 、 $V_O = 1.4\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 2.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT CHARACTERISTICS</b>						
Offset Voltage	$V_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1	5	$\mu\text{V}$
Input Bias Current	$I_B$				10	$\mu\text{V}$
AD8628/AD8629				30	100	pA
AD8630				100	300	pA
Input Offset Current	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1.0	1.5	nA
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		50	200	pA
Input Voltage Range					250	pA
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V to } 2.7\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0	115	130	V
Large Signal Voltage Gain	$A_{VO}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $V_O = 0.3\text{ V to } 2.4\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	110	140		dB
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	105	130		dB
				0.002	0.02	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
<b>OUTPUT CHARACTERISTICS</b>						
Output Voltage High	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to ground $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.68	2.695		V
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to ground $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.67	2.68		V
Output Voltage Low	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $V_+$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.67	2.675		V
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V_+$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1	5	mV
Short-Circuit Limit	$I_{SC}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	$\pm 10$	$\pm 15$		mA
Output Current	$I_O$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		$\pm 10$		mA
				$\pm 5$		mA
<b>POWER SUPPLY</b>						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_S = 2.7\text{ V to } 5.5\text{ V}$ , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	115	130		dB
Supply Current per Amplifier	$I_{SY}$	$V_O = V_S/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.75	1.0	mA
				0.9	1.2	mA
<b>INPUT CAPACITANCE</b>						
Differential	$C_{IN}$			1.5		pF
Common Mode				8.0		pF
<b>DYNAMIC PERFORMANCE</b>						
Slew Rate	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		1		V/ $\mu\text{s}$
Overload Recovery Time				0.05		ms
Gain Bandwidth Product	GBP			2		MHz
<b>NOISE PERFORMANCE</b>						
Voltage Noise	$e_n$ p-p	0.1 Hz to 10 Hz		0.5		$\mu\text{V p-p}$
Voltage Noise Density	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		22		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density	$i_n$	$f = 10\text{ Hz}$		5		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

## 絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
Supply Voltage	6 V
Input Voltage	GND - 0.3 V to $V_S + 0.3$ V
Differential Input Voltage <sup>1</sup>	±5.0 V
Output Short-Circuit Duration to GND	Indefinite
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
Junction Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	300°C

<sup>1</sup> 差動入力電圧は±5 V または電源電圧のいずれか小さい方に制限されます。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

### 熱特性

$\theta_{JA}$  はワーストケース条件で規定。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で  $\theta_{JA}$  を規定。標準の 2 層ボードを使用して測定。

表 4.

Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	Unit
5-Lead TSOT (UJ-5)	207	61	°C/W
5-Lead SOT-23 (RJ-5)	230	146	°C/W
8-Lead SOIC_N (R-8)	158	43	°C/W
8-Lead MSOP (RM-8)	190	44	°C/W
14-Lead SOIC_N (R-14)	105	43	°C/W
14-Lead TSSOP (RU-14)	148	23	°C/W

### ESD の注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

代表的な性能特性

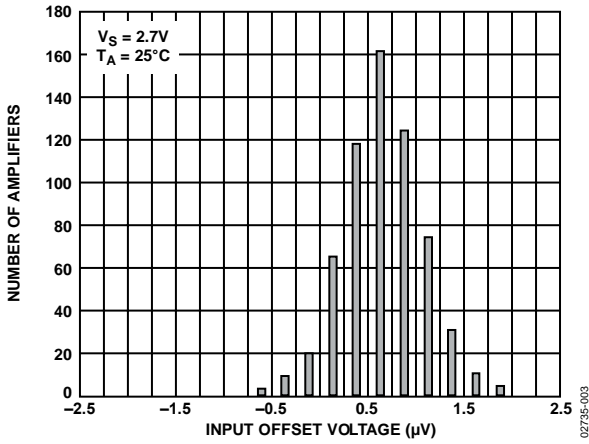


図 5. 入力オフセット電圧の分布

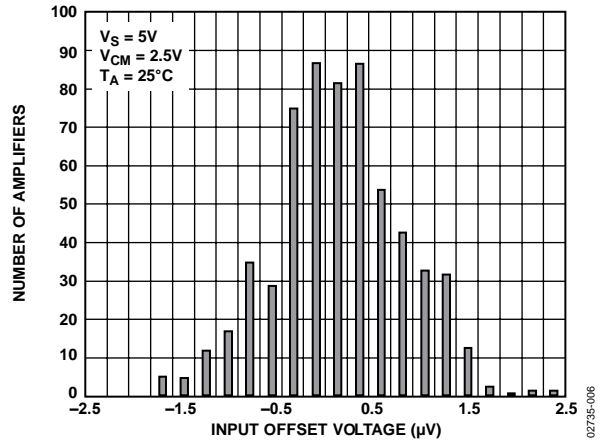


図 8. 入力オフセット電圧の分布

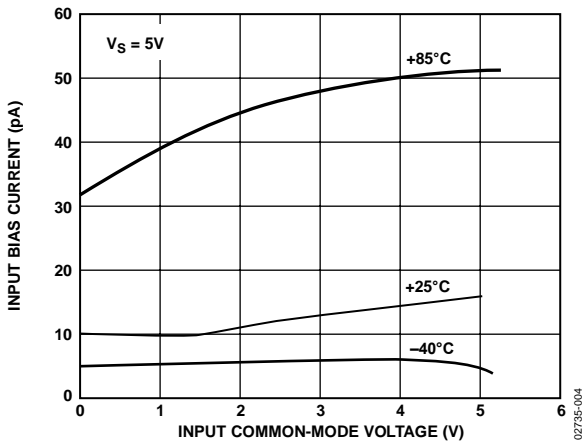


図 6. AD8628 入力同相モード電圧対入力バイアス電流

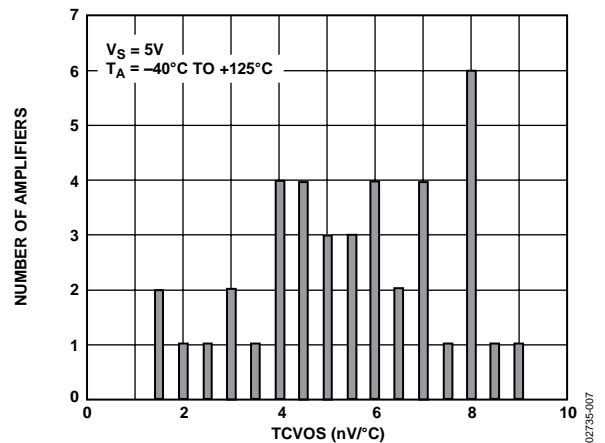


図 9. 入力オフセット電圧ドリフト

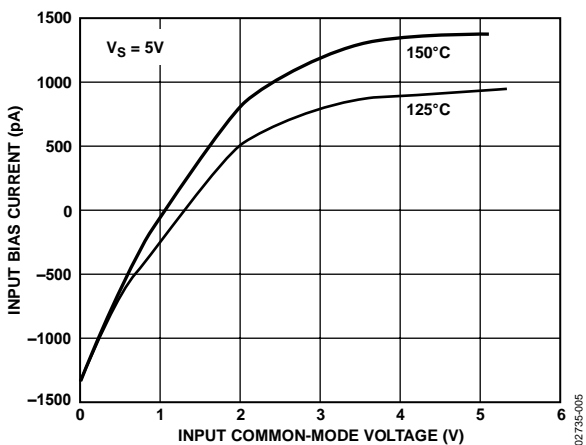


図 7. AD8628 入力同相モード電圧対入力バイアス電流

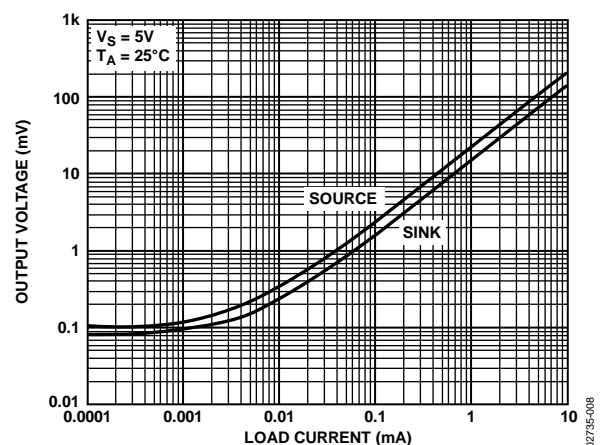


図 10. 負荷電流対電源レールまで近づく出力電圧

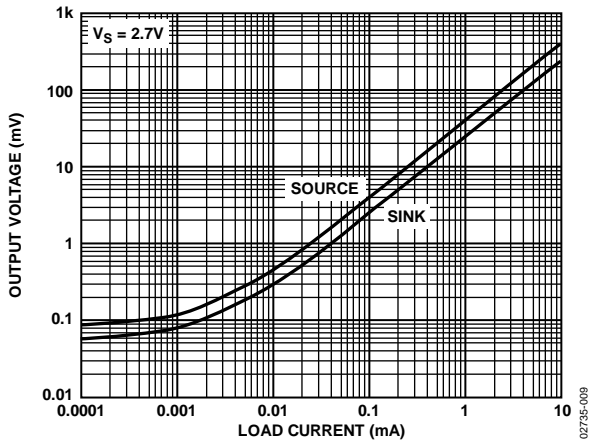


図 11. 負荷電流対電源レールまで近づく出力電圧

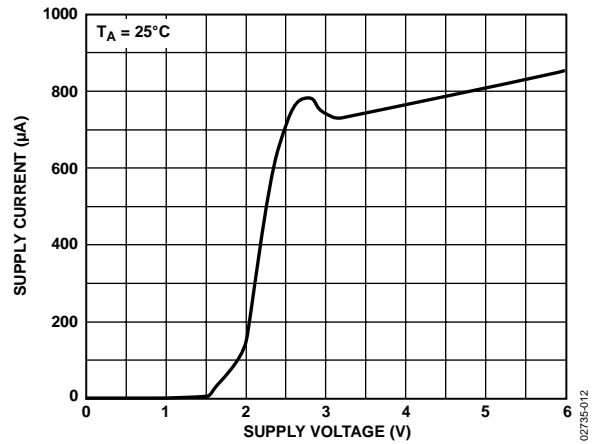


図 14. 電源電圧対電源電流

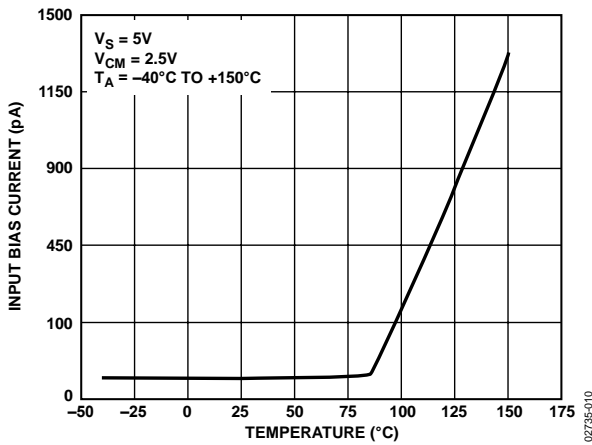


図 12. AD8628 入カバイアス電流の温度特性

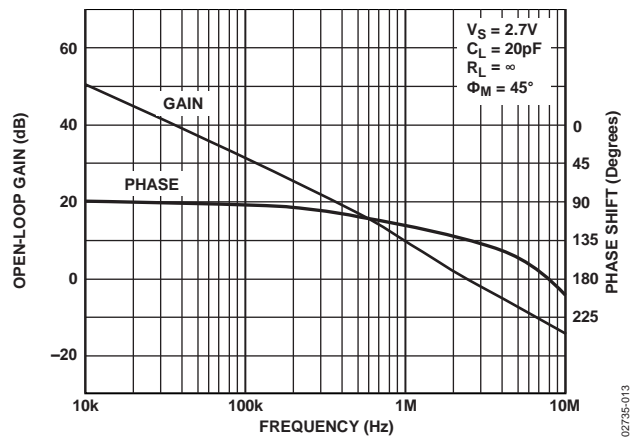


図 15. オープン・ループ・ゲインおよび位相の周波数特性

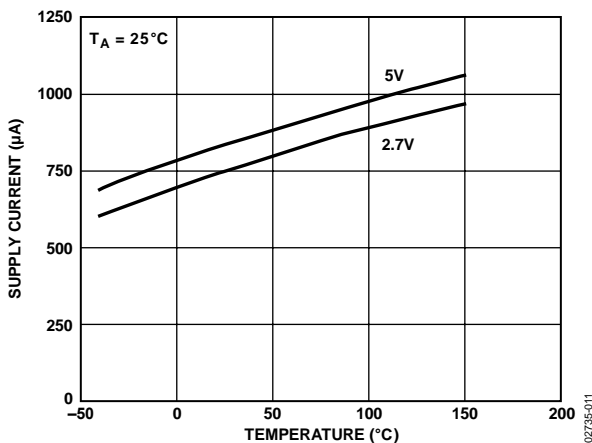


図 13. 電源電流の温度特性

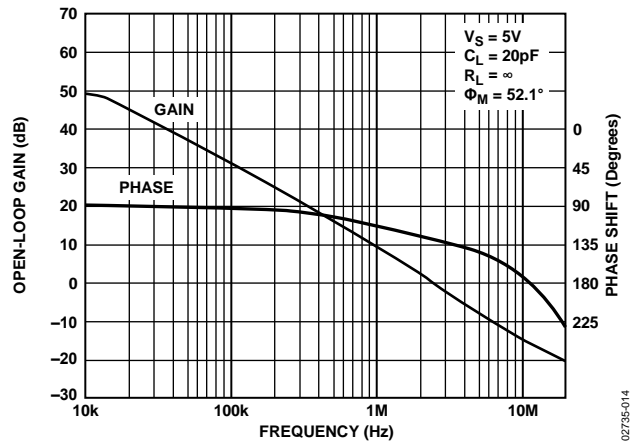


図 16. オープン・ループ・ゲインおよび位相の周波数特性

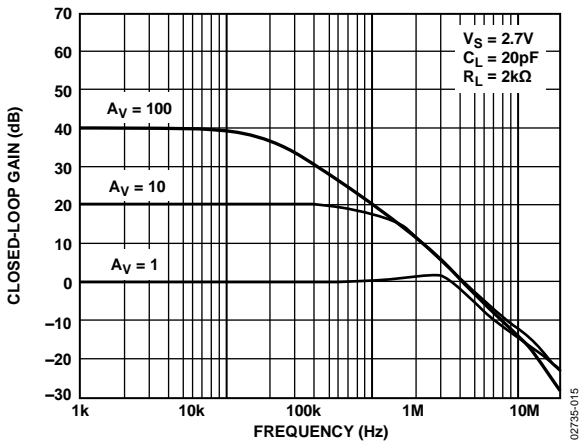


図 17.クローズド・ループ・ゲインの周波数特性

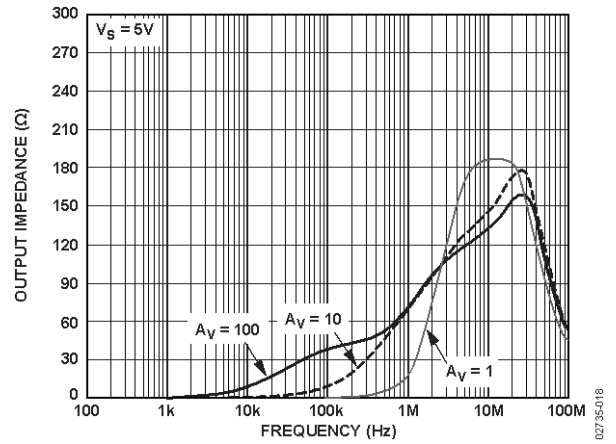


図 20.出カインピーダンスの周波数特性

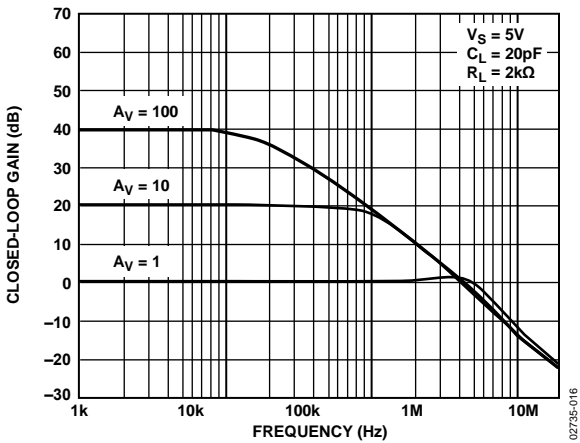


図 18.クローズド・ループ・ゲインの周波数特性

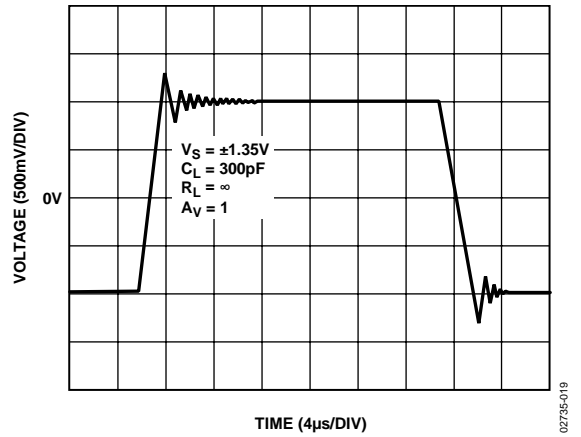


図 21.大信号過渡応答

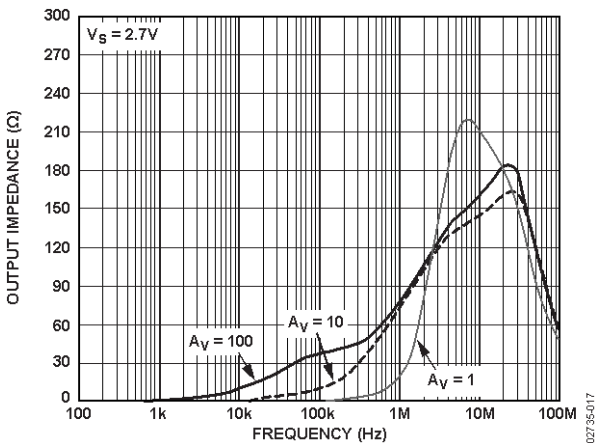


図 19.出カインピーダンスの周波数特性

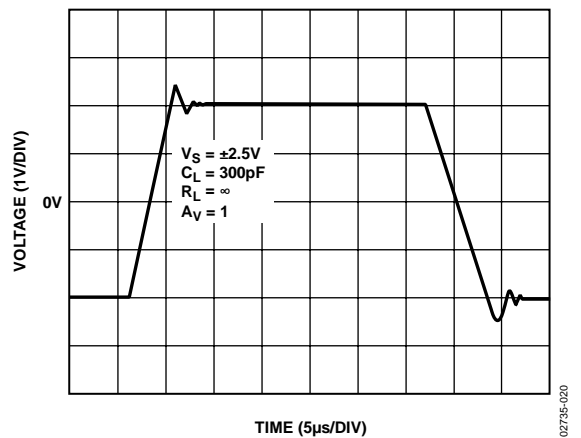


図 22.大信号過渡応答



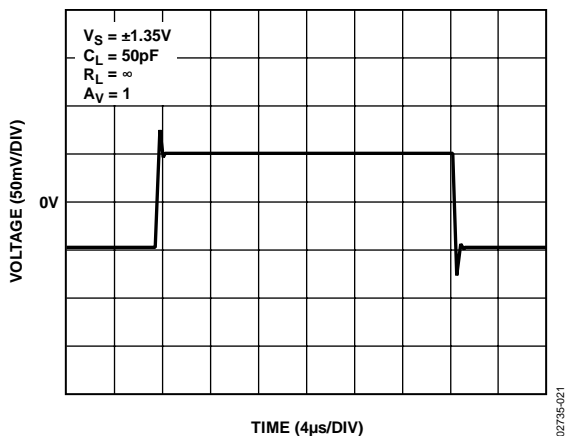


図 23. 小信号過渡応答

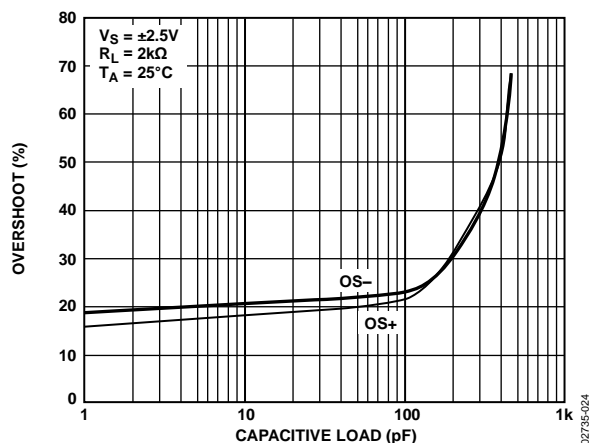


図 26. 負荷容量対小信号オーバーシュート

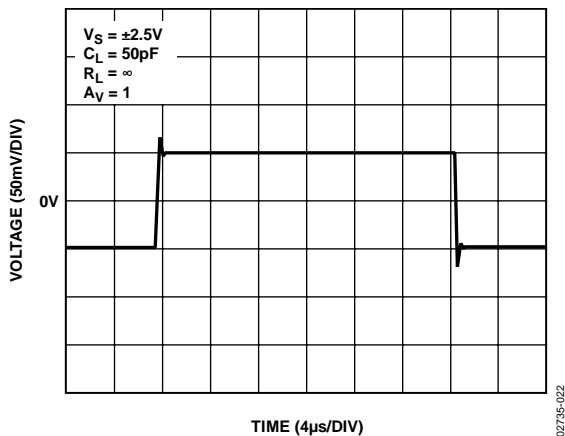


図 24. 小信号過渡応答

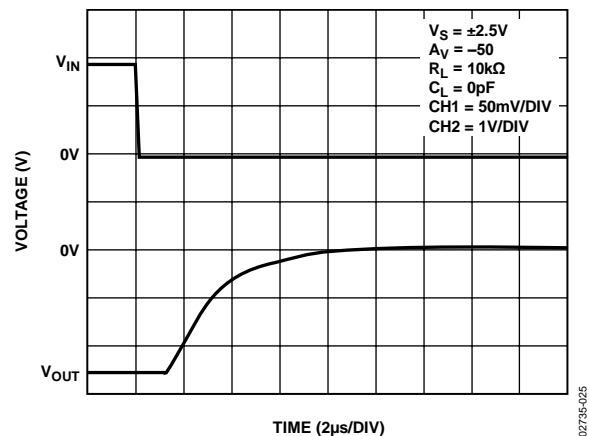


図 27. 正の過電圧回復時間

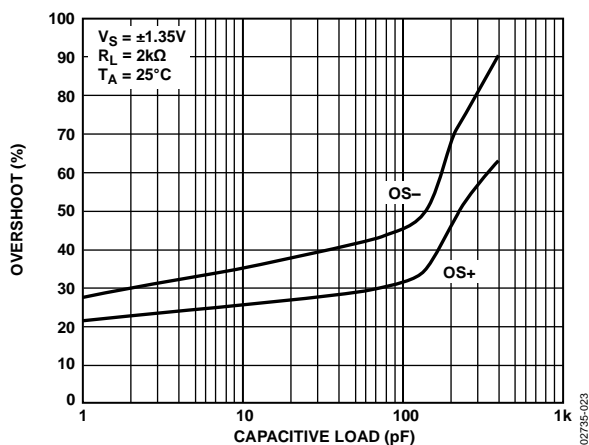


図 25. 負荷容量対小信号オーバーシュート

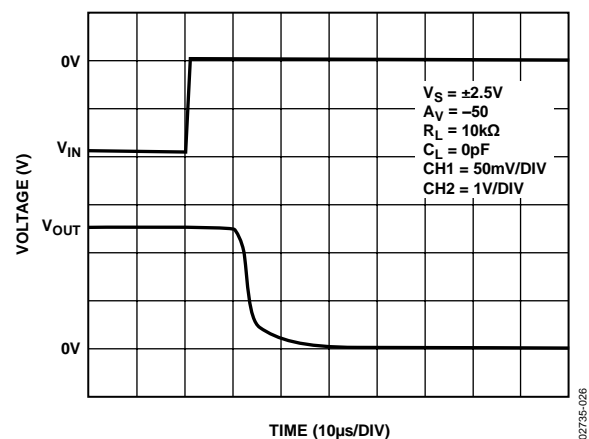


図 28. 負の過電圧回復時間

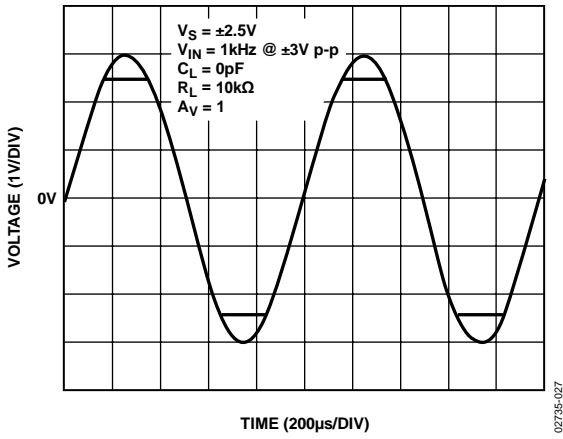


図 29.位相反転なし

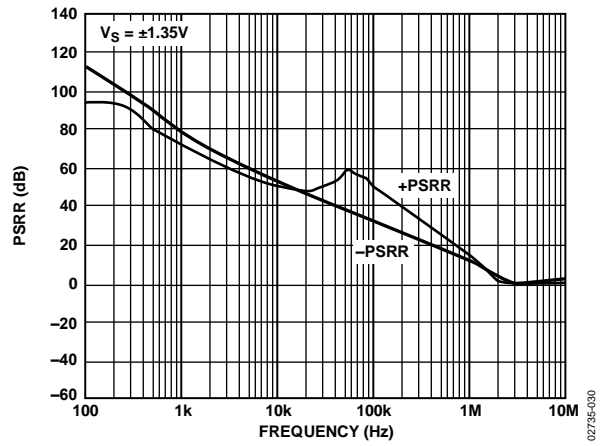


図 32.PSRR の周波数特性

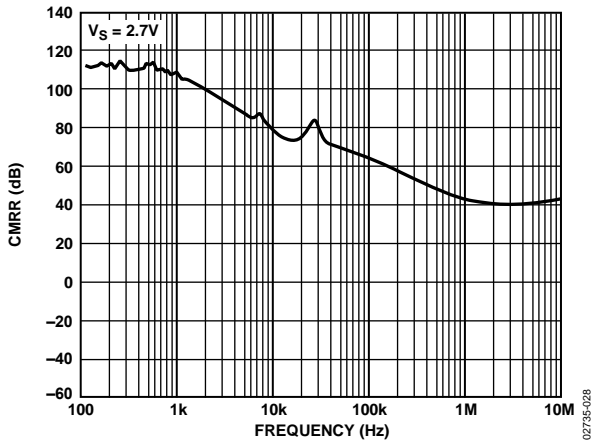


図 30.CMRR の周波数特性

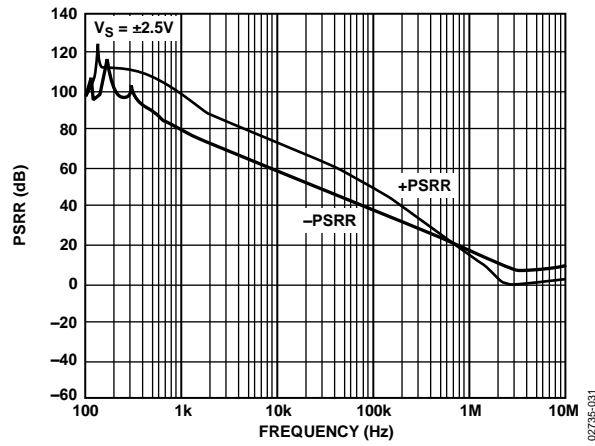


図 33.PSRR の周波数特性

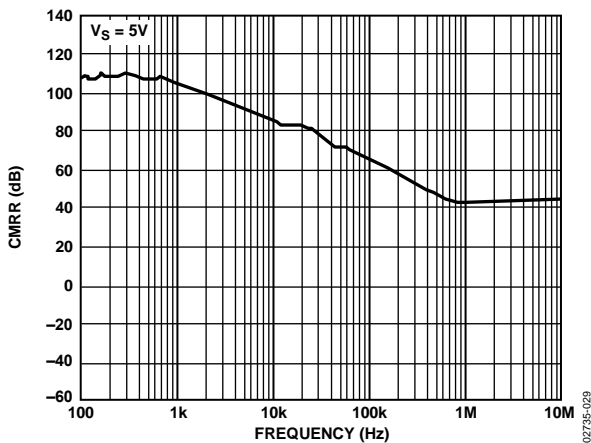


図 31.CMRR の周波数特性

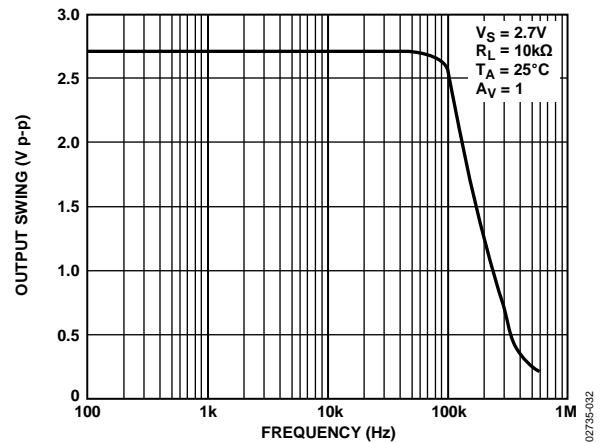


図 34.最大出力振幅の周波数特性

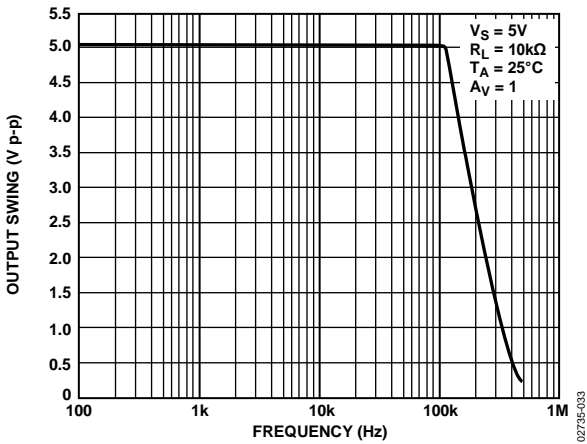


図 35.最大出力振幅の周波数特性

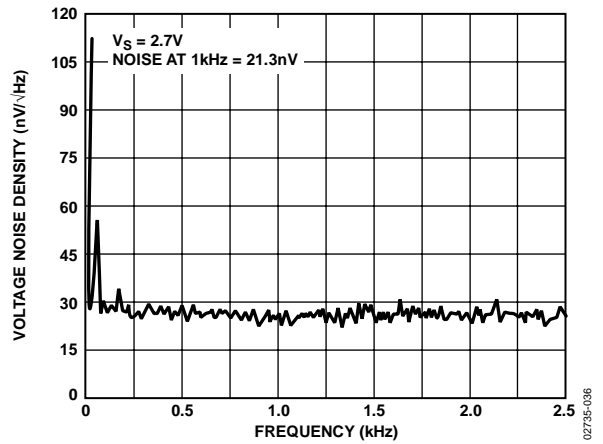


図 38.電圧ノイズ密度、2.7 V、0 Hz~2.5 kHz

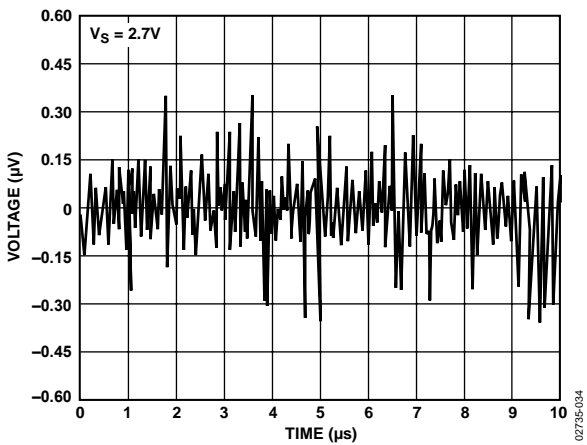


図 36.0.1~10 Hz でのノイズ

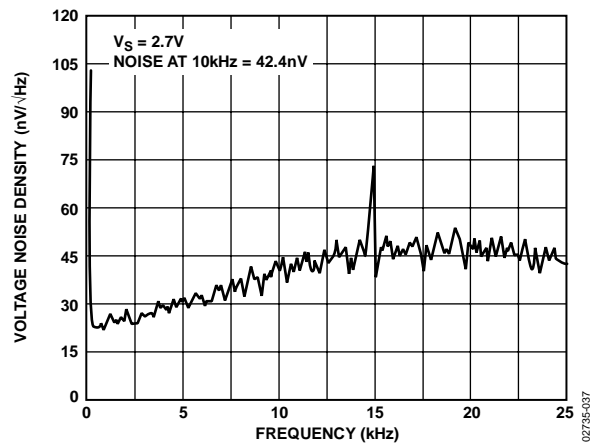


図 39.電圧ノイズ密度、2.7 V、0 Hz~25 kHz

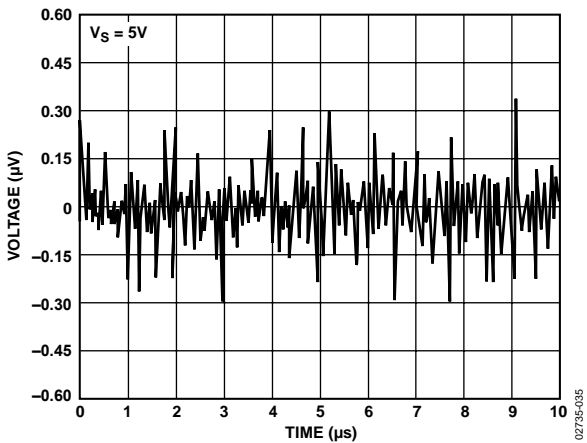


図 37.0.1~10 Hz でのノイズ

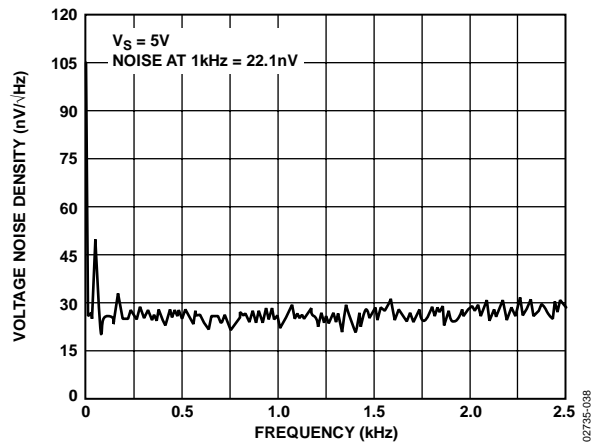


図 40.電圧ノイズ密度、5 V、0 Hz~2.5 kHz

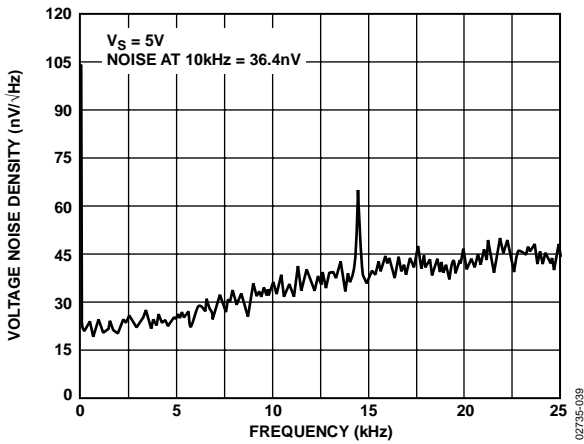


図 41. 電圧ノイズ密度、5 V、0 Hz~25 kHz

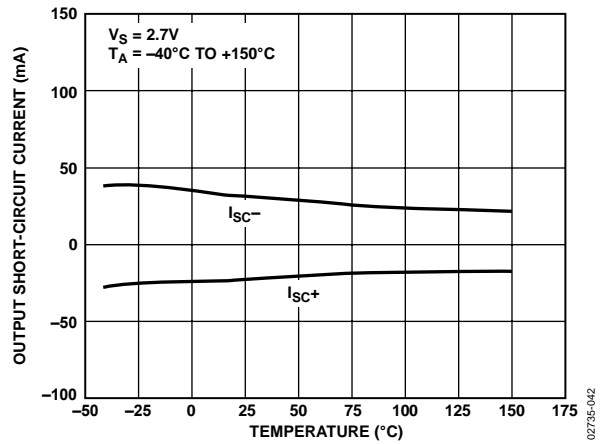


図 44. 出力短絡電流の温度特性

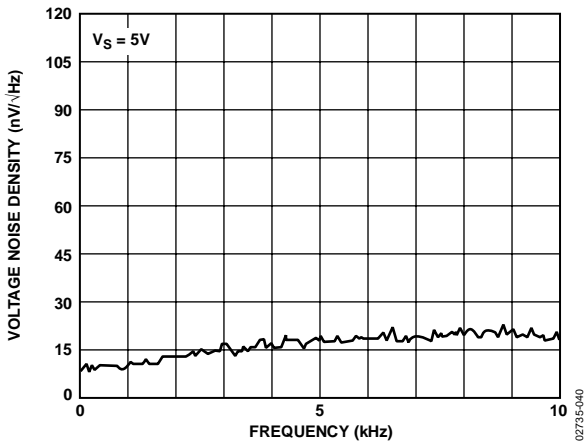


図 42. 電圧ノイズ密度、5 V、0 Hz~10 kHz

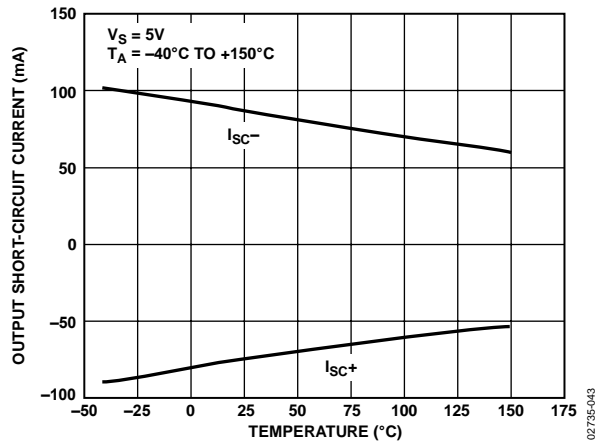


図 45. 出力短絡電流の温度特性

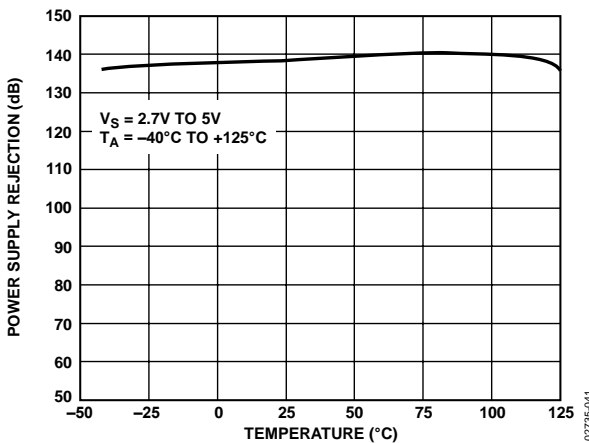


図 43. 電源除去比の温度特性

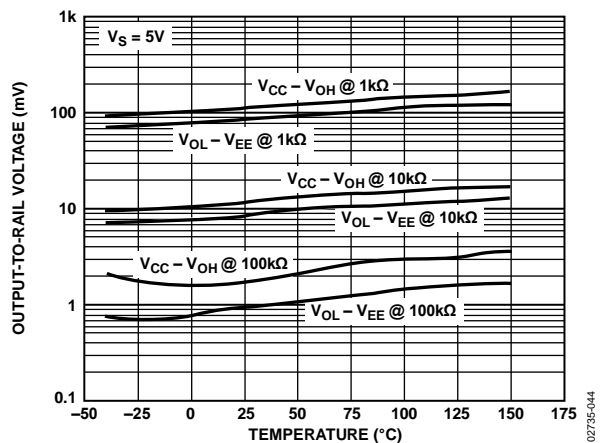


図 46. 出力レール間電圧の温度特性

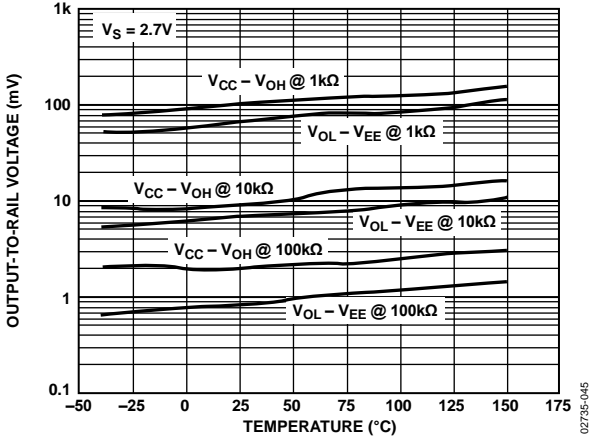


図 47. 出力レール間電圧の温度特性

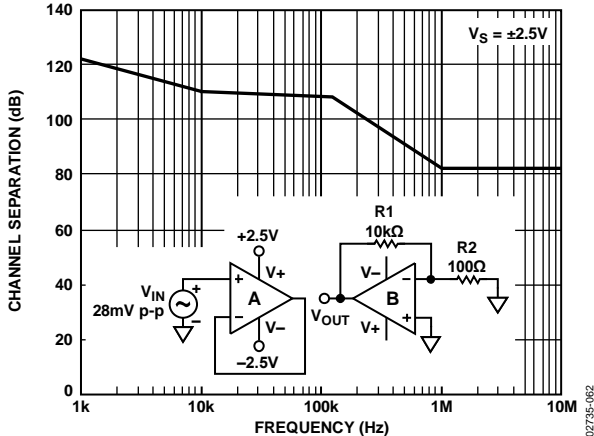


図 48. AD8629/AD8630 チャンネル・セパレーションの周波数特性

## 機能説明

AD8628/AD8629/AD8630は、単電源動作、超高精度、レールtoレール入力および出力のオペアンプです。これらのアンプのオフセット電圧は $1\mu\text{V}(\text{typ})$ 以下と小さいため、出力電圧誤差が大きくなる危険性なしに高いゲインを容易に設定することができます。温度ドリフトは $2\text{ nV}/^\circ\text{C}$ と極めて小さく、 $-40^\circ\text{C}\sim+125^\circ\text{C}$ の全温度範囲でオフセット電圧誤差が小さいため、これらのアンプは厳しい動作環境でのさまざまな計測アプリケーションに最適です。

AD8628/AD8629/AD8630では、オートゼロとチョッピングを組み合わせた特許取得済み技術を使用して高精度を達成しています。この独自の回路トポロジの使用により、AD8628/AD8629/AD8630は広い温度範囲と動作寿命にわたって低オフセット電圧を維持します。また、AD8628/AD8629/AD8630はこれまでのオートゼロ・アンプに対してノイズと帯域幅を最適化し、すべてのオートゼロ・アンプより電圧ノイズを50%以上減らしています。

これまでのデザインでは、オートゼロまたはチョッピングを使って、アンプ仕様に精度を追加してきました。オートゼロでは、オートゼロ周波数でノイズ・エネルギーが小さくなりますが、広帯域ノイズがオートゼロ化された周波数帯域に折り返されるために低周波数ノイズが大きくなってしまいうという犠牲が伴います。チョッピングでは、低周波数ノイズは小さくなりますが、チョッピング周波数でノイズ・エネルギーが大きくなるという犠牲が伴います。AD8628/AD8629/AD8630ファミリーでは、特許取得済みのピンポン方式の中でオートゼロ機能とチョッピング機能の両方を使用して、低周波数ノイズを小さくすると同時にチョッピング周波数とオートゼロ周波数でのエネルギーも小さくして、多くのアプリケーションでフィルタの追加なしで信号対ノイズ比を大きくします。15 kHzの比較的高いクロック周波数を採用することにより、広く有効なノイズのない帯域幅に対するフィルタ条件を簡素化しています。

AD8628は、5ピンTSOTパッケージを採用した数少ないオートゼロ・アンプの1つです。これまでのオートゼロ・アンプに対してACパラメータが大幅に改善されています。AD8628/AD8629/AD8630は比較的広い帯域幅(0Hz~10kHz)でローノイズであるため、高いDC精度が要求される場合に使用することができます。5~10 kHzまでの信号帯域幅を持つシステムでは、AD8628/AD8629/AD8630は真の16ビット精度を提供するため、非常に高い分解能を要するシステムに対しては最適な選択です。

## 1/f ノイズ

"ピンク・ノイズ"とも呼ばれる1/fノイズは、DC結合の計測では主要な誤差要因になります。この1/fノイズ誤差項は数 $\mu\text{V}$ かそれ以上の範囲になることがあり、回路のクロズド・ループ・ゲインで増幅されると、大きな出力オフセットとして現れます。たとえば、 $5\mu\text{V p-p}$ の1/fノイズを持つアンプでゲイン=1000に設定すると、1/fノイズに起因して出力には5 mVの誤差が発生します。しかし、AD8628/AD8629/AD8630では内部で1/fノイズを除去するため、出力誤差は大幅に小さくなります。

1/fノイズの内部での除去は次のように行われています。1/fノイズはAD8628/AD8629/AD8630入力に加えられる穏やかに変化するオフセットとして現れます。オート・ゼロ機能によりDCオフセットまたは低周波オフセットが補正されます。このため、1/fノイズ成分は実質的に除去されて、AD8628/AD8629/AD8630には1/fノイズが存在しなくなります。

競合品のオートゼロ・アンプに比べて、AD8628/AD8629/AD8630がシステム・アプリケーションに提供する大きな利点の1つはノイズが非常に小さいことです。図49に示す比較では、AD8628の1 kHzにおける入力換算ノイズ密度は $19.4\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ であり、この値は競合品Aと競合品Bよりはるかに優れています。ノイズはDC~1.5 kHzで平坦であり、20 kHzまで穏やかに増加しています。オートゼロ・アンプが広範囲に使用されるためには、低周波数でのローノイズは望ましいことです。

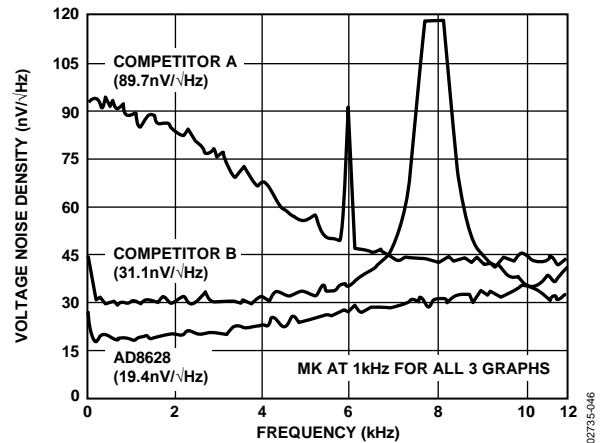


図 49. AD8628 と競合品のノイズ・スペクトル密度

ピーク to ピーク・ノイズ

オートゼロとチョッピングとの間のピンポン動作のために、AD8628/AD8629/AD8630のピーク to ピーク・ノイズは競合品よりはるかに小さくなっています。図50 と図51にこの比較を示します。

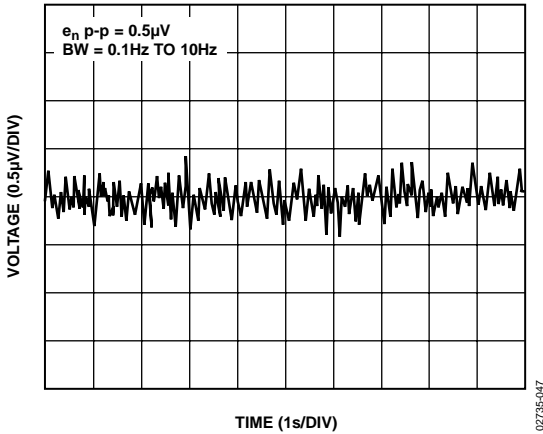


図 50. AD8628 のピーク to ピーク・ノイズ

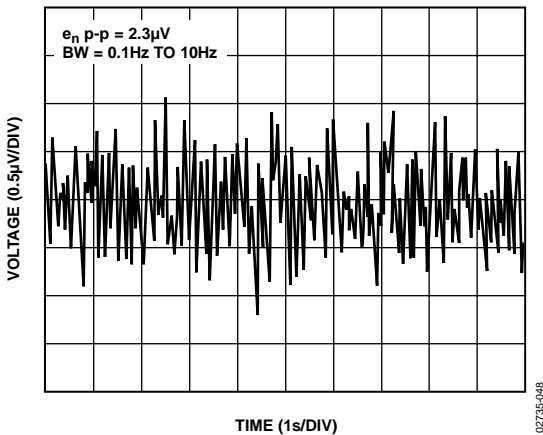


図 51. 競合品 A のピーク to ピーク・ノイズ

一次ローパス・フィルタでのノイズ動作

AD8628 をローパス・フィルタ(図 53 参照)としてシミュレートして、図 52 のように構成します。AD8628 の動作は、シミュレーションしたデータに一致しました。ノイズは一次フィルタのロールオフ特性を持つことが確認されました。図 53 と図 54 に、図 52 に示す回路のシミュレーションした伝達関数と実際の伝達関数との差を示します。

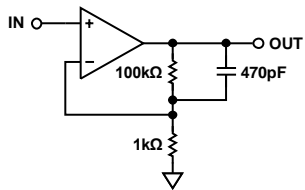


図 52. 一次ローパス・フィルタ・テスト回路、ゲイン=101、コーナー周波数= 3 kHz

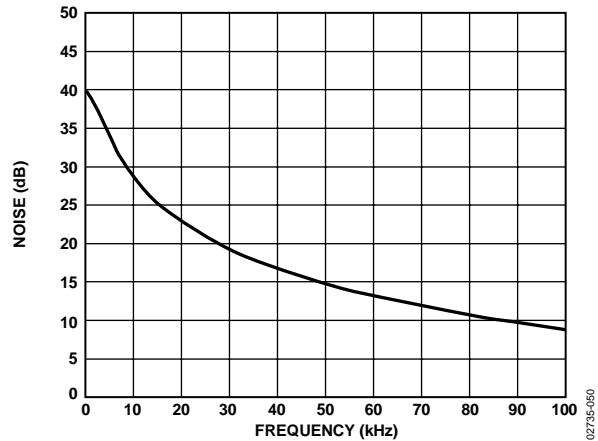


図 53. 図 52 のテスト回路のシミュレーション伝達関数

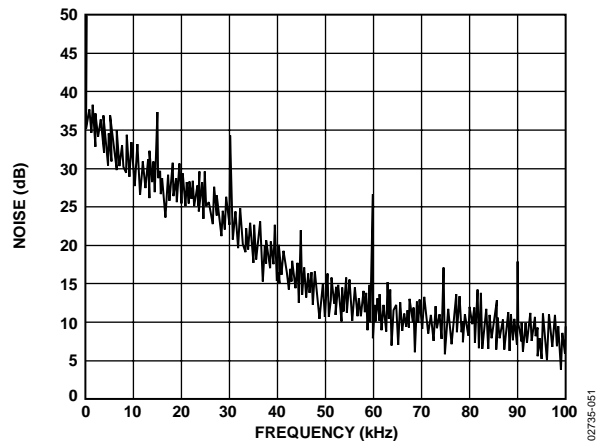


図 54. 図 52 のテスト回路の実際の伝達関数

図 54 のテスト回路のノイズ・スペクトル測定値は 5 kHz~45 kHz でノイズを示し、一次フィルタのロールオフ特性を持つことが確認されました。

一次フィルタの総合入力換算ノイズ

一次フィルタに対して、AD8628 の総合ノイズは競合品 A を下回っています。

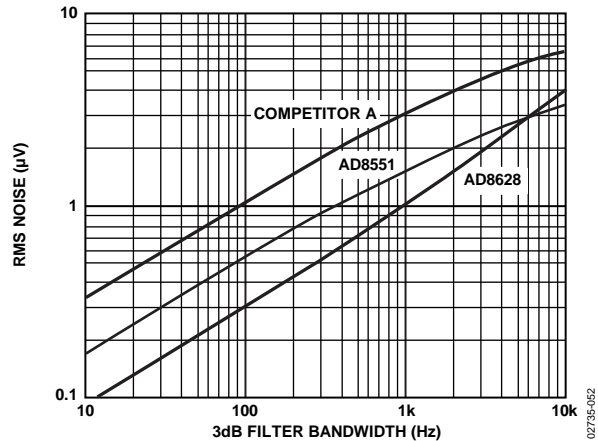


図 55. 3 dB フィルタ帯域幅(Hz)対 RMS ノイズ

## 入力過電圧保護機能

AD8628/AD8629/AD8630はレールtoレール入力アンプですが、入力間の電位差が電源電圧を超えないように注意する必要があります。通常の負帰還動作状態では、アンプは2つの入力同電圧になるように出力を補正します。ただし、いずれかの入力が電源レールより0.3 V以上高くなると、大きな電流がアンプ内のESD保護ダイオードを流れます。

これらのダイオードは、静電放電に対して入力トランジスタを保護するために入力と各電源レールとの間に接続されており、通常は逆バイアスされていますが、入力電圧が電源電圧を超えると、これらのESDダイオードは順方向にバイアスされることがあります。電流制限がない場合、大きな電流がこれらのダイオードを流れて、デバイスの永久的な損傷が発生します。入力に過電圧が加えられる場合、適切な直列抵抗を挿入して、ダイオード電流を5 mA以下に制限する必要があります。

## 出力位相の反転

出力位相の反転は、入力同相モード電圧が範囲を超えるとある種のアンプで発生します。同相モード電圧が同相モード範囲の外側に移動すると、これらのアンプの出力は電源レールの反対側に突然ジャンプします。これは差動入力対が停止することに起因して、出力に誤動作を発生させる内部電圧の急激なシフトが生ずるためです。

AD8628/AD8629/AD8630アンプは、両入力が電源電圧以内に維持されている限り、出力位相の逆転が発生しないように注意深くデザインされています。一方または両方の入力がいずれかの電源電圧を超えることがある場合は、抵抗を入力に直列に接続して、電流を5 mA未満に制限してください。これにより、出力の位相逆転を防止できます。

## 過負荷回復時間

多くのオートゼロ・アンプは長い過負荷回復時間に悩まされています。出力飽和後の、ループに対するヌル化内部動作の複雑なセットリング動作に起因してミリ秒単位になることもあります。AD8628/AD8629/AD8630は、出力飽和発生後、2クロック・サイクル内に内部セットリングが完了するようにデザインされています。このため、他のオートゼロ・アンプに比べてはるかに短い10  $\mu$ s以下の回復時間になっています。AD8628/AD8629/AD8630の広い帯域幅により、出力に過渡電圧を混入させる負荷を駆動する際に性能が強化されます。これは、スイッチド・コンデンサ型ADCの入力を駆動する際にアンプを使用する場合に発生します。

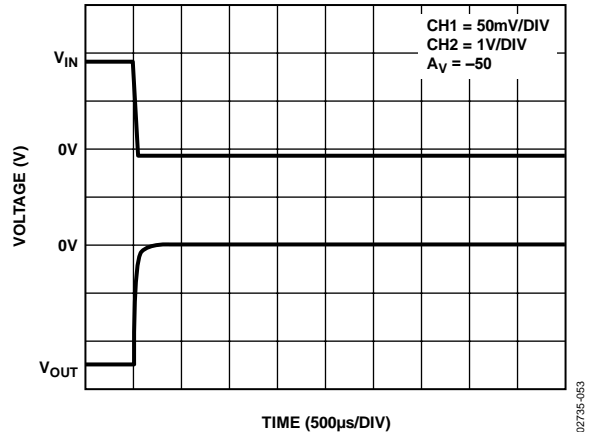


図 56. AD8628 の正側入力過負荷回復

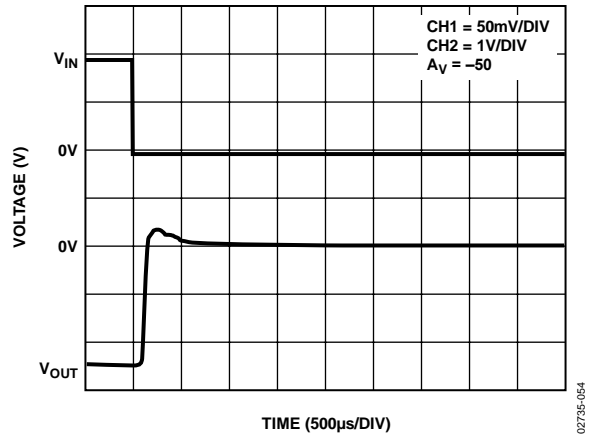


図 57. 競合品 A の正側入力過負荷回復

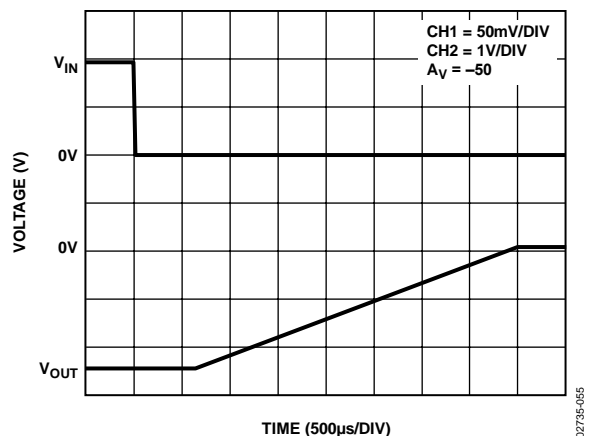


図 58. 競合品 B の正側入力過負荷回復



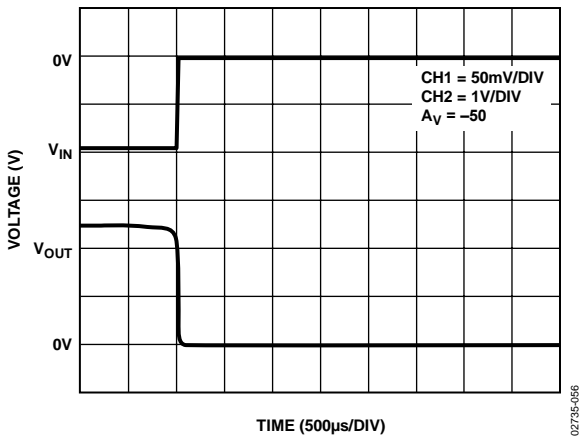


図 59. AD8628 の負側入力過負荷回復

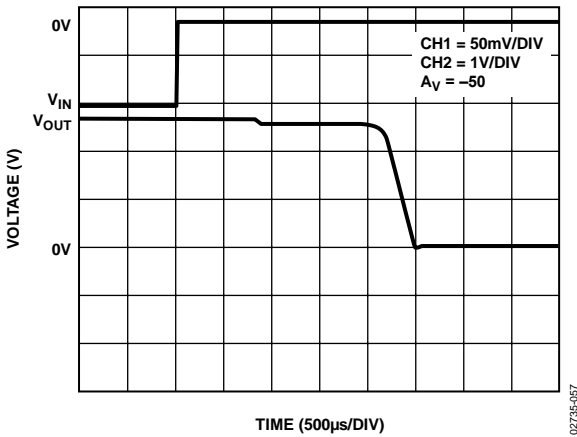


図 60. 競合品 A の負側入力過負荷回復

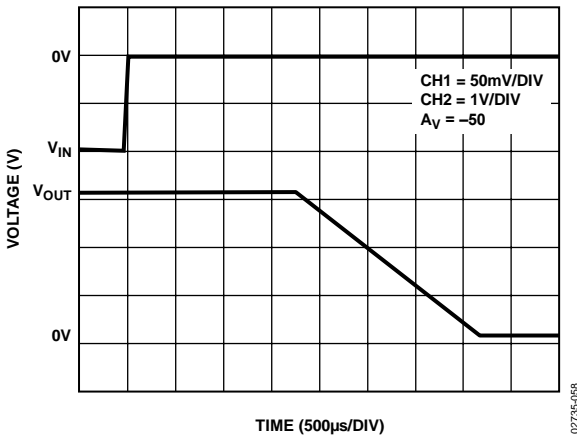


図 61. 競合品 B の負側入力過負荷回復

図56～図61に示す結果を表5にまとめます。

表 5. 過負荷回復時間

Model	Positive Overload Recovery (µs)	Negative Overload Recovery (µs)
AD8628	6	9
Competitor A	650	25,000
Competitor B	40,000	35,000

## 赤外線センサー

赤外線(IR)センサー(特にサーモパイル)の使用は、自動車のクライメート・コントロール、耳体温計、家屋の断熱解析、自動車修理診断などの広範囲なアプリケーションでの温度計測で増えています。センサーの比較的小さい出力信号は、DC誤差を防止するため非常に小さいオフセット電圧とドリフトを持つ高ゲインを必要とします。

ステージ間でAC結合を使用すると(図62)、低オフセットと低ドリフトにより、入力アンプ出力が飽和領域へドリフトするのを防止することができます。入力バイアス電流が小さいと、センサーの出力インピーダンスで発生する誤差を小さくすることができます。圧力センサーの場合のように、時間と温度によるアンプ・ドリフトを非常に小さくすると、温度計測をキャリブレーションした後に加わる誤差をなくすることができます。

1/fノイズを小さくすると、1/5秒を超える間隔で測定された場合でもDC計測に対するSNRを向上させることができます。

図62 に、100µV～300µVから1V～3 VレベルまでのAC信号を増幅できる回路を示します。正確なA/Dコンバータに対してゲイン= 10,000を持ちます。

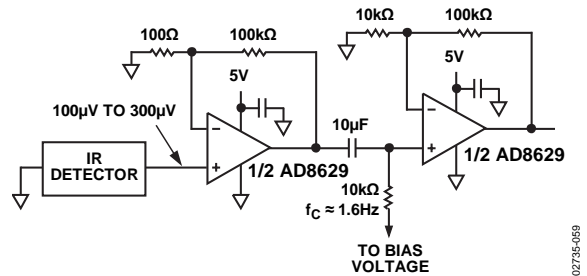


図 62. サーモパイル用プリアンプとして使用した AD8629

## 高精度シャント電流センサー

オートゼロ・アンプを差動構成で使用した場合にその独自の特性は高精度のシャント電流センサーに役立ちます(図63)。シャント電流センサーは、帰還制御システムの高精度電流源として使われます。また、バッテリー燃料計測、レーザー・ダイオード・パワーの計測と制御、電子パワー・ステアリングでのトルク帰還制御、高精度電力量計測などの他、さまざまなアプリケーションでも使用されています。

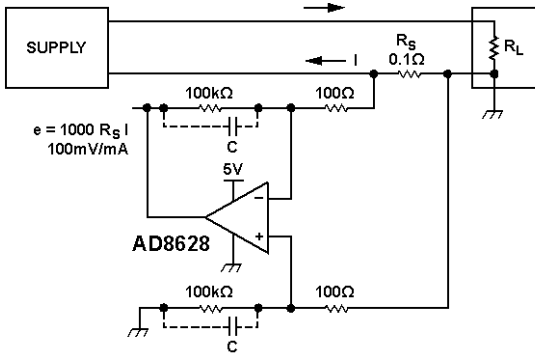


図 63. ローサイド電流検出

このようなアプリケーションでは、直列電圧降下を小さくするために非常に小さい抵抗によるシャントが望まれます。小さい抵抗を使用すると、電力の浪費を小さくし、大きな電流の計測が可能になります。代表的なシャント抵抗値は0.1Ωです。1 Aの電流値計測で、シャントの出力信号は数百ミリボルトまたは数ボルトになるため、アンプの誤差源は大きな問題になりません。ただし、1 mA範囲の小さい電流値の計測では、シャントの出力電圧が100 μVと小さくなるため、絶対精度を維持するためには非常に小さいオフセット電圧とドリフトが必要になります。"加えられる"バイアス電流が被測定電流の大きなパーセント値にならないように、入力バイアス電流が小さいことも必要になります。高いオープン・ループ・ゲイン、CMRR、PSRRはすべて、回路の全体精度を維持するのに役立ちます。電流変化率が大き過ぎない限り、オートゼロ・アンプの使用により優れた結果が得られます。

## 高精度 DAC 用の出力アンプ

AD8628/AD8629/AD8630は、ユニポーラ構成の16ビット高精度DACの出力アンプとして使用されます。この場合、選択されたオペアンプは、出力オフセットのトリムを不要にするため非常に小さいオフセット電圧を持つ必要があります(2.5 Vのリファレンス電圧で動作する場合、DACのLSBは38 μVになります)。入力バイアス電流(一般に数十ピコ・アンプ)はDAC出力インピーダンス(約6 kΩ)が乗算されるとゼロ・コード誤差を発生するため、非常に小さい値である必要があります。

レールtoレールの入力および出力は、非常に小さい誤差でフル・スケール出力を提供します。DACの出力インピーダンスは一定でありコードに依存しませんが、AD8628/AD8629/AD8630の高入力インピーダンスはゲイン誤差を小さくします。このケースでは、アンプの広い帯域幅も役立ちます。1μsのセトリング・タイムを持つアンプは、システムにさらに時定数を追加するため、出力のセトリング・タイムが増えます。AD5541のセトリング・タイムは1μsです。組み合わせたセトリング・タイムは約1.4 μsになり、次式から計算することができます。

$$t_s (TOTAL) = \sqrt{(t_s DAC)^2 + (t_s AD8628)^2}$$

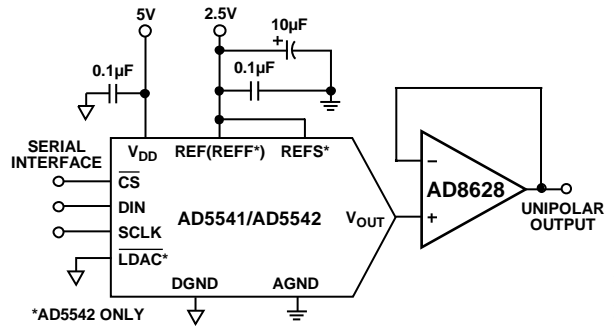


図 64. 出力アンプとして使用した AD8628

外形寸法

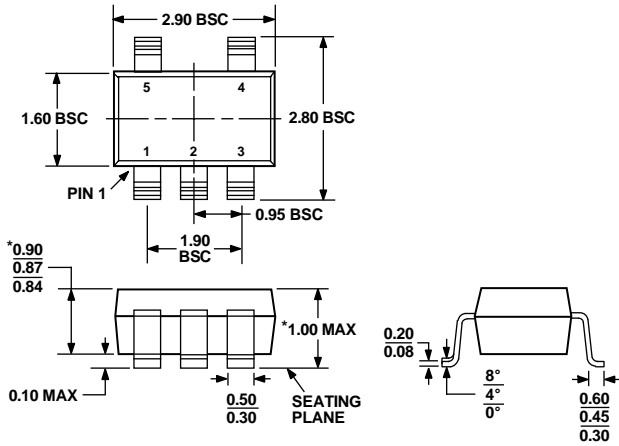


図 65.5 ピン薄型スモール・アウトライン・トランジスタ  
パッケージ[TSOT]  
(UJ-5)  
寸法: mm

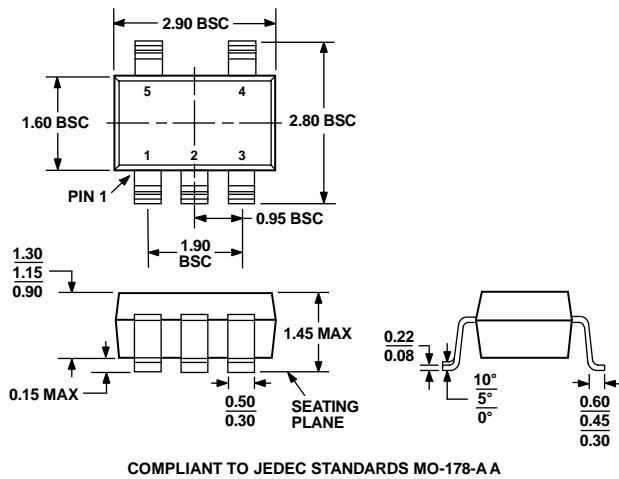


図 66.5 ピン・スモール・アウトライン・トランジスタ  
パッケージ[SOT-23]  
(RJ-5)  
寸法: mm

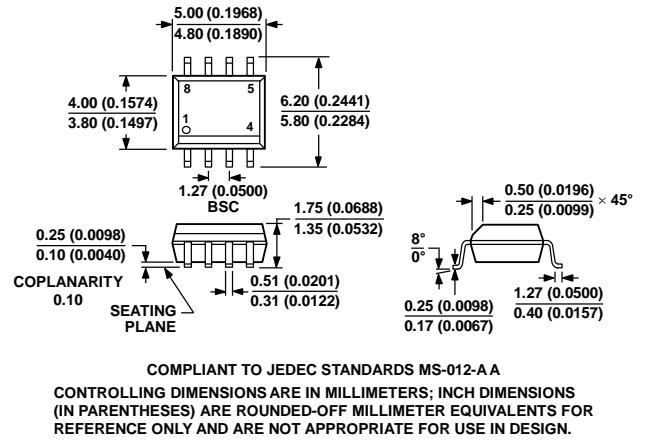


図 67.8 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC\_N]  
ナロー・ボディ  
(R-8)  
寸法: mm (インチ)

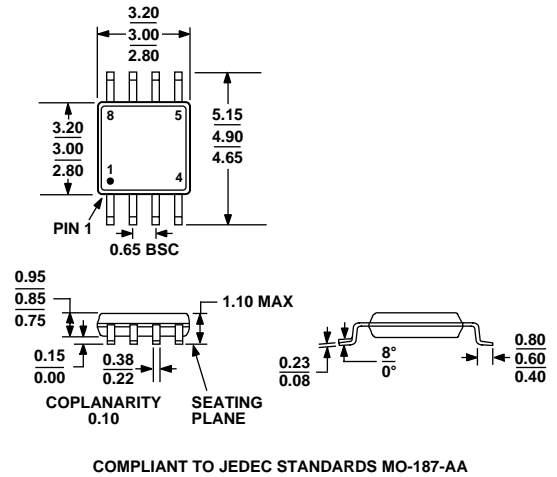
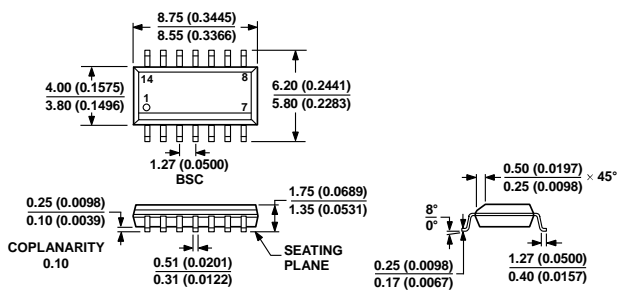


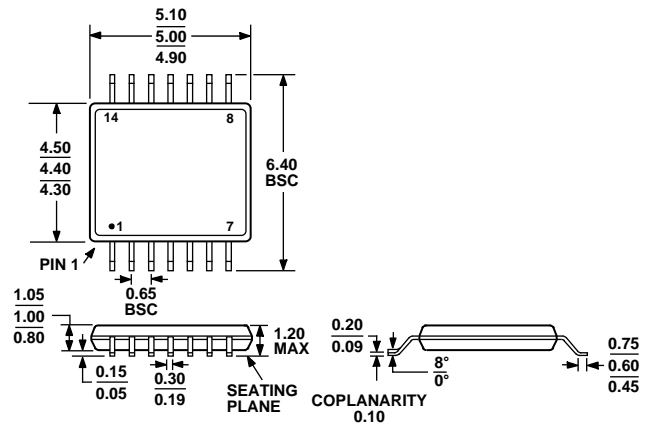
図 68.8 ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ[MSOP]  
(RM-8)  
寸法: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AB  
CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

069106A

図 69.14 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC\_N]  
ナロー・ボディ  
(R-14)  
寸法: mm (インチ)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-153-AB-1

図 70.14 ピン薄型シュリンク・スモール・アウトライン  
パッケージ[TSSOP]  
(RU-14)  
寸法: mm

## オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
AD8628AUJ-R2	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	AYB
AD8628AUJ-REEL	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	AYB
AD8628AUJ-REEL7	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	AYB
AD8628AUJZ-R2 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	A0L
AD8628AUJZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	A0L
AD8628AUJZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	A0L
AD8628AR	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8628AR-REEL	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8628AR-REEL7	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8628ARZ <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8628ARZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8628ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8628ART-R2	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	AYA
AD8628ART-REEL7	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	AYA
AD8628ARTZ-R2 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	A0L
AD8628ARTZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	A0L
AD8629ARZ <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8629ARZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8629ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8629ARMZ-R2 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	A06
AD8629ARMZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	A06
AD8630ARUZ <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	14-Lead TSSOP	RU-14	
AD8630ARUZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	14-Lead TSSOP	RU-14	
AD8630ARZ <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
AD8630ARZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
AD8630ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +125°C	14-Lead SOIC_N	R-14	

<sup>1</sup>Z = RoHS 準拠製品