

特長

- レール to レール出力スウィング
- 単電源動作: 3 V ~ 36 V
- 低オフセット電圧: 300 μ V
- 利得帯域積: 75 kHz
- 高オープン・ループ・ゲイン: 1000 V/mV
- ユニティゲインで安定動作
- 低1アンプあたり電源電流: 150 μ A max

アプリケーション

- バッテリー駆動計測
- サーボアンプ
- アクチュエーター・ドライバ
- センサー信号処理
- 電源コントロール

概要

CBCMOS オペアンプの OP495 (クワッド) と OP295 (デュアル) の主な特長は高 DC 精度とレール to レール出力スウィングの両方を兼ね備えていることです。入力段にバイポーラプロセスを使用しているため、CMOS プロセスの入力段より高精度で低ノイズが得られます。又入力範囲と出力範囲の両方に負 (下の) 電源電圧を含むので、ゼロ入力/ゼロ出力が可能です。又 OP295/OP495 はリチウム電池のような 3.3V 駆動装置のために、電源 3V 動作の仕様も規定されています。

電源 5V で最大オフセット電圧は 300 μ V に規定されています。オープン・ループ・ゲインは 1000V/mV min です。従ってこの特長を利用することにより、単電源回路でも高精度なシステム設計を実現する事ができます。

レール to レール出力スウィング可能な事と 15 mA の負荷電流があることにより、OP295/OP495 はパワートランジスタや Hブリッジの駆動 IC としても理想的です。従ってデスクリート部品を使用しない設計の中では、より高い効率を得られ、最も大きなパワーを負荷に供給できる設計が可能となります。

トランスのような誘導負荷を駆動する必要のあるアプリケーションも効率を高めることができます。CMOS レール to レール・オペアンプに比べ、容量負荷をより安定して駆動できることも、この IC 使用の設計のもう一つのメリットです。この IC は同軸ケーブルや大きな FET トランジスタを駆動するのにも便利です。OP295/OP495 は 300pF 以上の負荷でも安定動作します。

ピン配置

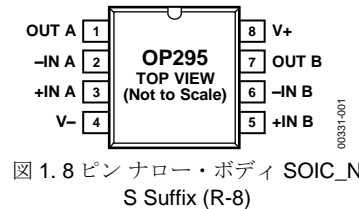


図 1.8 ピン ナロー・ボディ SOIC_N
S Suffix (R-8)

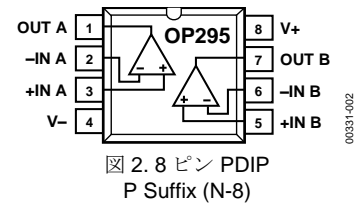


図 2.8 ピン PDIP
P Suffix (N-8)

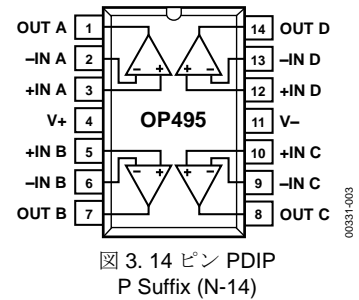


図 3.14 ピン PDIP
P Suffix (N-14)

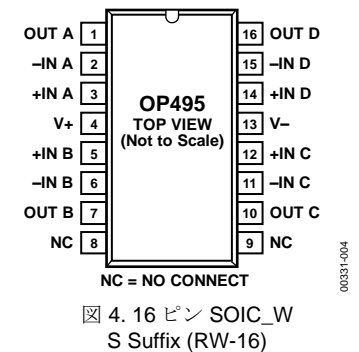


図 4.16 ピン SOIC_W
S Suffix (RW-16)

OP295 と OP495 は拡張工業温度範囲 (-40°C ~ +125°C) で規定されています。OP295 の供給可能なパッケージは 8 ピン PDIP と 8 ピン SOIC_N 表面実装パッケージです。OP495 のパッケージは、14 ピン PDIP と 16 ピン SOIC_W 表面実装パッケージです。

アナログ・デバイセズ社は、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・デバイセズ社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。

©2005 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev.G

目次

| | | | |
|----------------------------|---|------------------------------------------------|----|
| 特長..... | 1 | 低ノイズ単電源プリアンプ | 9 |
| アプリケーション | 1 | 重負荷の駆動..... | 10 |
| 概要..... | 1 | ダイレクト・アクセス・アレンジメント..... | 10 |
| ピン配置..... | 1 | 単電源・計装アンプ | 10 |
| 改訂履歴..... | 2 | 単電源・RTD 温度計測・アンプ..... | 11 |
| 仕様..... | 3 | 冷接点補償、バッテリー駆動、熱電対アンプ..... | 11 |
| 電気的特性 | 3 | 0 V ~ 4.095 V スウィングする 5 V 駆動, 12-Bit DAC | 11 |
| 絶対最大定格 | 5 | 4 mA to 20 mA 電流伝送回路..... | 12 |
| 熱抵抗 | 5 | 3 V・低ドロップアウト・電圧レギュレータ..... | 12 |
| ESD の注意 | 5 | フの字電流制限付き・低ドロップアウト・500 mA 電 圧レギュレータ | 12 |
| 標準的な性能特性 | 6 | 矩形波発振器..... | 13 |
| アプリケーション | 8 | 単電源・差動スピーカー・ドライバー | 13 |
| ルール to ルール・アプリケーション情報..... | 9 | 高精度・単電源・低消費電力コンパレータ..... | 13 |
| 低ドロップアウト基準電圧源 | 9 | 外形寸法..... | 14 |
| | | オーダー・ガイド..... | 16 |

改訂履歴

8/09—Rev. F to Rev. G

| | |
|----------------------------------|----|
| Added Figure 18..... | 8 |
| Updated Outline Dimensions | 17 |

3/08—Rev. E to Rev. F

| | |
|------------------------------------------------|----|
| Changes to Offset Voltage Unit in Table 1..... | 3 |
| Updated Outline Dimensions | 14 |
| Changes to Ordering Guide | 16 |

5/06—Rev. D to Rev. E

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Updated Format..... | Universal |
| Changes to Features..... | 1 |
| Changes to Pin Connections..... | 1 |
| Updated Outline Dimensions | 14 |
| Changes to Ordering Guide | 15 |

2/04—Rev. C to Rev. D

| | |
|-------------------------------------------|----|
| Changes to General Description | 1 |
| Changes to Specifications | 2 |
| Changes to Absolute Maximum Ratings | 4 |
| Changes to Ordering Guide | 4 |
| Updated Outline Dimensions | 12 |

3/02—Rev. B to Rev. C

| | |
|--------------------------------------------------------|---|
| Figure changes to Pin Connections..... | 1 |
| Deleted OP295GBC and OP495GBC from Ordering Guide..... | 3 |
| Deleted Wafer Test Limits Table..... | 3 |
| Changes to Absolute Maximum Ratings..... | 4 |
| Deleted Dice Characteristics | |

仕様

電気的特性

特に指定のない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$, $V_{CM} = 2.5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

表 1.

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|---------|------------------------------|
| INPUT CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Offset Voltage | V_{OS} | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 30 | 300 | μV |
| Input Bias Current | I_B | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 8 | 20 | nA |
| Input Offset Current | I_{OS} | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | ± 1 | ± 3 | nA |
| Input Voltage Range | V_{CM} | | 0 | | 4.0 | V |
| Common-Mode Rejection Ratio | CMRR | $0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 4.0\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 90 | 110 | | dB |
| Large Signal Voltage Gain | A_{VO} | $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $0.005 \leq V_{OUT} \leq 4.0\text{ V}$ | 1000 | 10,000 | | V/mV |
| Offset Voltage Drift | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 1 | 5 | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| OUTPUT CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Output Voltage Swing High | V_{OH} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND | 4.98 | 5.0 | | V |
| | | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND | 4.90 | 4.94 | | V |
| Output Voltage Swing Low | V_{OL} | $I_{OUT} = 1\text{ mA}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 4.7 | | V |
| | | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND | | 0.7 | 2 | mV |
| | | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND | | 0.7 | 2 | mV |
| Output Current | I_{OUT} | $I_{OUT} = 1\text{ mA}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | ± 11 | ± 18 | | mV |
| POWER SUPPLY | | | | | | |
| Power Supply Rejection Ratio | PSRR | $\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$ | 90 | 110 | | dB |
| Supply Current per Amplifier | I_{SY} | $\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$, $R_L = \infty$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 85 | | 150 | μA |
| DYNAMIC PERFORMANCE | | | | | | |
| Slew Rate | SR | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | | 0.03 | | V/ μs |
| Gain Bandwidth Product | GBP | | | 75 | | kHz |
| Phase Margin | θ_o | | | 86 | | Degrees |
| NOISE PERFORMANCE | | | | | | |
| Voltage Noise | e_n p-p | 0.1 Hz to 10 Hz | | 1.5 | | μV p-p |
| Voltage Noise Density | e_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 51 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| Current Noise Density | i_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | <0.1 | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |

特に指定のない限り、 $V_S = 3.0\text{ V}$, $V_{CM} = 1.5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

表 2.

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------|---------|------------------------------|
| INPUT CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Offset Voltage | V_{OS} | | | 100 | 500 | μV |
| Input Bias Current | I_B | | | 8 | 20 | nA |
| Input Offset Current | I_{OS} | | | ± 1 | ± 3 | nA |
| Input Voltage Range | V_{CM} | | 0 | | 2.0 | V |
| Common-Mode Rejection Ratio | CMRR | $0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 2.0\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 90 | 110 | | dB |
| Large Signal Voltage Gain | A_{VO} | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | | 750 | | V/mV |
| Offset Voltage Drift | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | | | 1 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|-------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|------------------------|
| OUTPUT CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Output Voltage Swing High | V_{OH} | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND | 2.9 | | | V |
| Output Voltage Swing Low | V_{OL} | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND | | 0.7 | 2 | mV |
| POWER SUPPLY | | | | | | |
| Power Supply Rejection Ratio | PSRR | $\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$ $\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}, -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 90 | 110 | | dB |
| Supply Current per Amplifier | I_{SY} | $V_{OUT} = 1.5\text{ V}, R_L = \infty, -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 150 | μA |
| DYNAMIC PERFORMANCE | | | | | | |
| Slew Rate | SR | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | | 0.03 | | V/ μs |
| Gain Bandwidth Product | GBP | | | 75 | | kHz |
| Phase Margin | θ_O | | | 85 | | Degrees |
| NOISE PERFORMANCE | | | | | | |
| Voltage Noise | e_n p-p | 0.1 Hz to 10 Hz | | 1.6 | | μV p-p |
| Voltage Noise Density | e_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 53 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| Current Noise Density | i_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | <0.1 | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |

特に指定のない限り、 $V_S = \pm 15.0\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$

表 3.

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|------------------------------|
| INPUT CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Offset Voltage | V_{OS} | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 300 | 500 | μV |
| Input Bias Current | I_B | $V_{CM} = 0\text{ V}$ | | 7 | 20 | nA |
| Input Offset Current | I_{OS} | $V_{CM} = 0\text{ V}, -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 30 | nA |
| Input Voltage Range | V_{CM} | $V_{CM} = 0\text{ V}$ | | ± 1 | ± 3 | nA |
| Common-Mode Rejection Ratio | CMRR | $V_{CM} = 0\text{ V}, -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | ± 5 | nA |
| Large Signal Voltage Gain | A_{VO} | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | -15 | | +13.5 | V |
| Offset Voltage Drift | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | | | 1 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| OUTPUT CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Output Voltage Swing High | V_{OH} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND | 14.95 | | | V |
| Output Voltage Swing Low | V_{OL} | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND | 14.80 | | | V |
| Output Current | I_{OUT} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND | | | -14.95 | V |
| | | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND | | | -14.85 | V |
| | | | ± 15 | ± 25 | | mA |
| POWER SUPPLY | | | | | | |
| Power Supply Rejection Ratio | PSRR | $V_S = \pm 1.5\text{ V}$ to $\pm 15\text{ V}$ $V_S = \pm 1.5\text{ V}$ to $\pm 15\text{ V}, -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 90 | 110 | | dB |
| Supply Current per Amplifier | I_{SY} | $V_O = 0\text{ V}, R_L = \infty, V_S = \pm 18\text{ V}, -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 85 | | 175 | μA |
| Supply Voltage Range | V_S | | 3 (± 1.5) | | 36 (± 18) | V |
| DYNAMIC PERFORMANCE | | | | | | |
| Slew Rate | SR | $R_L = 10\text{ k}\Omega$ | | 0.03 | | V/ μs |
| Gain Bandwidth Product | GBP | | | 85 | | kHz |
| Phase Margin | θ_O | | | 83 | | Degrees |
| NOISE PERFORMANCE | | | | | | |
| Voltage Noise | e_n p-p | 0.1 Hz to 10 Hz | | 1.25 | | μV p-p |
| Voltage Noise Density | e_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 45 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| Current Noise Density | i_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | <0.1 | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |

絶対最大定格

表 4.

| Parameter ¹ | Rating |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| Supply Voltage | ±18 V |
| Input Voltage | ±18 V |
| Differential Input Voltage ² | 36 V |
| Output Short-Circuit Duration | Indefinite |
| Storage Temperature Range P, S Packages | -65°C to +150°C |
| Operating Temperature Range OP295G, OP495G | -40°C to +125°C |
| Junction Temperature Range P, S Packages | -65°C to +150°C |
| Lead Temperature (Soldering, 60 sec) | 300°C |

¹他に指定のない限り、絶対最大定格はパッケージ品に適用。

²±18V以下の電源電圧では、絶対最大入力電圧は電源電圧に等しい。

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可能性があります。この定格はストレスについてのみを規定するものです；デバイスの動作機能についてはこの定格あるいはこの仕様の動作部分に記載する規定値以上のいかなる条件についても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の状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

熱抵抗

θ_{JA} はワーストケース条件で規定；すなわち PDIP パッケージの場合、デバイスをソケットに装着した状態で θ_{JA} を規定；SOIC 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 θ_{JA} を規定。

表 5. 熱抵抗

| Package Type | θ_{JA} | θ_{JC} | Unit |
|------------------------|---------------|---------------|------|
| 8-Lead PDIP (N-8) | 103 | 43 | °C/W |
| 8-Lead SOIC_N (R-8) | 158 | 43 | °C/W |
| 14-Lead PDIP (N-14) | 83 | 39 | °C/W |
| 16-Lead SOIC_W (RW-16) | 98 | 30 | °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。

充電したデバイスや回路基板が検知されないまま放電する事があります。本製品は当社独自の ESD 保護回路を内蔵していますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、回復不能の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 に対する適切な予措置を講じることをお勧めします。

標準的な性能特性

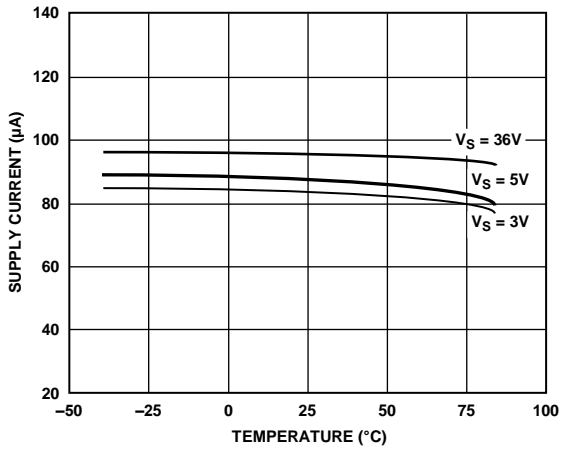


図 5. 1 アンプあたり消費電流対温度

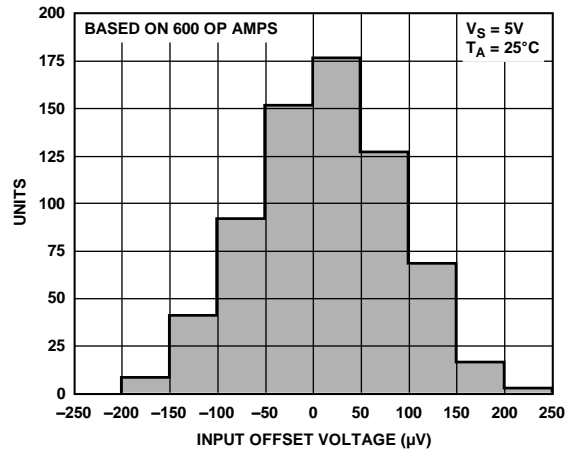


図 8. OP295 入力オフセット (V_{0s}) 分布

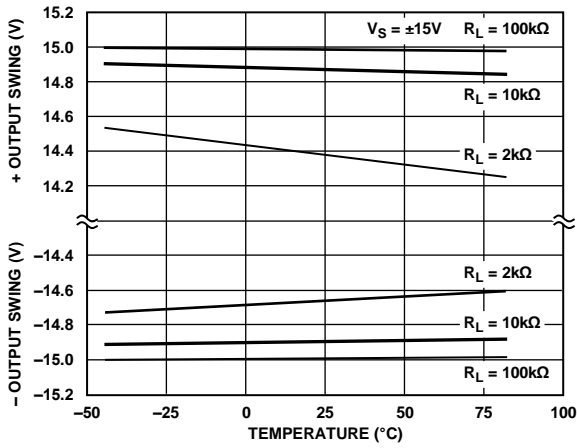


図 6. 出力電圧スウィング 対 温度

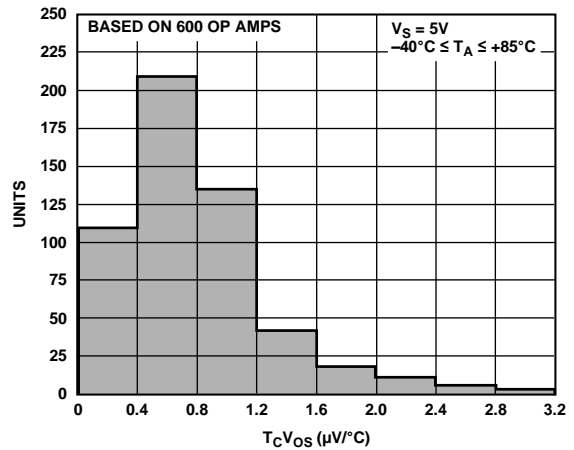


図 9. OP295 $T_C V_{0s}$ 分布

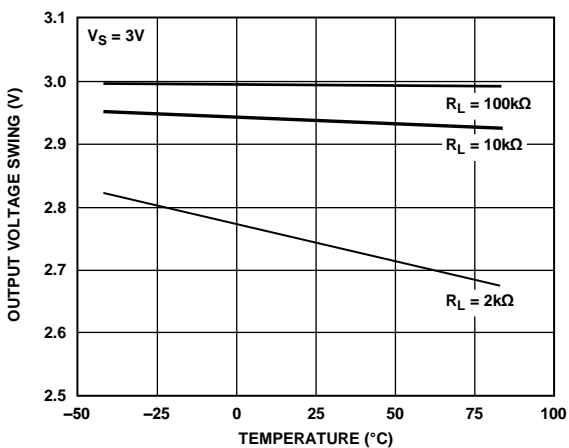


図 7. 出力電圧スウィング 対 温度

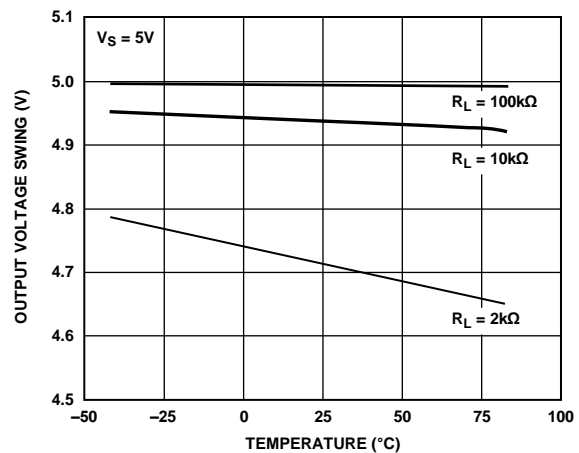


図 10. 出力電圧スウィング 対 温度

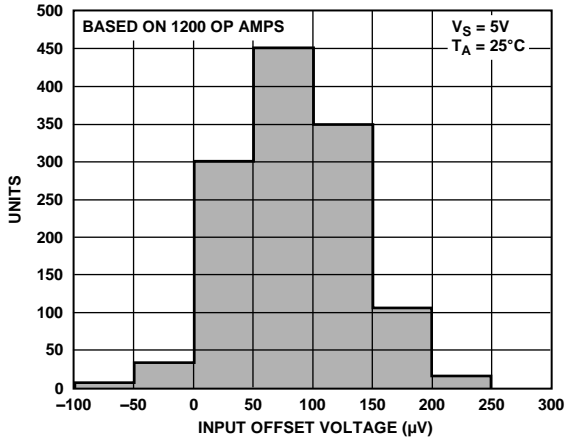


図 11. OP495 入力オフセット (V_{os}) 分布

00331-011

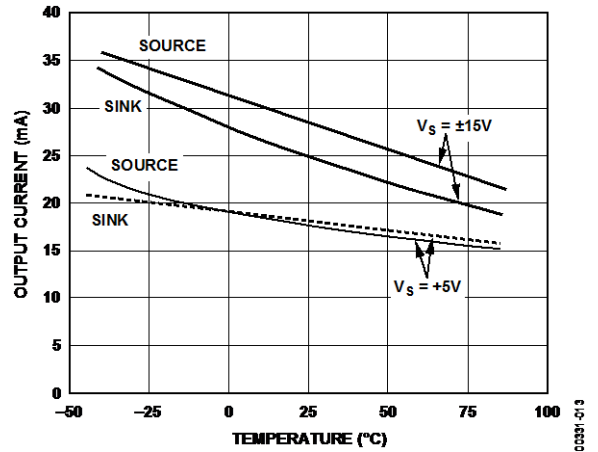


図 14. 出力電流 対 温度

00331-013

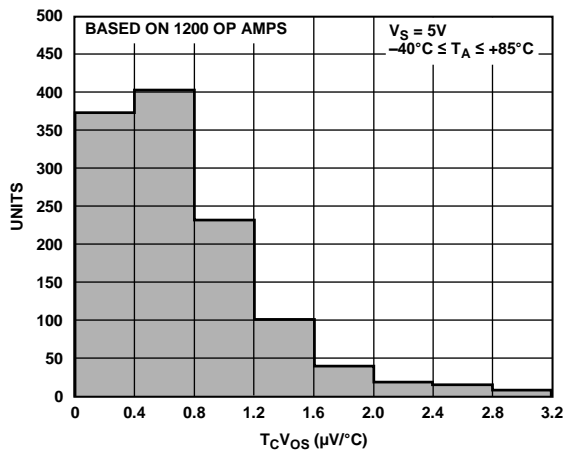


図 12. OP495 T_cV_{os} 分布

00331-012

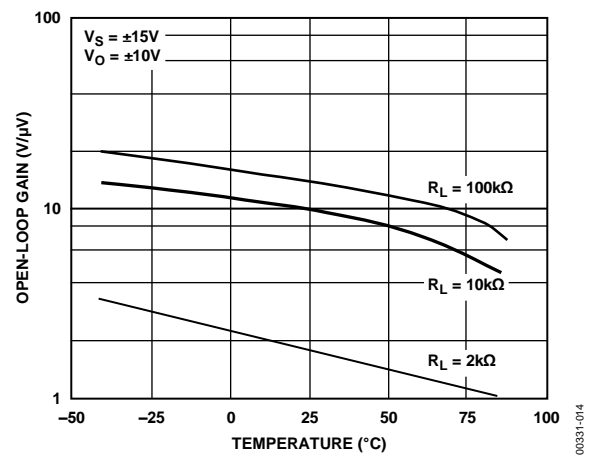


図 15. オープン・ループ・ゲイン 対 温度

00331-014

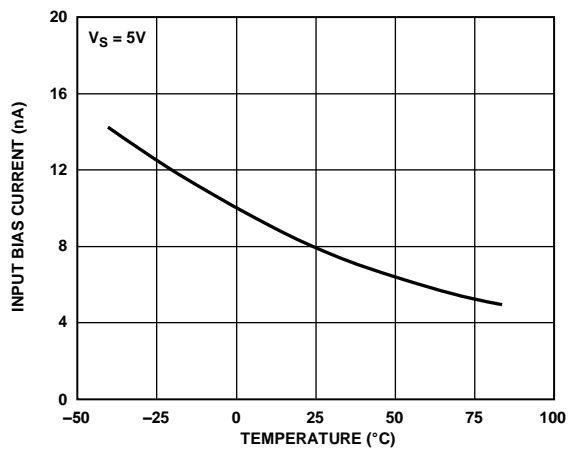


図 13. 入力バイアス電流 対 温度

00331-033

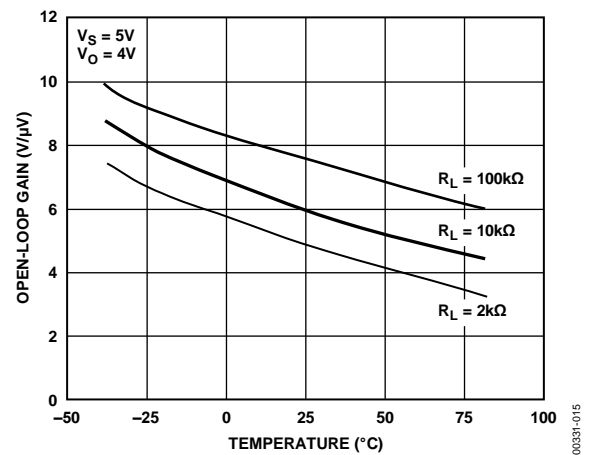


図 16. オープン・ループ・ゲイン 対 温度

00331-015

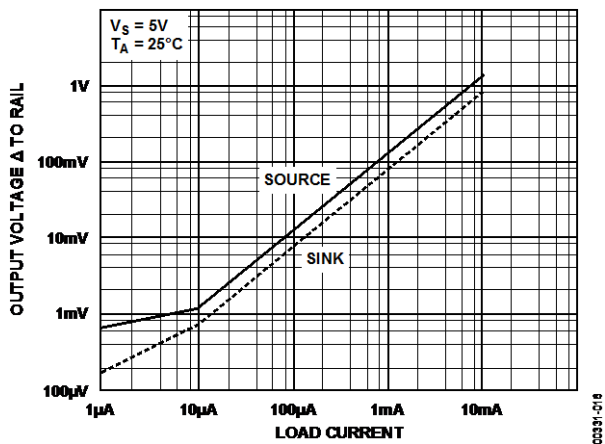


図 17.出力電圧から電源レールまでの電圧 対負荷電流

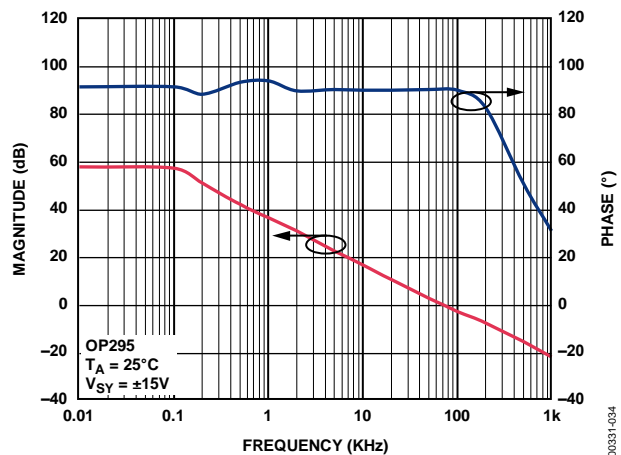


図 18. OP295 ゲインと位相 対 周波数

アプリケーション

レール to レール・アプリケーション情報

OP295/OP495 の同相入力範囲は広く、グランドから正（上の）電源電圧の 800 mV 以内まであります。

OP295/OP495 をバッファとして使用する傾向がありますが、バッファアンプの場合、入力が同相入力範囲を超える可能性があります。OP295/OP495 は高入力電圧範囲で、レール to レール出力範囲なので、そのような使い方で当初は問題なく動作するように見えます。しかし同相入力範囲を超えると当然オペアンプはかなり非直線的になります。従ってレール to レール出力スウィングが要求される場合には、ある程度最小限のゲインが必要です。入力同相範囲にもとずき、このゲインは最低 1.2 にする必要があります。

低ドロップ・アウト基準電圧源

5 V 単電源動作する高分解能 ADC と共に使用する 4.5 V をつくるのに、OP295/OP495 を使用して、2.5 V あるいは他の低電圧基準電源から増幅する事ができます。図 19 の回路は、10 mA まで供給できますが、その場合出力電圧は 4V 以下に低減します。無負荷時ドロップアウト電圧はわずか 20 mV です。この回路のように 5 V 単電源で出力電圧 4.5V の場合の供給できる出力電流は 3.5 mA 以下になります。

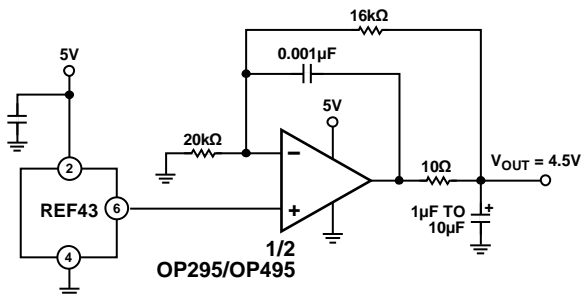


図 19. 4.5 V, 低ドロップアウト基準電圧

低ノイズ、単電源プリアンプ

ほとんどの単電源オペアンプの設計は、電圧ノイズが高くなる事を犠牲にして電源電流を低くしています。バッテリー駆動装置の場合、このトレードオフは止むを得ない事かもしれませんが、しかしこの条件はさらに悪くなります。なぜなら回路全体で使用する抵抗値は高くなる傾向があるからです；従って装置全体のノイズの中で、オペアンプの電圧ノイズに加えて、ジョンソンノイズ（抵抗の熱ノイズ）も大きな要素になります。

低ノイズと単電源の 2 つの特性を持ったモノリシックのオペアンプはなかなか見つかりません。ほとんどの単電源オペアンプのノイズは 30 nV/√Hz から 60 nV/√Hz のオーダーであり、5 nV/√Hz 以下の単電源オペアンプはありません。

低ノイズと低電源動作の両方を達成するには、デスクリフト部品の使用による設計がベストの解決方法かもしれません。図 20 の回路では、入力電圧ノイズ 3.1 nV/√Hz（100 Hz にて）のゼロ入力/ゼロ出力単電源動作を実現するために、レール to レール・オペアンプ OP295/OP495 と PNP マッチングトランジスタペア MAT03 を使用しています。

この回路では、単電源回路で小信号を増幅するのに、R5 と R6 でゲインを 1000 倍に設定して、ダイナミック・レンジを最大限拡張しています。The OP295/OP495 はレール to レール出力スウィングなので、この回路の出力は 0 V から 5 V まで振れます。OP295/OP495 の中のオペアンプの中で半分しか使用しないので残りのオペアンプは他の回路に使用できます。

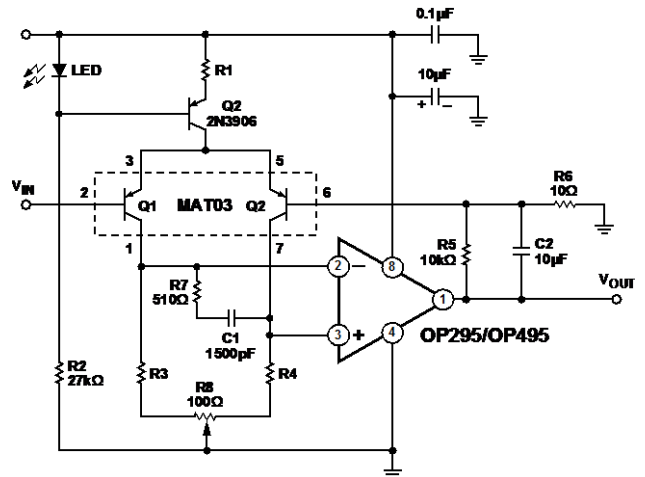


図 20. 低ノイズ単電源プリアンプ

入力ノイズは MAT03 トランジスタペアとコレクター電流の大きさで決まります。コレクター電流を増やせば電圧ノイズが減ります。この回路ではコレクター電流 1.85 mA と 0.5 mA でテストされています。この 2 つのコレクター電流のケースでは電圧ノイズはそれぞれ 3.1 nV/√Hz と 10 nV/√Hz になります。コレクター電流を増やすと、トレードオフで電源電流、バイアス電流、電流ノイズが増えます。これらすべてのパラメータはコレクター電流の増加とともに、増加します。たとえば MAT03 は標準的には $h_{FE} = 165$ なので、バイアス電流はそれぞれ 11 µA と 3 µA になります。

この回路は入力バイアス電流が大きいので、磁気ピックアップ、低インピーダンス・ストレインゲージのような低ソースインピーダンスのアプリケーションに最も適しています。ソースインピーダンスが高くなるとノイズ特性が悪くなります。たとえばソース抵抗 1 kΩ は 4 nV/√Hz の広帯域ノイズを発生します。これはすでにプリアンプのノイズより大きくなります。

コレクター電流は、LED と Q2 との組み合わせの中で R1 により設定されます。LED は 1.6 V ツェナーダイオードで、その温度係数は（R1 に 1.0 V 一定の電圧降下をもたらす）Q2 のベース・エミッタ接合部の温度係数に近い値です。R1 を 270 Ω にすると、テール電流は 3.7 mA になり、コレクター電流はその半分つまり 1.85 mA になります。コレクター電流を調整するために R1 の値を変更する事は可能です。R1 を変更すると、R3、R4 も同時に調整しなければなりません。グランドを含む同相入力範囲を維持するには、Q1 と Q2 のコレクター電圧は 0.5 V を超えないようにする必要があります；もし 0.5V を超えると Q1 と Q2 は飽和する可能性があります。従ってこのような状態を避けるために、R3 と R4 は十分小さくなければなりません。2 種類の R1 について、R3、R4 の値と全体の特性を表 6 にまとめました。

最後になりますが、ポテンショメータ R8 はオフセット電圧をゼロに調整するのに必要です。出力アンプとして OP90 を使用すると、似たような特性が得られ、さらに電源電流を約 185 µA 節約できます。ただ出力スウィング範囲に正（上の）

電源レールは含まれません。又周波数帯域は約 250 Hz に低減します。

表 6. 単電源・低ノイズ・プリアンプの性能

| | I _c = 1.85 mA | I _c = 0.5 mA |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| R1 | 270 Ω | 1.0 kΩ |
| R3, R4 | 200 Ω | 910 Ω |
| e _n @ 100 Hz | 3.15 nV/√Hz | 8.6 nV/√Hz |
| e _n @ 10 Hz | 4.2 nV/√Hz | 10.2 nV/√Hz |
| I _{SY} | 4.0 mA | 1.3 mA |
| I _B | 11 μA | 3 μA |
| Bandwidth | 1 kHz | 1 kHz |
| Closed-Loop Gain | 1000 | 1000 |

重負荷の駆動

OP295/OP495 は負荷に供給する電流を増やすためのパワートランジスタ、ダーリントン、又は FET を使用して負荷を駆動するアプリケーションに適しています。いずれの電源レールにもスウィング可能なので、OP295/OP495 は切れ味よくターンオンします。これは出力振幅に制限のある汎用オペアンプを使用した場合に比べ、結果的に負荷により大きな電力を供給し、効率を高める事ができます。OP295/OP495 は発振することなく数百 pF の負荷容量を駆動できるので、パワーFET を駆動することもできます。

OP295/OP495 は±15 V 又は +30 V 電源で、外付けトランジスタなしで、負荷を±15 mA 以上で駆動できます。しかし電源電圧が下がるとこの駆動能力は多少低減します。ちなみに±5 V 電源では負荷駆動電流は±11 mA になります。

単電源アプリケーションでモーターやアクチュエータを双方向に駆動するのに、しばしば H ブリッジを使用して実現します。図 21 に原理を示します。この駆動回路は 5V 単電源で双方向に 0.8 V から 4.2 V まで負荷を駆動できます。図 22 に駆動回路の反転出力と非反転出力での電圧を示します。周波数依存の小さなクロス・オーバー・グリッジが観測されます；このグリッジはオーディオのような低歪アプリケーションでない限り、問題を起こしません。もしこの回路を誘導性負荷を駆動するのに使用する場合は誘導性キックバックからブリッジを保護するのにダイオードクランプを追加する必要があります。

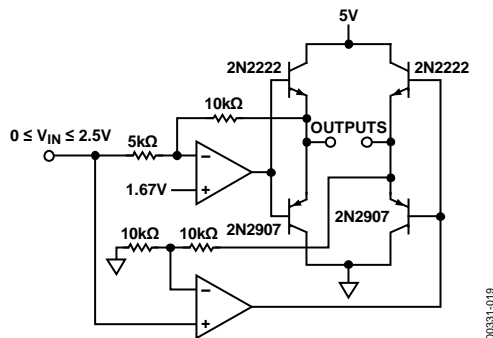


図 21. H ブリッジ

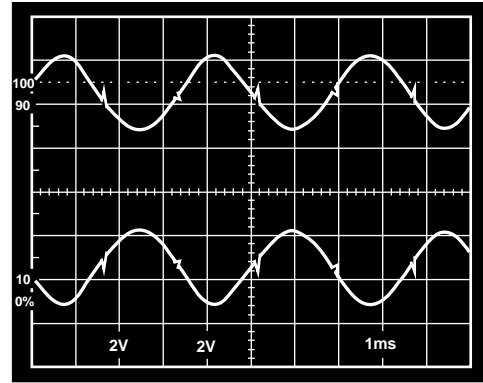


図 22. Hブリッジ出力

ダイレクト・アクセス・アレンジメント

図 23 に示すように OP295/OP495 を単電源ダイレクト・アクセス・アレンジメント(DAA)に使用することが出来ます。この図は 5V 単電源で駆動する標準的な DM ケーブルの一部を示します。わずかの修正で 3V 電源でも動作可能です。アンプ A2 とアンプ A3 は送信信号 TXA が A2 で反転し、A3 でさらに反転する回路構成になっています。この回路はトランスを差動で駆動するので、トランスの駆動は、単電源オペアンプの回路構成ですが効果的に 2 倍になります。このアプリケーションでは OP295/OP495 の負荷容量駆動能力と単電源回路での省電力のメリットが生かされています。

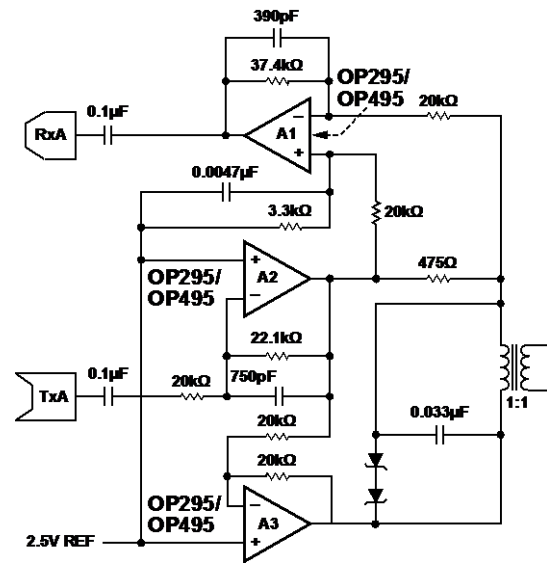


図 23. ダイレクト・アクセス・アレンジメント

単電源・計装アンプ

図 24 に示すように OP295/OP495 は単電源計装アンプとして使用できます。この例では V_{REF} は V₊/2 の値に設定され、V_O は V_{REF} を基準に測定されます。入力と同相電圧範囲にグラウンドも含まれます。又出力は上下の電源レールまで振れます。

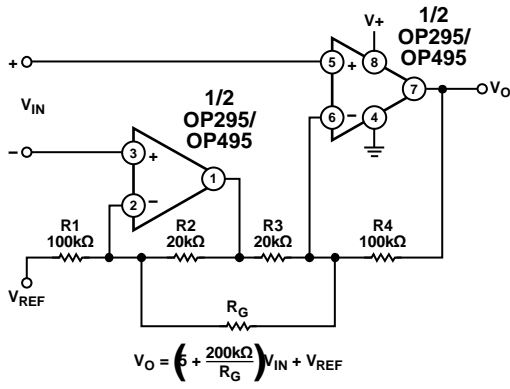


図 24. 単電源計装アンプ

抵抗 R_G は計装アンプのゲインを設定します。最小ゲインは 6 (R_G なし) です。全抵抗は同相電圧除去比性能を最適化し、さらに温度ドリフトを最小にするために、絶対値だけではなく、温度特性もマッチングしている必要があります。この計装アンプは最低 3V の電源電圧から駆動します。

単電源・RTD 温度測定・アンプ

この RTD アンプは低い 5V 電源駆動でも、高いブリッジ電圧を得るために、OP295/OP495 のレール to レールスイッチングのメリットを有効活用しています。OP295/OP495 アンプは一定の電流 200 μ A をブリッジに供給します。その電流は 6.19 k Ω と 2.55 M Ω の並列抵抗を流れ、AD589 バンドギャップ基準電圧で設定される 1.235 V を基準に自動制御された電圧をその並列抵抗間に生成します。3 線 RTD を使用する事によりブリッジ両足の 100 Ω でのライン抵抗電圧降下が等しくなり、またそれにより精度が向上します。

AMP04 は差動ブリッジ信号を増幅し、シングル・エンド出力に変換します。ゲインは直列に接続されている抵抗 332 Ω と 50 Ω ポテンショメータで設定されます。ゲインを調整することで 4.5 V フルスケールの出力が得られます。出力に接続されている コンデンサ 0.22 μ F は 7 Hz ローパスフィルタの機能を果たしており、ノイズを最小限に抑えております。

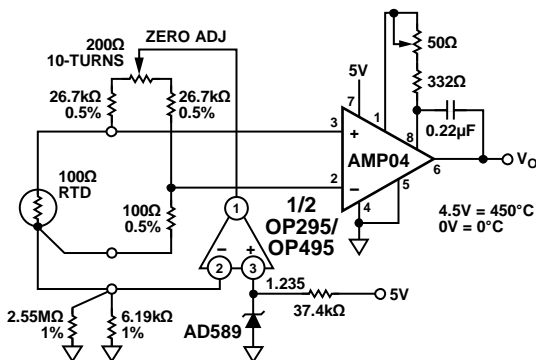


図 25 低電源 RTD アンプ

冷接点補償・バッテリー駆動・熱電対アンプ

OP295/OP495 は 1 アンプ当たり消費電流が 150 μ A なのでバッテリー駆動温度測定計器に便利です。K タイプ熱電対は等温ブロックの中で終端します。等温ブロック内において終端した接点の環境温度は継続的にモニターされ、さらに等しく反対の熱起電力 (EMF) をオペアンプに加算して、冷接点で生じた誤差をキャンセルすることにより修正されます。

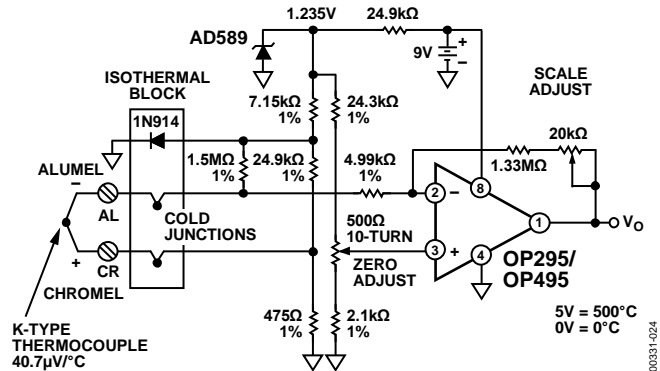


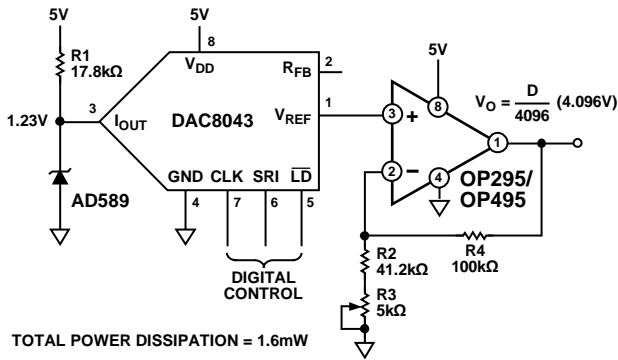
図 26. バッテリー駆動、冷接点補償熱電対アンプ

この回路を調整するために、熱電対の測定接合部を 0°C アイスバスに浸し、500 Ω のゼロ調整ポテンショメータで 0 V 出力になるように調整します。次に熱電対を 250°C 温度バス又はオープンに入れ、出力電圧が (250°C に等価の) 2.50 V になるようにスケール調整用ポテンショメータを調整します。この温度範囲以内で K タイプ熱電対は極めて精度が高く、かなり直線性の高い伝達特性を実現します。直線性補償回路なしに $\pm 3^\circ\text{C}$ 以内の精度が得られます。例えバッテリー電圧が 7 V 程度まで下がっても、レール to レールスイッチングの特性により 700°C までの温度測定が可能ですが、250°C 以上の温度では熱電対自身が非直線的になるので、直線性補償が必要と考えられます。バッテリー電圧 9V での回路の電源電流はたったの 500 μ A 以下です。

0 V から 4.095 V までスウィングする 5V 駆動の 12-BIT DAC

図 27 に示すのは、5V 単電源駆動で広出力電圧振幅の完全電圧出力 DAC です。シリアルデータ入力、12-bit DAC は DAC の電流出力ピン (I_{OUT}) に 1.235 V を印加し、電圧出力デバイスとして構成されています。 V_{REF} は通常は入力ですが、この場合は出力です。

DAC からの出力電圧は基準電圧に対するバイナリ・ウエイトの電圧ですが、1bit あたり 1 mV の伝達関数になるように出力アンプで増幅されます。



TOTAL POWER DISSIPATION = 1.6mW

図 27. 0 V から 4.095 V までスウィングする 5V 駆動 12-Bit DAC

4 mA TO 20 mA ・ 電流伝送回路

図 28 は電力自給の 4 mA to 20 mA 電流伝送回路です。回路全体は単電源(12 V から 36 V)の終端から浮いています。電源電流は 4 mA から 20 mA の範囲の信号を搬送します。4 mA は基本的な電流値で回路はこの電流以内に動作しなければなりません。この回路の最大静止電流はわずか 1.4 mA なので 2.6 mA の電流を追加の信号処理回路あるいはブリッジ回路向けに電力を振り分ける事ができます。

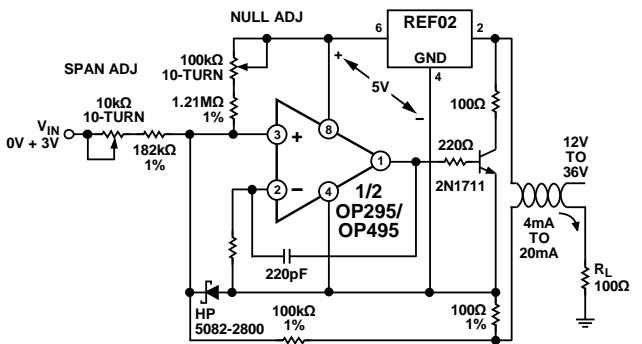


図 28. 4 mA to 20 mA Current Loop Transmitter

3 V 低ドロップ・アウト・リニア電圧レギュレータ

図 29 は簡単な 3 V 電圧レギュレータ回路です。このレギュレータは負荷電流 50 mA を供給できますが、その時のドロップアウト電圧はわずか 0.2 V です。OP295/OP495 のレール to レール出力スウィングにより特別な駆動回路なしにパス・トランジスタ MJE350 を駆動できます。無負荷では出力はパス・トランジスタのベース・エミッタ電圧以下になり、デバイスをほとんどオフにします。全負荷で低エミッタ・コレクタ電圧の時にはトランジスタのベータは下がる傾向にあります。追加のベース電流は OP295/OP495 から簡単に得られます。

オペアンプは出力信号の一部をエラーアンプに印加して、出力を一定の電圧に自動制御します。

100 mA までの高出力電流は、より高いドロップアウト電圧 0.8 V で可能です。

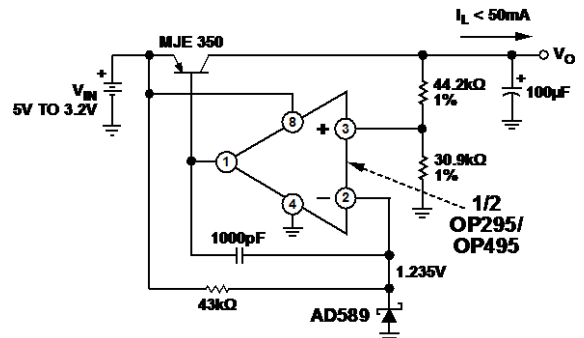


図 29. 3 V 低ドロップアウト電圧レギュレータ

図 30 は出力が 20 mA から 50 mA へのステップ電流変化した時のレギュレータの回復特性を示します。

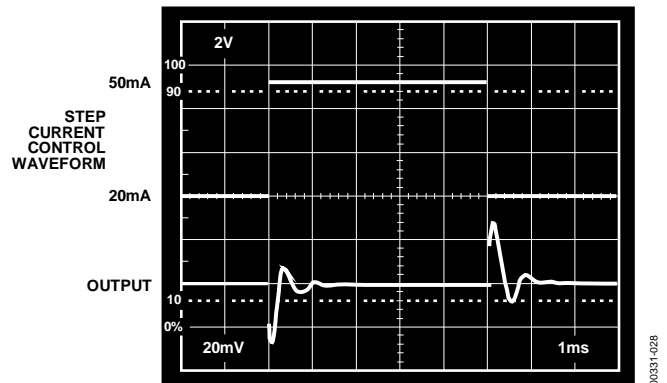


図 30. 出力ステップ負荷電流回復

フの字電流制限回路付き、低ドロップアウト、500 mA 電圧レギュレータ

図 31 に示すようにレギュレーション回路に 2 番目のオペアンプを加えることにより、フの字電流制限保護と共に出力電流モニター機能を付加できます。

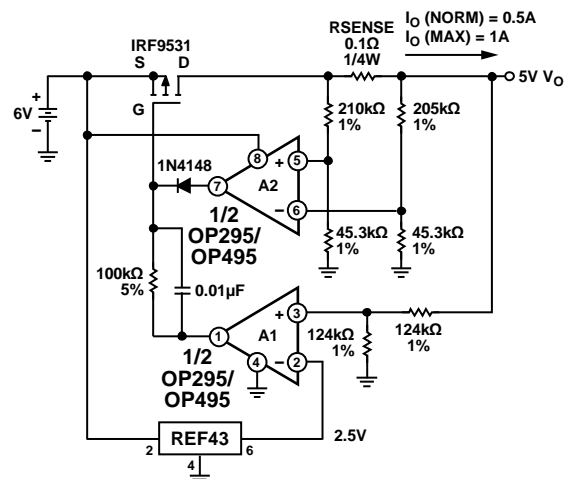


図 31. フの字電流制限回路付き、500 mA 電圧レギュレータ

アンプ A1 は通常の電圧レギュレーション回路でのエラーアンプとして動作します。出力電流が 1 A 以下であれば、アンプ A2 の出力はグラウンドに落ちるので、ダイオードは逆バイアスとなり、A2 自信は回路から遮断されます。しかし出力電流が 1 A を超えると 0.1 Ω センサー抵抗で生じる電圧降下が、アンプ A2 出力を強制的に “high” にし、ダイオードが順バイアスになり、電流制限回路が導通し作動します。この時点で (A1 より) A2 の出力抵抗の方が低くなり、A2 がパワー MOSFET トランジスタの駆動を支配するようになるので、A1 電圧レギュレーションの制御回路は遮断されます。

もし出力電流 1 A 以上の状態が続いた場合、電流制限回路が負荷への電流を強制的に削減し、それに応じて出力電圧も低下します。出力電圧が低下すると、電流制限値も比例して下るので、その結果出力電圧が下がるとともに出力電流も低減していくようになり、最終的には 1 V で 0.2 A 以下の電流制限値になります。このフの電流制限機能の効果は短絡回路状態の間、消費電力をかなり削減し、電源の熱設計要求を大幅に軽減します。パワー MOSFET の上の小さなヒートシンクだけでも許容されるでしょう。

OP295 はレール to レールスウィングなので、パワー MOSFET のゲートをより大きく駆動でき、トランジスタ機能を高めます。このレギュレータのドロップアウト電圧は負荷電流 500 mA で 0.2 V です。1 A 出力でのドロップアウト電圧は標準的には 0.6 V です。

矩形波発振器

図 32 に示す回路は矩形波発振器です (正帰還であることに注意)。OP295/OP495 のレール to レールスウィングにより、例えば電源電圧が大きく変動しても一定の発振周波数を維持します。電圧がレギュレーションされてなく、時間とともに下がるバッテリー駆動装置を考慮してください。OP295 がレール to レールスウィングであることで、非反転入力電圧が確実に $V+/2$ になります。(レール to レールスウィングでない場合、非反転入力電圧はもっと低くなります。)

一定の周波数は、フィードバック抵抗 58.7 kΩ が電源電圧に直接比例するシュミットトリガーのスレッシュホルドレベルを設定しますが、RC 充電電圧も同様に電源電圧に比例するという事実にもとづいています。結果として電源電圧に関わらず RC 充電時間、つまり周波数が一定に維持されるわけです。オペアンプのスルーレートにより発振周波数は 5 V 電源で最大約 800 Hz に制限されます。

単電源駆動・差動スピーカ・ドライバ

差動スピーカ・ドライバとして接続することにより OP295/OP495 は負荷に最低 10 mA を供給できます。600 Ω 負荷の場合、OP295/OP495 は負荷を通じて 5 V p-p 近くスウィング可能です。

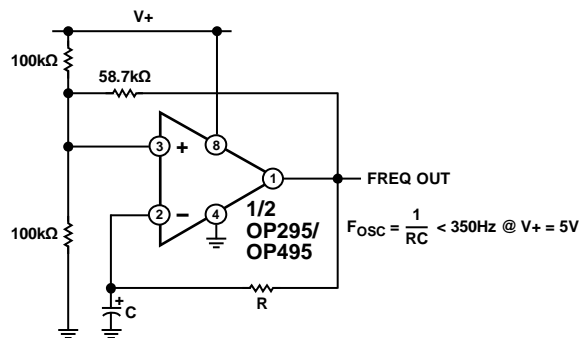


図 32. 電源変動に関係なく安定した周波数が得られる矩形波発振器

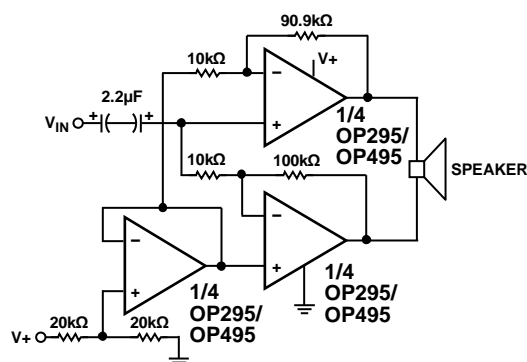


図 33. 単電源差動スピーカ・ドライバ

高精度・単電源・低消費電力コンパレータ

OP295/OP495 は高精度なオープン・ループ・コンパレータとして利用できます。5V 単電源でオフセット誤差は 300 μV 以下です。図 34 図 34 にオープンループ動作で、5mV のオーバー・ドライブした時の OP295/OP495 の応答時間を示します。その結果立ち上がりエッジでの応答時間は 4 ms になっており、立下りエッジでの応答時間は 1.5 ms になっています。

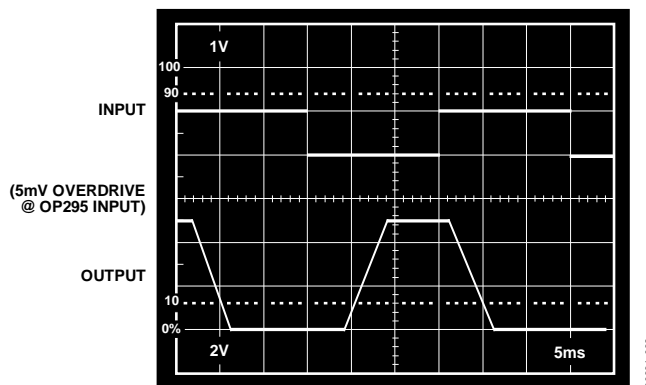
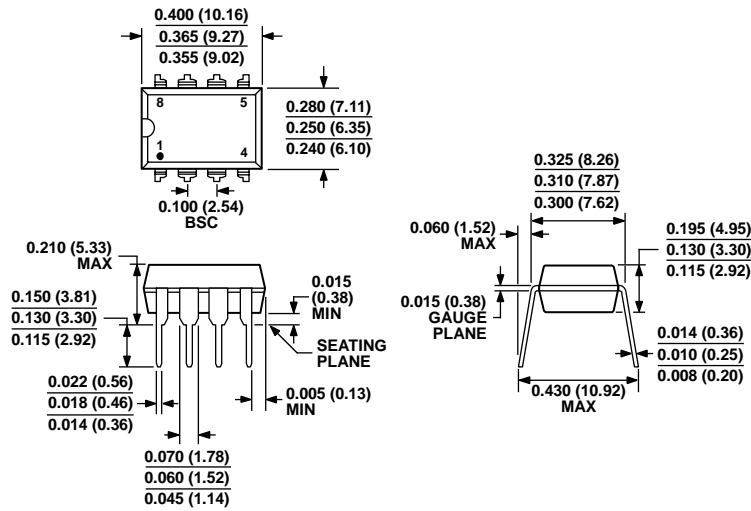


図 34. 5mV のオーバー・ドライブでのオープン・ループ・コンパレータ応答時間

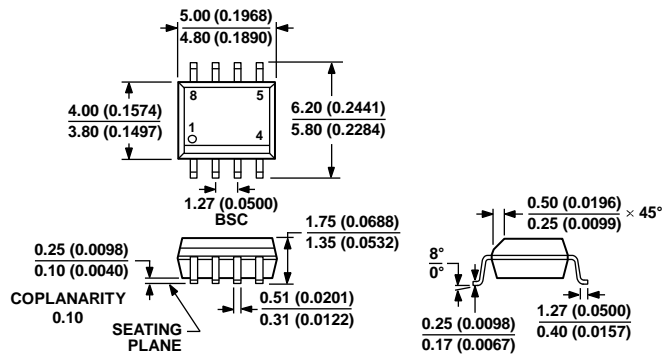
外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-001
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN INCHES; MILLIMETER DIMENSIONS (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF INCH EQUIVALENTS FOR REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN. CORNER LEADS MAY BE CONFIGURED AS WHOLE OR HALF LEADS.

078606-A

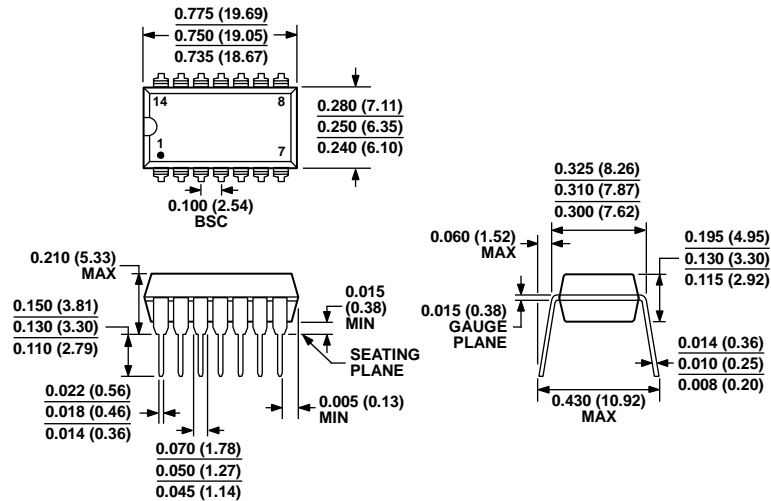
図 35. 8ピン・プラスチック・デュアル・イン・ライン・パッケージ[PDIP] (N-8) P Suffix
 寸法：インチ (カッコ内は mm)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-A A
 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.

012407-A

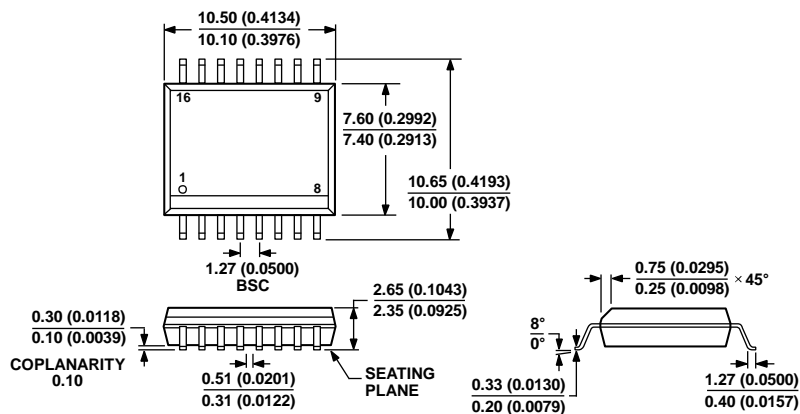
図 36. 8ピン・スタンダード・スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC_N] ナロー・ボディ (R-8) S Suffix
 寸法：mm(カッコ内はインチ)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-001
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN INCHES; MILLIMETER DIMENSIONS
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF INCH EQUIVALENTS FOR
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.
 CORNER LEADS MAY BE CONFIGURED AS WHOLE OR HALF LEADS.

079006-A

図 37. 14 ピン・プラスチック・デュアル・イン・ライン・パッケージ[PDIP]
 (N-14) P Suffix
 寸法：インチ (カッコ内 mm)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-013-AA
 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.

032707-B

図 38. 16 ピン・スタンダード・スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC_W]
 ワイド・ボディ (RW-16) S Suffix
 寸法：mm (カッコ内インチ)

オーダー・ガイド

| Model | Temperature Range | Package Description | Package Option |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| OP295GP | -40°C to +125°C | 8-Lead PDIP | P-Suffix (N-8) |
| OP295GPZ ¹ | -40°C to +125°C | 8-Lead PDIP | P-Suffix (N-8) |
| OP295GS | -40°C to +125°C | 8-Lead SOIC_N | S-Suffix (R-8) |
| OP295GS-REEL | -40°C to +125°C | 8-Lead SOIC_N | S-Suffix (R-8) |
| OP295GS-REEL7 | -40°C to +125°C | 8-Lead SOIC_N | S-Suffix (R-8) |
| OP295GSZ ¹ | -40°C to +125°C | 8-Lead SOIC_N | S-Suffix (R-8) |
| OP295GSZ-REEL ¹ | -40°C to +125°C | 8-Lead SOIC_N | S-Suffix (R-8) |
| OP295GSZ-REEL7 ¹ | -40°C to +125°C | 8-Lead SOIC_N | S-Suffix (R-8) |
| OP495GP | -40°C to +125°C | 14-Lead PDIP | P-Suffix (N-14) |
| OP495GPZ ¹ | -40°C to +125°C | 14-Lead PDIP | P-Suffix (N-14) |
| OP495GS | -40°C to +125°C | 16-Lead SOIC_W | S-Suffix (RW-16) |
| OP495GS-REEL | -40°C to +125°C | 16-Lead SOIC_W | S-Suffix (RW-16) |
| OP495GSZ ¹ | -40°C to +125°C | 16-Lead SOIC_W | S-Suffix (RW-16) |
| OP495GSZ-REEL ¹ | -40°C to +125°C | 16-Lead SOIC_W | S-Suffix (RW-16) |

¹ Z = RoHS Compliant Part.