



ИМС УСИЛИТЕЛЕЙ AMPLIFIER ICs

Том 9, выпуск 7, 2009

Информационный бюллетень компании Analog Devices

В этом номере

| | |
|--|----|
| Широкополосный усилитель для систем сбора данных..... | 5 |
| Прецизионный JFET ОУ | 6 |
| Измерительные усилители для портативных устройств | 6 |
| Миниатюрные корпуса для ИМС ОУ | 7 |
| Широкополосный драйвер АЦП | 8 |
| Миниатюрные дифференциальные усилители | 8 |
| Широкополосный дифференциальный усилитель | 9 |
| Дифференциальный усилитель с малым потреблением | 9 |
| Быстродействующие трехканальные усилители .. | 10 |
| Микромощные источники опорных напряжений | 10 |
| Виртуальные средства проектирования устройств на основе дифференциальных усилителей..... | 11 |
| Схемотехнические решения на основе ИМС ОУ | 11 |
| Zero-Drift ОУ с малым потреблением | 12 |



analog is everywhere.™



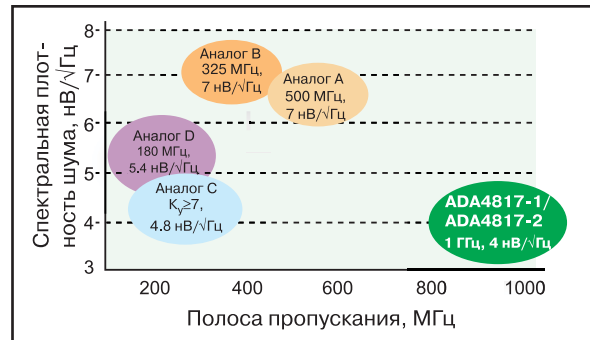
Перевод с английского В. Романова.

* Цена FOB USA в партии 1000 шт.

Малозумящий широкополосный усилитель для систем сбора данных

Для повышения точности систем сбора данных на их входе используют ИМС усилителей на полевых транзисторах, которые должны обеспечить широкую полосу пропускания и малый уровень шумов. Новые ИМС усилителей семейства FastFET™ компании Analog Devices полностью отвечают этим требованиям. По сравнению с ближайшими аналогами одинарный (ADA4817-1) и сдвоенный (ADA4817-2) усилители с полевыми транзисторами на входе имеют удвоенную полосу пропускания (до 1050 МГц), при этом их уровень шумов (4 нВ/√Гц) на 40% ниже уровня шумов аналогов, а входная емкость вдвое меньше входной емкости аналогов и составляет не более 1.3 пФ. Высокое входное сопротивление FastFET ОУ позволяет строить на их

основе фотодиодные усилители, входные аналоговые интерфейсы осциллографов, тестового оборудования и медицинских приборов с визуализацией данных. ИМС ADA4817-1 выпускается в корпусе 8-LFCSP или 8-SOIC, а ИМС ADA4817-2 – в корпусе 16-LFCSP. Расстояние между входным выводом и выводом для цепи обратной связи минимально, что способствует минимизации наводок при разводке печатной платы. Усилители предназначены для работы в расширенном диапазоне температур от -40 до 105 °С.



ПРИМЕНЕНИЕ

- медицинская аппаратура
- фотодиодные усилители
- входные интерфейсы систем сбора данных
- измерительные приборы
- драйверы АЦП
- буферы ПЗС-устройств
- аналоговые фильтры

\$ 2.95 *
\$ 4.98

Особенности ИМС ОУ ADA4817-1 и ADA4817-2:

- быстродействие:
 - ♦ частота среза при коэффициенте усиления, равном 1, составляет 1050 МГц
 - ♦ скорость нарастания 870 В/мкс
 - ♦ время установления с погрешностью 0.1% составляет 9 нс
- входной ток смещения 2 пА
- входная синфазная емкость 1.3 пФ
- входная дифференциальная емкость 0.1 пФ
- входной шум на частоте 100 кГц:
 - ♦ по напряжению 4 нВ/√Гц
 - ♦ по току 2.5 фА/√Гц
- уровень нелинейных искажений на частоте 10 МГц при коэффициенте усиления, равном единице, и сопротивлении нагрузки 1 кОм составляет -90 дБн
- максимальное напряжение смещения нуля 2 мВ
- ток потребления на усилитель в рабочем режиме 19 мА, а в спящем – 1.5 мА
- максимальный ток нагрузки 40 мА



Прецизионный JFET ОУ с малым напряжением смещения нуля и низким дрейфом в промышленном температурном диапазоне

ИМС JFET ОУ ADA4627-1 предназначена для применения в прецизионных системах сбора данных. Это миниатюрный ОУ с размахом напряжения питания до 36 В, малым уровнем шумов и искажений в широком температурном диапазоне. Его применение позволяет ослабить помехи в цепи источника сигнала. Усилитель имеет полосу пропускания до 19 МГц, максимальный входной ток смещения 5 пА при температуре 25 °С и 500 пА в диапазоне температур от -40 до 125 °С. По этому параметру данный усилитель не менее чем в 10 раз превосходит ближайшие аналоги.

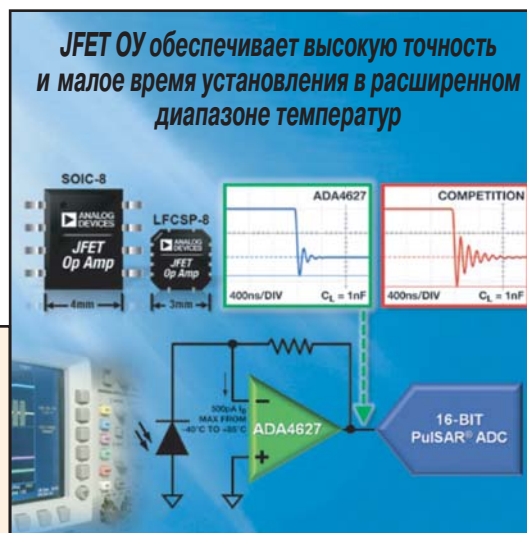
Усилитель обеспечивает КОСС не менее 116 дБ, имеет скорость нарастания 82 В/мкс. Типовой коэффициент усиления ОУ с разомкнутой ОС составляет 120 дБ. Высокая скорость нарастания, нагрузочная способность и коэффициент усиления позволяют использовать его в качестве драйвера с минимальным сопротивлением нагрузки 600 Ом.

Усилитель ADA4627 выпускается в двух модификациях: для промышленного диапазона температур с верхним пределом 85 °С (ADA4627-1А) и для расширенного диапазона температур с верхним пределом 125 °С (ADA4627-1В).

| | |
|------------|----------|
| ADA4627-1A | \$ 6.75 |
| ADA4627-1B | \$ 10.75 |

ПРИМЕНЕНИЕ

- высокоимпедансные сенсоры
- фотодиодные усилители
- прецизионные измерительные приборы
- фильтры с фазовой подстройкой частоты
- выходные усилители ЦАП
- автоматическое тестовое оборудование
- медицинская аппаратура



Измерительные усилители для портативных устройств

Миниатюрный микромощный измерительный усилитель

Разрабатываемые медицинские приборы, такие как портативные электрокардиографы, инфузионные насосы, мониторинговые медицинские системы, должны иметь малые размеры и низкое потребление. Используемые в них ИМС должны быть выполнены в миниатюрных корпусах и иметь сверхнизкий ток потребления.

Измерительный усилитель AD8235 имеет максимальный ток потребления 40 мкА и выполнен в корпусе WLCSP размерами 1.6×2.0 мм. Занимаемая им площадь в три раза меньше площади измерительных усилителей ближайших аналогов. Напряжение питания усилителя AD8235 от 1.8 до 5.5 В, ток потребления до 40 мкА, что на 40% меньше тока потребления ближайших аналогов.

Недорогой и надежный измерительный усилитель

В промышленных системах сбои и отказы происходят, как правило, во входных цепях. Чтобы уменьшить сложность и стоимость входных цепей защиты, выполненных на дискретных компонентах, компания Analog Devices разработала измерительный усилитель AD8226 с защитой от входных напряжений, превышающих 40 В.

Этот усилитель имеет широкий диапазон напряжения питания и коэффициент усиления, регулируемый внешним резистором в диапазоне от 1 до 1000. Усилитель отличается высокой надежностью, выполнен в корпусе MSOP, предназначен для работы в диапазоне температур от -40 до 125 °С. Конструкция корпуса позволяет использовать этот усилитель практически без обдува. Усилитель AD8226 имеет самую низкую стоимость среди аналогичных усилителей с выходным напряжением ±10 В. КОСС этого усилителя составляет 80 дБ при $K_v=1$. Напряжение питания усилителя ±15 В, полоса пропускания 1.5 МГц при $K_v=1$ и скорость нарастания 0.4 В/мкс. Усилитель выпускается в корпусе 8-MSOP или 8-SOIC. По расположению выводов AD8226 совместим с широко используемым усилителем AD8221.

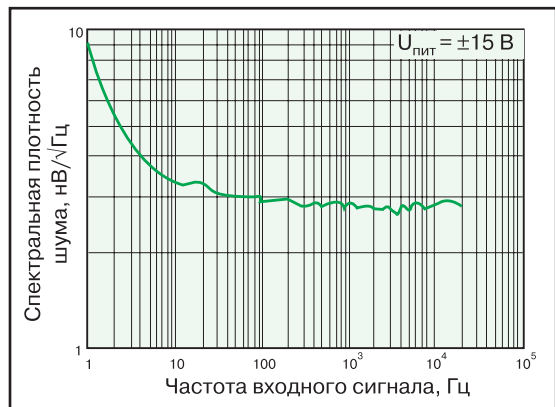


| | |
|--------|---------|
| AD8235 | \$ 1.59 |
| AD8226 | \$ 1.40 |

Миниатюрные корпуса для операционных усилителей

Малозумящий усилитель

ИМС ADA4075-2 – сдвоенный малозумящий усилитель с размахом напряжения питания 36 В и максимальным током потребления 2.25 мА, выполненный с использованием технологии iPolar®, разработанной компанией Analog Devices. Усилитель выпускается в корпусе 8-SOIC или 8-LFCSP размерами 2×2×0.55 мм. По сравнению с ближайшими аналогами его потребление меньше на 71%, размеры – на 86%, а уровень шумов – на 44%. Это идеальный усилитель для измерительных приборов, активных фильтров и аудиоустройств, отличающихся высокой плотностью монтажа. Напряжение питания ADA4075-2 находится в диапазоне от ±4.5 до ±18 В, диапазон рабочих температур усилителя от -40 до 125 °С.



Особенности ОУ ADA4075-2:

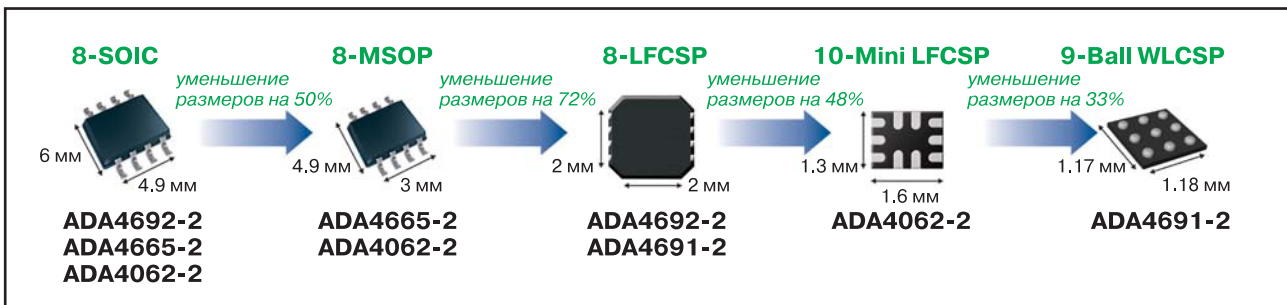
- уровень входного шума 2.8 нВ/√Гц
- максимальный ток потребления 2.25 мА
- скорость нарастания сигнала 12 В/мкс
- полоса пропускания 6.5 МГц
- минимальное сопротивление нагрузки 600 Ом
- тип корпуса: 8-SOIC или 8-LFCSP, размеры 2×2×0.55 мм

ADA4075-2 **ПРИМЕНЕНИЕ** \$ 0.75

- прецизионные измерительные приборы
- профессиональные аудиосистемы
- активные фильтры
- малозумящие усилители
- интеграторы

Усилители с низким потреблением для портативных устройств

Компания Analog Devices производит большое число усилителей, предназначенных для применения в портативных устройствах с батарейным питанием. Причем, это может быть как профессиональная, так и бытовая аппаратура. Многие из этих усилителей выпускаются в миниатюрных корпусах типа LFCSP (1.3×1.6 мм) или WLCSP.



| Тип АЦП | I _{потр} , макс., мкА | U _{пит} , В | Полоса пропускания, МГц | Число каналов | Тип корпуса | Цена, \$ |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|--------------------------|----------|
| ADA4692-2 | 225 | 5 | 3.6 | 2 | 8-SOIC, 8-LFCSP | 0.55 |
| ADA4691-2 (со "спящим" режимом) | 225 | 5 | 3.6 | 2 | 10-LFCSP, 9-WLCSP | 0.57 |
| ADA4665-2 | 400 | 16 | 1.2 | 2 | 8-SOIC, 8-MSOP | 0.70 |
| ADA4062-2 | 220 | 36 | 1.4 | 2 | 8-SOIC, 8-MSOP, 10-LFCSP | 0.75 |
| ADA4062-4 | 220 | 36 | 1.4 | 4 | 14-TSSOP, 15-LFCSP | 1.21 |

Новое поколение широкополосных драйверов для быстродействующих АЦП

Одним из путей обеспечения максимально возможных параметров быстродействующего АЦП является использование на его входе дифференциального усилителя, который позволяет получить необходимый размах сигнала на входе преобразователя и ослабить влияние входных шумов на точность АЦП. Однако такое решение связано с увеличением потребления устройства в целом из-за подключения к АЦП ИМС дифференциального усилителя.

Для преодоления этого недостатка компания Analog Devices разработала дифференциальные усилители ADA4932-1 и ADA4932-2 с малым потреблением. Они обеспечивают преобразование несимметричного сигнала в симметричный, развязку источника сигнала и АЦП, сдвиг сигнала на входе АЦП и преобразование импеданса (высокого в низкий) для управления быстродействующим АЦП.

Динамический диапазон неискаженного сигнала этих усилителей составляет 87 дБ на частоте 20 МГц и 70 дБ на частоте 50 МГц, уровень приведенных ко входу шумов составляет 3.6 нВ/√Гц. Потребляемая мощность усилителей не превышает 44 мВт на канал.

Одноканальный усилитель ADA4932-1 выполнен в корпусе 16-LFCSP размерами 3×3 мм, двухканальный ADA4932-2 – в корпусе 24-LFCSP размерами 4×4 мм.

Особенности усилителей ADA4932-1 и ADA4932-2:

- быстродействие:
 - ♦ частота среза 560 МГц при $K_v=1$
 - ♦ неравномерность АЧХ 0.1 дБ в полосе частот до 300 МГц
 - ♦ скорость нарастания 2800 В/мкс
 - ♦ время установления с погрешностью 0.1% составляет 9 нс
- ток потребления 9.6 мА на усилитель
- динамический диапазон неискаженного сигнала на частоте 10 МГц составляет 100 дБ, а на частоте 20 МГц – 90 дБ
- уровень шумов, приведенных к входу, 3.6 нВ/√Гц
- типовое напряжение смещения нуля ±0.5 мВ
- регулировка коэффициента усиления производится внешним резистором
- может иметь дробный коэффициент усиления
- обеспечивает преобразование симметричного и несимметричного сигналов в симметричный
- регулируемое выходное синфазное напряжение
- напряжение питания однополярное 3 В и двухполярное ±5 В

Зависимость нелинейных искажений от частоты входного сигнала



ADA4932-1
ADA4932-2

ПРИМЕНЕНИЕ

- драйверы АЦП
- преобразователи несимметричных сигналов в симметричные
- драйверы линии
- блоки усилителей высокой и промежуточной частот
- дифференциальные буферы

\$ 2.95
\$ 5.29

Недорогие миниатюрные дифференциальные усилители

При разработке устройств с жесткими требованиями к потребляемой мощности предпочтение отдается ИМС усилителей с миниатюрными размерами, цепями защиты входных каналов, отличающихся невысокой стоимостью. Дифференциальные усилители AD8276 (одинарный, $K_v=1$), AD8277 (сдвоенный, $K_v=1$), AD8278 (одинарный, $K_v=0.5, 2$) и AD8279 (сдвоенный, $K_v=0.5, 2$) выполнены в корпусах размерами 4.9×3 мм, что вдвое меньше размеров ближайших аналогов, и отвечают перечисленным выше требованиям. Это первые дифференциальные усилители с такими параметрами, цена которых не превышает \$ 1.

Усилители семейства AD827x имеют напряжение питания от 2.5 до 36 В, причем входной диапазон этих усилителей близок к диапазону напряжения питания, а входы усилителей имеют защиту от перенапряжения. Встроенные в усилители резисторы обеспечивают точный (за счет лазерной подгонки) коэффициент усиления и большой (за счет хорошего согласования) КОСС, составляющий не менее 86 дБ. Эти усилители предназначены для использования в помехоустойчивых системах, таких как АСУ ТП, системы управления двигателями и др.

Компания Analog Devices предлагает типовые схемотехнические решения входных измерительных каналов с использованием дифференциального усилителя AD8276 и операционного усилителя AD8603. Ознакомиться с этими решениями можно в сети Интернет по адресу: www.analog.com/CN0099.

Широкополосный дифференциальный усилитель

Одной из основных тенденций в развитии средств электроники является повышение быстродействия. Военные системы, измерительные устройства, промышленное оборудование и средства связи уже сейчас работают в гигагерцовом диапазоне частот. АЦП, обеспечивающие выборку высокочастотных сигналов, имеют частоту преобразования, составляющую десятки гигагерц. Для согласования таких АЦП с источниками сигналов используются специальные трансформаторы или другие устройства переменного тока. Однако во многих случаях полоса входных сигналов начинается с нуля и достигает единиц гигагерц. Дифференциальный усилитель ADA4960 предназначен для использования в качестве драйвера 8- и 10-разрядных флеш-АЦП с частотой выборки более 1 ГГц. Усилитель имеет динамический диапазон неискаженного сигнала 70 дБн на частоте входного сигнала 250 МГц, 66 дБн – на частоте входного сигнала 500 МГц и 55 дБн – на частоте входного сигнала 1 ГГц. Приведенный ко входу шум усилителя ADA4960 составляет 3.6 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$. Коэффициент усиления ADA4960 регулируется внешним резистором в диапазоне от 6 до 18 дБ.

ADA4960 имеет модификации в виде одинарного усилителя, выпускаемого в корпусе 16-LFCSP размерами 3x3 мм, и двоярного – в корпусе 24-LFCSP размерами 4x4 мм.

Особенности усилителя ADA4960:

- уровень гармоник второго и третьего порядков на частоте 250 МГц составляет -70 дБн, на частоте 500 МГц – -66 дБн, на частоте 1 ГГц – -55 дБн
- приведенный ко входу уровень шума 3.6 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- частота среза при коэффициенте усиления, равном 1, составляет 3 ГГц
- скорость нарастания 8000 В/мкс
- время восстановления после перерегулирования 1 нс
- потребление на постоянном токе 60 мА на канал
- регулировка коэффициента усиления производится без изменения входного импеданса
- симметричный или несимметричный вход
- симметричный выход
- регулировка смещения выходного синфазного напряжения
- напряжение питания однополярное 5 В и двухполярное ± 2.5 В

Миниатюрный дифференциальный усилитель с малым потреблением

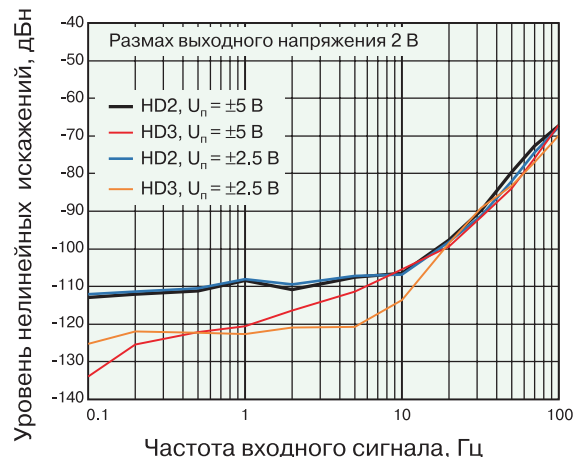
Как правило, разработчики стремятся одновременно улучшить большинство параметров проектируемого устройства и уменьшить его размеры по сравнению с аналогами. При проектировании портативных медицинских, промышленных и бытовых приборов уменьшение размеров является одним из основных требований.

Однако применение большинства ИМС требует использования внешних компонентов, например, в драйверах АЦП для регулировки коэффициента усиления используют внешние резисторы и т.п.

Компания Analog Devices разработала новый дифференциальный усилитель в одноканальном (ADA4950-1) и двухканальном (ADA4950-2) вариантах, отвечающий перечисленным требованиям. Усилитель используется как драйвер АЦП и содержит встроенные резисторы для регулировки коэффициента усиления. Диапазон неискаженного сигнала этого усилителя составляет 98 дБ на частоте 20 МГц и 82 дБ на частоте 50 МГц. Его потребление не превышает 45 мВт на усилитель. Усилитель можно сконфигурировать для коэффициента усиления 1, 2 или 3 без применения внешних резисторов.

Одноканальный усилитель выпускается в корпусе 16-LFCSP размерами 3x3 мм, а двухканальный – в корпусе 24-LFCSP размерами 4x4 мм.

Зависимости нелинейных искажений усилителя ADA4950 от частоты входного сигнала при разных напряжениях питания



ADA4950-1
ADA4950-2

ПРИМЕНЕНИЕ

- преобразователи несимметричных сигналов в симметричные
- блоки усилителей промежуточной и высокой частоты
- дифференциальные буферы
- драйверы линии

\$ 2.99
\$ 5.29

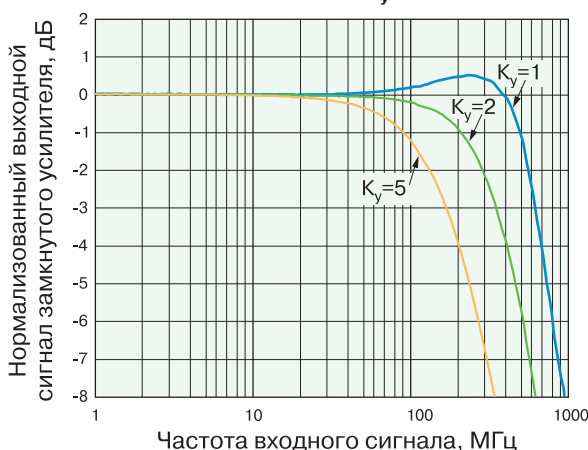
Быстродействующие трехканальные видеоусилители с генератором подкачки заряда для обеспечения отрицательного выходного напряжения

ИМС ADA4858-3 и ADA4859-3 – быстродействующие усилители, содержащие генератор подкачки. Наличие генератора в этих усилителях позволяет исключить источник питания отрицательной полярности при формировании отрицательного выходного напряжения. Усилитель имеет низкий уровень шумов и широкий частотный диапазон, кроме того, встроенный генератор подкачки может быть использован для формирования тока нагрузки до 50 мА при выходном напряжении -3 В. Оба усилителя построены по схеме current feedback и имеют три канала. Усилитель ADA4859-3 имеет фиксированный коэффициент усиления, равный двум, его применение обеспечивает уменьшение стоимости и размеров проектируемых на его основе устройств в сравнении с использованием ближайших аналогов. Напряжение питания усилителей от 3.3 до 5 В, тип корпуса 16-LFCSFP размерами 4x4 мм.

Особенности ИМС усилителей ADA4858-3/ADA4859-3:

- частота среза 600/195 МГц при $K_y=1$
- скорость нарастания 600/740 В/мкс
- неравномерность АЧХ 0.1 дБ в полосе 85/60 МГц
- время установления с точностью 0.1% 18/20 нс
- встроенный генератор подкачки
 - ♦ напряжение питания от 3 до 5.5 В
 - ♦ выходное отрицательное напряжение от -3.3 до -1.8 В
 - ♦ ток нагрузки 50 мА при выходном напряжении -3 В
- потребление на постоянном токе 42/38 мА
- наличие "спящего" режима
- диапазон входного синфазного сигнала от -1.8 до 3.8 В при напряжении питания 5 В

АЧХ при малых входных сигналах и коэффициентах усиления K_y , равных 1, 2 и 5



ADA4858-3
ADA4859-3

ПРИМЕНЕНИЕ

- мультимедийные проекторы
- DVD-плееры в стандарте blu-ray
- профессиональная видеоаппаратура
- бытовая видеоаппаратура
- устройства визуализации данных
- активные фильтры

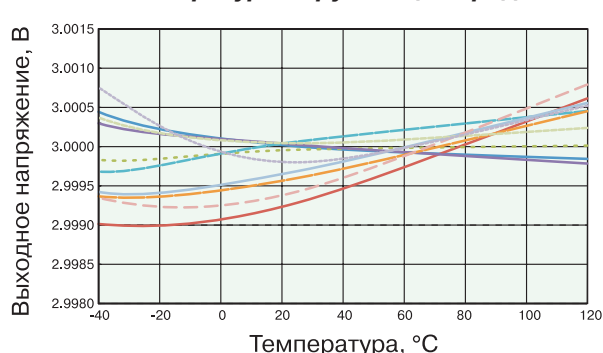
\$ 1.69
\$ 1.69

Микромощные высокоточные источники опорного напряжения

Источники опорного напряжения ADR34xx предназначены для использования в недорогой портативной аппаратуре и отличаются малыми ТКН (в диапазоне температур от -40 до 125 °С) и временным дрейфом. Имея максимальные ток потребления на постоянном токе 100 мкА и ТКН 10 ppm/°С в сочетании с невысокой стоимостью (не более \$ 1 в партии 1000 шт.), эти источники являются наилучшими для использования в портативной прецизионной аппаратуре с батарейным питанием. Высокая временная стабильность источников опорного напряжения семейства ADR34xx (не более 20 ppm в течение 1000 часов) обеспечивает долговременную эксплуатацию аппаратуры без подстройки и калибровки. Опорные источники семейства ADR34xx выпускаются в корпусе типа 6-SOT23 и совместимы по выводам с источниками семейства REF32xx.

| Тип ИМС | Выходное напряжение, В | Цена, \$ |
|---------|------------------------|----------|
| ADR3412 | 1.200 | 0.95 |
| ADR3420 | 2.048 | |
| ADR3425 | 2.500 | |
| ADR3430 | 3.000 | |
| ADR3433 | 3.300 | |
| ADR3440 | 4.096 | |
| ADR3450 | 5.000 | |

Зависимость выходного напряжения от температуры окружающей среды



ПРИМЕНЕНИЕ

- прецизионные системы сбора данных
- преобразователи данных с высоким разрешением
- промышленные измерительные приборы
- медицинская аппаратура
- автомобильные системы контроля
- устройства с батарейным питанием

Zero-drift ОУ с малым потреблением

Портативные устройства, такие как газовые анализаторы, удаленные сенсоры, медицинские приборы, игровые приставки, должны иметь не только малое потребление, но и высокую точность и стабильность на постоянном токе. Для выполнения этих требований компания Analog Devices разработала zero-drift ОУ ADA4051-2, отличающийся сверхнизким потреблением. Его потребление на 30% меньше потребления ближайших аналогов.

В усилителе использован прерыватель (chopper), обеспечивающий автоматическую калибровку погрешности смещения. Это позволяет снизить напряжение смещения нуля до 2 мкВ (типовое значение), максимальное значение этого напряжения составляет 15 мкВ. Полоса пропускания усилителя составляет 125 кГц, максимальный ток потребления 17 мкА, что позволяет существенно увеличить ресурс батарейного питания. Усилитель обеспечивает rail-to-rail вход/выход, что увеличивает динамический диапазон АЦП, если этот ОУ используется в качестве драйвера АЦП.

Усилитель ADA4051-1 имеет один канал и выпускается в корпусе 5-SOT23 или 5-SC70, усилитель ADA4051-2 имеет два канала и выпускается в корпусе 8-MSOP или 8-LFCSP. Оба усилителя предназначены для работы в расширенном температурном диапазоне от -40 до 125 °С, однако они сохраняют работоспособность при верхней границе температуры 150 °С.

| | |
|-----------|---------|
| ADA4051-1 | \$ 0.93 |
| ADA4051-2 | \$ 1.47 |

ПРИМЕНЕНИЕ

- сенсоры давления и положения
- измерители температуры
- электронные весы
- медицинская аппаратура
- оборудование с батарейным питанием
- карманные устройства

Zero-drift ОУ с малым потреблением

1.8V TO 5V

• 8-MSOP или 8-LFCSP
 • ток потребления 17 мкА
 • напряжение смещения 15 мкВ
 • температурный дрейф 0.02 мкВ/°С
 • полоса пропускания 125 кГц
 • динамический диапазон >110 дБ

С особенностями chopper-стабилизации параметров ОУ можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: www.analog.com/MT-055.

С особенностями построения дифференциальных усилителей и считывателей тока можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: www.analog.com/MT-068.


www.analog.com

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС

One Technology Way
 P.O. Box 9106
 Norwood, MA
 02062-9106 U.S.A.
 Тел.: +1 781 329 4700
 Факс: +1 781 326 8703
 Интернет:
<http://www.analog.com>

ОФИС В АВСТРИИ

Breitenfurter Strabe 415
 1230 Wien
 Austria
 Тел.: +43-1-8885504-76
 Факс: +43-1-8885504-85
 Интернет:
<http://www.analog.com>

ДИСТРИБЬЮТОР В УКРАИНЕ VD MAIS

ул. М. Донца, 6
 03061 Киев, Украина
 Тел.: +380-44-220-0101
 Факс: +380-44-220-0202
 E-mail:
info@vdmais.kiev.ua
 Интернет:
<http://www.vdmais.kiev.ua>

Харьков
 Т./ф.: +380-57-719-6718
 Днепропетровск
 Т./ф.: +380-562-319-128
 Донецк
 Т./ф.: +380-62-385-4947
 Севастополь
 Т./ф.: +380-692-544-622
 Львов
 Т./ф.: +380-32-245-5478
 Одесса
 Т./ф.: +380-48-734-1954