

ОПЕРАЦИОННЫЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛИНИИ BURR-BROWN



Окончание. Начало статьи в №3 2006 г.

В задачах реализации сложных функций обработки сигнала операционные усилители не выдержали конкуренции с цифровыми устройствами (ЦПОС, микроконтроллеры, программируемая логика, специализированные микросхемы). Но задачи подготовки исходного аналогового сигнала для АЦП и сопряжение цифровых систем остаются актуальными, а значит – разработчики не могут обойтись без операционных усилителей.

Операционные и инструментальные усилители **Texas Instruments** из производственной линии **Burr-Brown** еще с момента выпуска первого в мире твердотельного операционного усилителя *Burr-Brown* в 1962 году остаются одним из эталонов подобной продукции благодаря своим уникальным характеристикам.

В статье приводится обзор операционных и инструментальных усилителей *Texas Instruments* из производственной линии *Burr-Brown* с выделением особенностей и примеров применения новинок. Даны подробные технические характеристики, структурные схемы и схемы включения.



2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Инструментальный усилитель (ИУ) – усилительный блок с постоянным или регулируемым усилением, который характеризуется высоким входным сопротивлением и замкнутой обратной связью для усиления слабых сигналов при наличии синфазных составляющих и шумов. В состав номенклатуры ИУ *Texas Instruments* из производственной линии *Burr-Brown* входит множество ИУ, в т.ч. с од-

нополярным питанием, экономичные, высокоскоростные и малозумящие. ИУ выполняются по двум топологиям: традиционная с тремя усилителями и оптимизированная по стоимости с двумя операционными усилителями (см. рисунок 6).

При выборе инструментального усилителя руководствуются необходимым напряжением питания (низковольтное, однополярное, полный размах напряжения на входе/выходе), коэффициентом передачи (в приложениях с большим усилением необходимо дополнительно рассмотреть пути уменьшения шумов, вызванных дрейфом, смещением входного

тока и напряжения), диапазоном синфазного сигнала (напряжение на входе, при котором сохраняется линейность усиления разницы входных сигналов), входным током смещения (важно во многих приложениях, особенно, в устройствах контроля слабых токов или когда источник сигнала обладает большим внутренним сопротивлением), напряжением смещения и дрейфом (играет существенную роль в приложениях с большим усилением). Также необходимо определиться с топологией построения обратной связи: по току или по напряжению (обратная связь по току обеспечивает более широкий частотный диа-

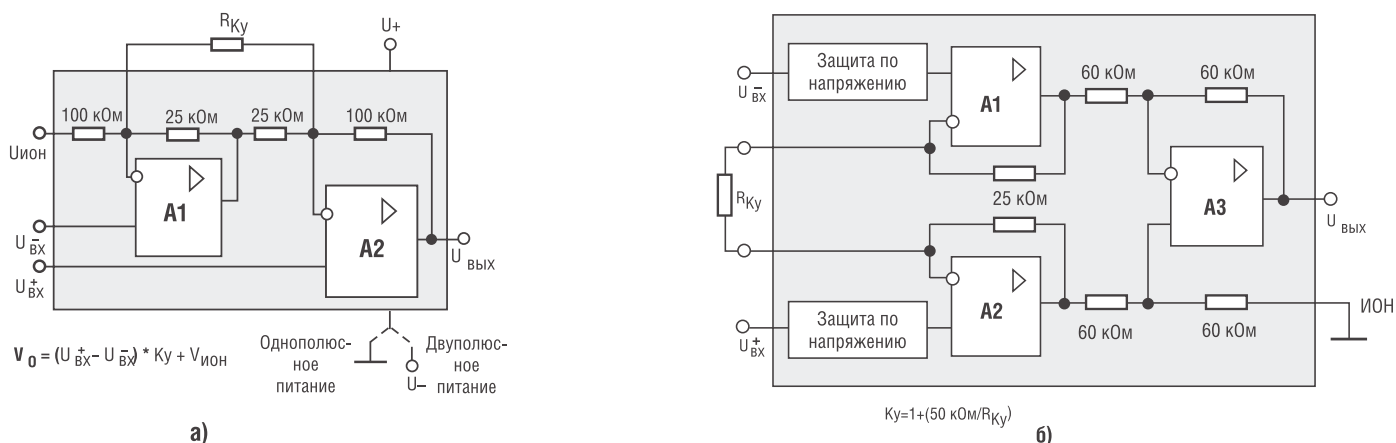


Рис. 6. Топологии инструментальных усилителей на двух (а) и трех (б) операционных усилителях

пазон). В таблице 3 представлена краткая информация по выпускаемому в настоящее время ИУ, а также их классификация по типам.

Среди прочих ИУ из производственной линии Burr-Brown можно выделить INA326, который обладает особенностями, несвойственными традиционным ИУ. Благодаря уникальной схемотехнике (см. рисунок 7) данный ИУ обладает действительным, полностью насыщаемым входом. Он позволяет линейно обрабатывать входные сигналы, которые на 20 мВ ниже отрицательного питания и на 100 мВ выше положительного питания. В обычных ИУ достижение такого динамического диапазона невозможно.

В большинстве ИУ способность подавления синфазных сигналов достигается за счет сочетания входного усилителя и точно согласованных соотношений резисторов. INA326 преобразовывает входное напряжение в ток, позволяя входным усилителям точно согласовать и удалить входное синфазное напряжение, а также исключить влияние варьирования напряжения питания, не прибегая к использованию резисторов.

Отличительные особенности INA326:

- Малое напряжение смещения: 100 мкВ (макс.)
- Малый дрейф напряжения смещения: 0,4 мкВ/°С (макс.)
- Превосходная долговременная стабильность
- Малый уровень шума
- Полный размах напряжений по уровням питания на входе и выходе
- Диапазон входного синфазного сигнала:
 - 20 мВ ниже отрицательного питания
 - 100 мВ выше положительного питания
- Размах выходного напряжения: 10 мВ относительно линий питания
- Диапазон напряжения питания: +2,7...+5,5 В
- Малая стоимость

- Версия для расширенного темп. диапазона (-40...125°С) – INA327

- Корпуса: MSOP-8, MSOP-10

Области применения:

- Низкоуровневые усилители-преобразователи мостовых схем, термопар и др.
- Контроль показаний датчиков с широким динамическим диапазоном
- Испытательные системы с высокой разрешающей способностью
- Многоканальные системы сбора данных
- Медицинские измерительные приборы

Сочетание таких характеристик, как подавление синфазного сигнала 100 дБ, максимальная погрешность усиления 0,2% и малое напряжение смещения во всем температурном диапазоне делает INA326 идеальным кандидатом для применения в промышленных измерительных схемах. Полный размах выходного напряжения позволяет подключить INA326 к однополярному АЦП, без существенного ограничения динамического диапазона, как, например, в

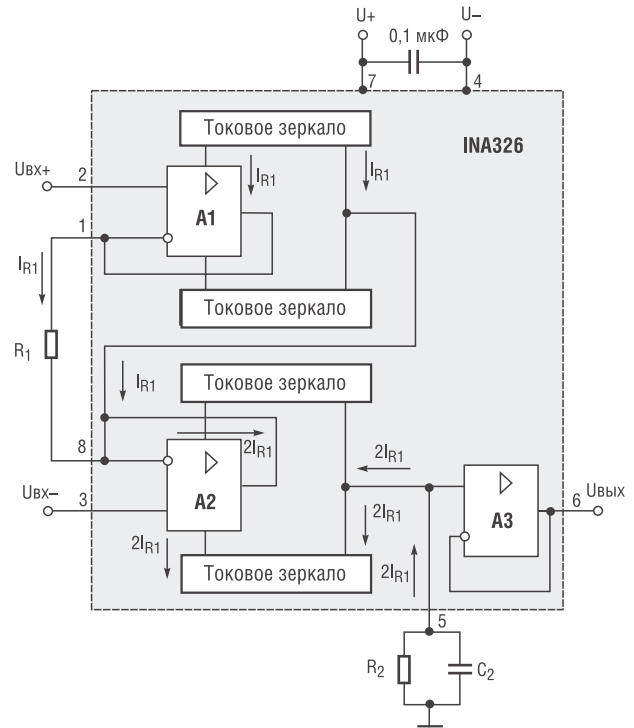


Рис. 7. Структурная схема инструментального усилителя INA326 с действительным, полностью насыщаемым входом

схеме на рисунке 8, где INA326 выступает в качестве усилителя-преобразователя резистивной мостовой схемы и одновременно согласовывает уровни с однополярным АЦП.

В заключение необходимо сказать, что в рамках данной статьи охвачены далеко не все усилительные интегральные схемы Texas Instruments из производственной линии Burr-Brown. Их спектр простирается до дифференциальных, логарифмических, программируемых, интегрирующих усилителей, видеобuffers, а также

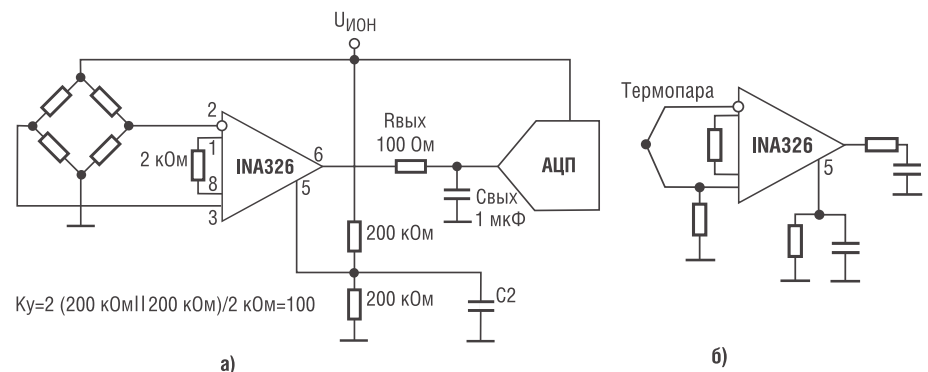


Рис. 8. INA326 в измерительной мостовой схеме с однополярным АЦП

Таблица 3. Инструментальные усилители Texas Instruments из производственной линии Burr-Brown

ИУ	Ку	Нелин., %	Исм. макс., нА	Всм. макс, мкВ (Ку=100)	Дрейф Всм, мкВ/°С	Шум (1 кГц), нВ/√Гц	f, кГц (Ку=100)	Пот, мА/канал	Впит, В
INA(2)321	5...10000	0,01	0,01	1000	7	100	50	0,06	2,7...5,5
INA(2)322	5...10000	0,01	0,01	10000	7	100	50	0,06	2,7...5,5
INA122	5...10000	0,012	25	250	3	60	5	0,085	2,2...36 ±1,3...±18
INA(2)332	5...1000	0,01	0,01	10000	7	100	500	0,1	2,7...5,5
INA(2)126	5...10000	0,012	25	250	3	35	9	0,2	2,7...36 ±1,35...±18
INA118	1...10000	0,002	5	55	0,7	10	70	0,385	2,7...36 ±1,35...±18
INA(2)331	5...1000	0,01	0,01	500/1000	5	46	2000	0,5	2,7...5,5
INA125	4...10000	0,01	25	250	2	38	4,5	0,525	2,7...36 ±1,35...±18
INA155	10, 50	0,015	0,01	1000	5	86	110	40	2,7...5,5
INA156	10, 50	0,015	0,01	8000	5	86	110	40	2,7...5,5
INA118	1...10000	0,002	5	55	0,7	107	70	10	2,7...36
INA326	0,1...10000	0,01	2	100	0,4	100	1	33	2,7...5,5
INA327	0,1...10000	0,01	2	100	0,4	100	1	33	2,7...5,5
INA337	0,1...10000	0,01	2	100	0,4	106	1	33	2,7...5,5
INA338	0,1...10000	0,01	2	100	0,4	106	1	33	2,7...5,5
INA121	1...10000	0,005	0,05	500	5	20	50	0,525	±2,25...±18
INA128	1...10000	0,002	5	60	0,7	8	200	0,8	±2,25...±18
INA129	1...10000	0,002	5	60	0,7	8	200	0,8	±2,25...±18
INA141	10, 100	0,002	5	50	0,7	8	200	0,8	±2,25...±18
INA110	1,10, 100, 200, 500	0,01	0,05	280	2,5	10	470	4,5	±6...±18
INA111	1...10000	0,005	0,02	520	6	10	450	4,5	±6...±18
INA116	1...10000	0,01	0,0001	5000	40	28	70	1,4	±4,5...±18
INA114	1...10000	0,002	2	50	0,25	11	10	3	±2,25...±18
INA115	1...10000	0,002	2	50	0,25	11	10	3	±2,25...±18
INA131	100	0,002	2	50	0,25	12	70	3	±2,25...±18
INA118	1...10000	0,002	5	55	0,7	10	70	0,385	±1,35...±18
INA126	5...10000	0,012	25	250	3	35	9	0,2	±1,35...±18
INA101	1...10000	0,007	30	259	23	13	25	8,5	±5...±18
INA103	1, 100	0,0006	1200	255	1,2	1	800	13	±9...±25
INA163	1...10000	0,0006	1200	300	1,2	1	800	12	±4,5...±18
INA166	2000	0,005	1200	300	2,5	1,3	450	12	±4,5...±18
INA217	1...10000	0,0006	1200	300	1,2	1,3	800	12	±4,5...±18
		Высоко- лин. ≤0,07%	Исм <50 пА	Прецизионные Всм <300 мкВ, малый дрейф		Мин. шум	Быстро- действ. >100 кГц	Маломощ- ные, Пот <850 мкА	Однополяр- ные Двуполярные

уникальных усилителей для гальванической развязки аналоговых цепей. Информацию по всей выпускаемой аналоговой продукции можно найти на сайте компании Texas Instruments [1], а также в руководстве по выбору усилителей и аналогово-цифровых преобразователей [2].

Также необходимо подчеркнуть, что после представления операционных усилителей ОРА727 и ОРА728, выполненных с использованием технологии калибровки e-trim, несколько изменится представление о доступности прецизионных ОУ, т.к. использование для их выпус-

ка КМОП-технологии повлияет на существенное снижение стоимости таких усилителей. Для разработчиков низковольтных систем будет полезной информация о том, что запланирован выпуск нового представителя семейства e-trim – прецизионного ОУ ОРА371 с входом логического управления включением/отключением и следующими характеристиками: напряжение питания 2,7...5,5 В, напряжение смещения 250 мкВ, максимальное потребление 750 мкА и частотная полоса усиления 6,5 МГц. Данный ОУ поддерживает полный размах напряжения на входе и выходе.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Материалы сайта Texas Instruments: www.ti.com
2. Amplifier and Data Converter Selection Guide. Texas Instruments, lit. num. slyb115, 3Q 2005.-117р.
3. Thomas Kugelstadt «Auto-zero amplifiers ease the design of high-precision circuits» // Analog Applications Journal, 2 Q 2005 г., www.ti.com/aaj.

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: analog-215@compel.ru.