

Операционные усилители Rail to Rail от STMicroelectronics.

STMicroelectronics, являясь одним из лидеров в производстве аналоговых полупроводниковых компонентов, основной фокус в этой области делает на операционные усилители (далее ОУ). Компания предлагает широкий выбор ОУ, включая полностью законченное семейство называемое Rail to Rail. Разнообразие выпускаемых ОУ позволяет удовлетворить спрос различных разработок как индустриальной, так и бытовой техники в особенности портативного микро дизайна как-то карманных MD-плееров или мобильных телефонов.

Почему именно Rail to Rail?

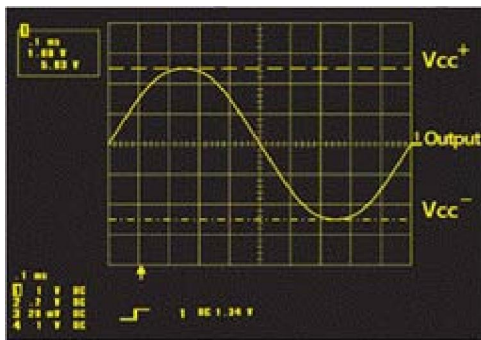
Сегодня популярность Rail to Rail ОУ быстро растет. Последнее обусловлено требованиями промышленности, вызванными этим движением в сторону низковольтных областей. Этот рынок полностью контролируется разработками портативных устройств питающихся от миниатюрных батарей или аккумуляторов. Причиной работы на низких напряжениях является все большее увеличение скоростей обработки сигналов и как результат, необходимость снижения потребляемой мощности. (Вспомните, что увеличение скорости передачи цифровых данных требует большего энергопотребления).

Так как во многих областях применения ОУ имеется тенденция снижения напряжения питания (3V и ниже), стандартные операционные усилители уже не могут более выдавать широкий размах выходного сигнала без искажения его динамических характеристик.

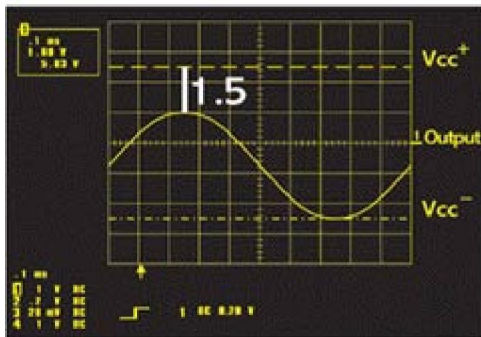
Полный выходной сигнал - от негативного уровня питания к позитивному (from negative Rail to positive Rail) достигается с применением ОУ с "Rail to Rail" архитектурой (отсюда и название "Rail to Rail") которые могут быть рассмотрены как следующий шаг после однополярных ОУ.

На [рис. 1](#) представлены графики поясняющие разницу между разными видами операционных усилителей.

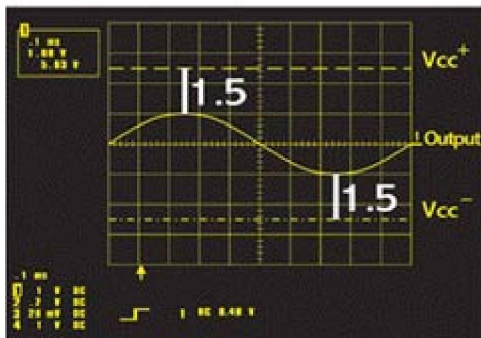
Рисунок 1. Сравнительные графики различных ОУ



Семейство OY
Rail to Rail



Однополярное питание
TS321, LM324 - LM2902,
LM358 - LM2904,
TS27x - TS27Lx - TS27MX



Стандартные OY
JFET OY типа
TL06x-TL07x-TL08x,
большинство биполярных OY

Как выбрать Rail to Rail OY.

Как выбрать ваш прибор из целого семейства приборов? Опыт STMicroelectronics аналоговых разработок показывает, что ключевыми параметрами здесь являются: GBP (Gain-Bandwidth Product - граничная частота) и I_{CC} (ток потребления). Смотри [рис. 2](#) и [таблицу 1](#). [Таблица 2](#) показывает аналоги OY типа Rail to Rail от различных производителей.

Рисунок 2. Схема выбора OY

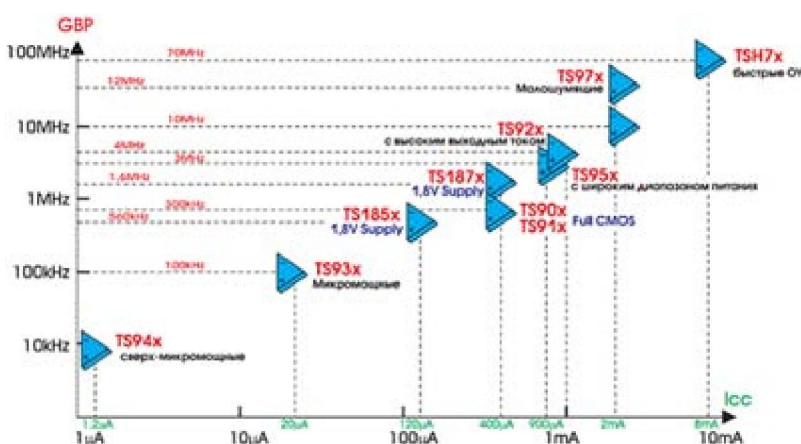


Таблица 1. Операционные усилители - руководство по выбору

Тип ОУ	Число ОУ (Note1)	Корпус	Vio max. (mV) (Note2)	Icc на кажд ОУ (mA typ.)	ISC (mA typ.)	Ib max. (full T° range)	GBP (MHz typ.)	SR (V/μs typ.)	Питание ОУ (V)	T° Диап. (°C)	Основные выполняемые функции
TS1851/2/4	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	2.5	120μA	40	125nA @ 25°C	0.48	0.2	1.8 to 6	-40/+125	Input & Output Rail to Rail
TS1871/2/4	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	2.5	400μA	65	125nA @ 25°C	1.6	0.54	1.8 to 6	-40/+125	Input & Output Rail to Rail
TS461/2/4	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	5	2	1.5	750nA	10	4	2.7 to 12	-20/+70	Output Rail to Rail
TS902/4	D/Q	DIP/SO	10/5/2	200μA	40	300pA	0.8	0.5	2.7 to 16	-40/+125	Input & Output Rail to Rail Standby Mode
TS912/4	D/Q	DIP/SO	10/5/2	10/5/2	40	300pA	0.8	0.5	2.7 to 16	-40/+125	Input & Output Rail to Rail
TS921/2/4	TS921/2/4	DIP/SO TSSOP	3/0.9	1	80	100nA @ 25°C	4	1.3	2.7 to 12	-40/+125	Input & Output Rail to Rail Low Noise Low Distortion
TS925	Q	DIP/SO TSSOP	3/0.9	6μA stby	80	100nA @ 25°C	4	1.3	2.7 to 12	-40/+125	Standby Mode & Phantom Ground
TS931/2/4	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	10/5/2	20μA	1.5	150nA @ 25°C	0.1	0.05	2.7 to 10	-40/+85	Output Rail to Rail Micro-power
TS941/2/4	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	10/5/2	1.2μA	1.5	150nA @ 25°C	0.01	0.004	2.7 to 10	-40/+85	Output Rail to Rail Ultra-Micro-power
TS951/2/4	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	6	0.9	22	200nA	3	1	2.7 to 12	-40/+125	Input & Output Rail to Rail
TSH70/2/4*	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	12	8	+55/-33	15μA @ 25°C	70	120	3 to 12	0/+70	Output Rail to Rail High Speed Video
TSH71/3/5*	S/T/Q	SO SOT23	12	8	+55/-33	15μA @ 25°C	70	120	3 to 12	0/+70	Output Rail to Rail High Speed Video Standby Mode
TS971/2/4*	S/D/Q	DIP/SO TSSOP SOT23	5	2	1.5	750nA	12	4	2.7 to 12	-40/+125	Output Rail to Rail

											Ultra-Low Noise
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------

Число ОУ: S-одинарный, D-двойной, Т-тройной, Q-четвертый (*), - Планируется выпуск

Более полная информация содержится на сайте www.st.com/amplitr

Таблица 2. Кросс-таблица аналогов ОУ типа Rail to Rail различных производителей

Analog Devices		OP213	TS952	*	OP495	TS934	*	Maxim	MAX4163	TS932	*			
AD820	TS921	*	OP250	TS922	*	OP496	TS934	*	MAX406	TS941	*			
AD822	TS922	*	OP279	TS922	*	Linear Technology			MAX407	TS942	*			
AD824	TS924	*	OP281	TS942	*	LT1366	TS912	*	MAX418	TS944	*			
AD8519	TS970	*	OP283	TS952	*	LT1367	TS914	*	MAX473	TS971	*			
AD8531	TS921	*	OP284	TS922	*	LT1495	TS942	*	MAX474	TS972	*			
AD8532	TS922	*	OP291	TS912	*	LT1496	TS944	*	MAX475	TS974	*			
AD8534	TS924	*	OP292	TS922	*	LT1632	TS972	*	MAX492	TS1852	*			
AD8541	TS1851	*	OP293	TS932	*	LT1633	TS974	*	MAX494	TS1854	*			
AD8542	TS1852	*	OP295	TS1852	*	Motorola			MAX495	TS1851	*			
AD8544	TS1854	*	OP296	TS932	*	MC33201	TS921	*	MAX4040	TS931	*			
AD8594	TS925	*	OP413	TS954	*	MC33202	TS922	*	MAX4041	TS931	*			
OP113	TS951	*	OP450	TS922	*	MC33204	TS924	*	MAX4042	TS932	*			
OP181	TS941	*	OP481	TS944	*	MC33207	TS925	*	MAX4044	TS934	*			
OP183	TS951	*	OP484	TS924	*	NJRC			MAX4122	TS951	*			
OP186	TS941	*	OP491	TS914	*	NJM2100	TS462	*	MAX4126	TS922	*			
OP193	TS931	*	OP492	TS924	*	NJM2106	TS951	*	MAX4129	TS942	*			
OP196	TS931	*	OP493	TS934	*	NJM2107	TS461	*	MAX4162	TS931	*			
National Semiconductor		LMC6462	TS932	*	LMV821	TS1871	*	TLC2274	TS934	*	TLV2462	TS924	*	
LMC272	TS462	*	LMC6434	TS934	*	LMV822	TS1872	*	TLV2211	TS931	*	TLV2464	TS924	*
LMC660	TS914	*	LMC6482	TS912	*	LMV824	TS1874	*	TLV2231	TS951	*	TLV2711	TS931	*
LMC662	TS912	*	LMC6484	TS914	*	LPV321	TS931	*	TLV2252	TS932	*	TLV2721	TS1851	*
LMC6041	TS931	*	LMC6492	TS912	*	LPV358	TS932	*	TLV2254	TS934	*	TLV2731	TS951	*
LMC6042	TS932	*	LMC6494	TS914	*	LPV324	TS934	*	TLV2262	TS1852	*	TLV2772	TS972	*
LMC6044	TS934	*	LMC6582	TS1872	*	Texas Instruments			TLV2264	TS1854	*	TLV2774	TS974	*
LMC6032	TS912	*	LMC6584	TS1874	*	TLC2201	TS921	*	TLV2422	TS932	*	Burr Brown		
LMC6034	TS914	*	LMC7101	TS951	*	TLC2202	TS922	*	TLV2432	TS1852	*	OPA2237	TS922	*
LMC6035	TS912	*	LMC7111	TS931	*	TLC2252	TS932	*	TLV2442	TS912	*	OPA4237	TS924	*
LMC6036	TS914	*	LM7301	TS951	*	TLC2254	TS934	*	TLV2451	TS931	*	OPA241	TS931	*
LMC6082	TS912A	*	LMV321	TS951	*	TLC2262	TS912	*	TLV2452	TS932	*	OPA2241	TS932	*
LMC6084	TS914A	*	LMV358	TS952	*	TLC2264	TS914	*	TLV2454	TS934	*	OPA4241	TS934	*
LMC6442	TS942	*	LMV324	TS954	*	TLC2272	TS922	*	TLV2461	TS921	*			

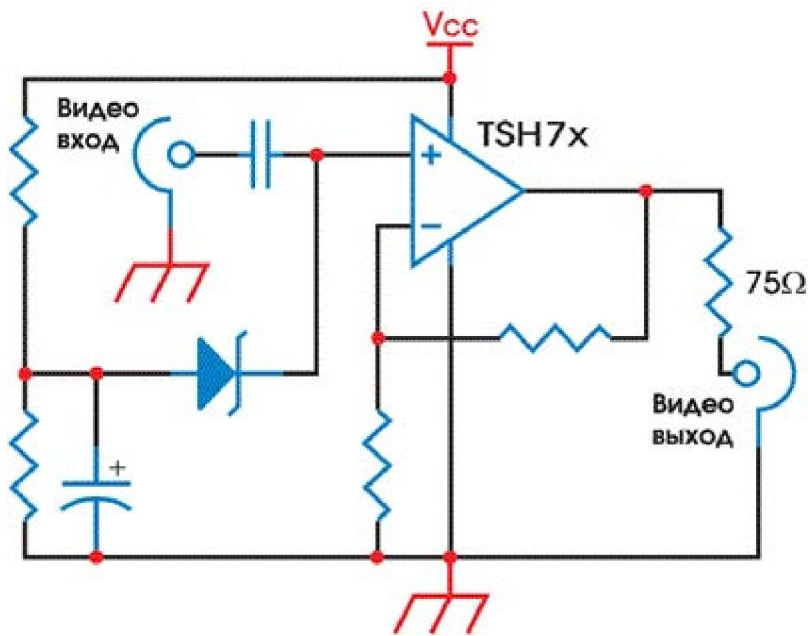
- * Приборы совместимые вывод к выводу с одинаковыми функциями
- * Похожие приборы

Замечание: При подборе аналога проверяйте соответствие параметров Vcc -Ice -GBP -Vio

Несколько примеров применения Rail to Rail.

Видео усилители: TSH70/1/2/3/4/5

Рисунок 3. Оконечный видеоусилитель



Семейство TSH7x с быстродействующей обратной связью предлагает ОУ с GBP индексом = 70МГц, скоростью нарастания 130V/ms и квази - Rail to Rail выходом. Широкий диапазон напряжения питания (3 - 12V) делает этот прибор простым в применении во многих разработках. Основное применение прибора - работа в диапазоне частот видеосигнала. Прибор выдает на выходе 2 V_{pp} на 150 Омную нагрузку даже при 3.3 V напряжения питания.

Семейство также включает в себя версию TSH71/3/5 с наличием функции Standby. В режиме Standby выход прибора переключается в высокий импеданс, что с одной стороны позволяет снизить потери тока на 75-ти Омной нагрузке и что более важно, эта функция позволяет соединять параллельно выходы нескольких подобных источников видеосигнала. Последнее позволяет неограниченно комбинировать приборы друг с другом осуществлять их взаимное матрицирование.

Важным для высокопроизводительных разработок является высокая линейность прибора (дифференциальное усиление/фаза) и отношение сигнал / шум.

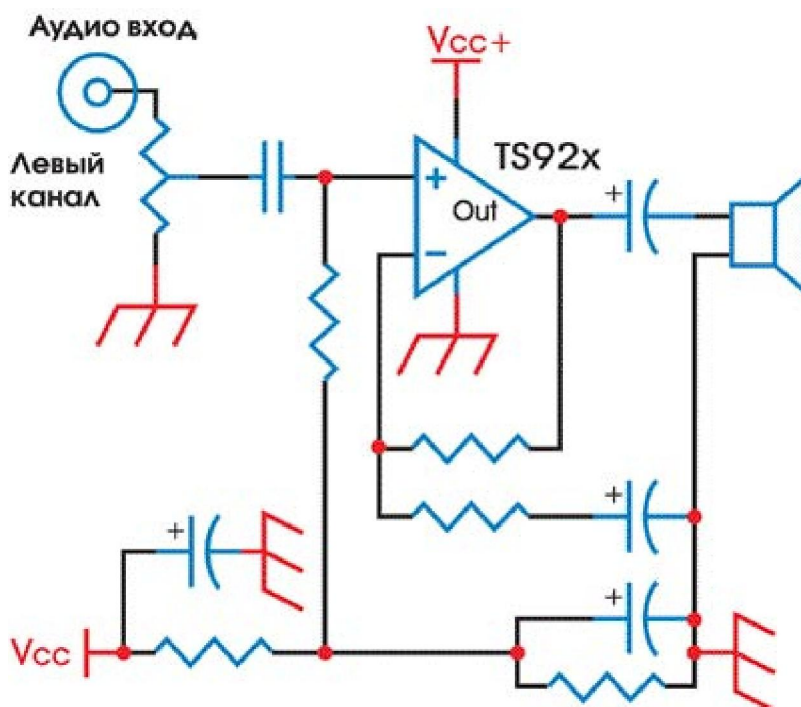
Малое число гармоник и интермодуляционных искажений равно как и малая групповая задержка делает прибор удачным для большого числа устройств с широкой полосой частот.

Области применения

Обработка видеосигнала, привязка уровня, усиление, эквалайзинг, кабельное буферирование.

"Долг" перед 3 V системами: TS921/2/4/5

Рисунок 4. Усилитель головных телефонов



TS92x одинарный, сдвоенный и счетверенный ОУ изготавливается по продвинутой биполярной технологии. Этот прибор разработан так чтобы гарантировать особую линейность и низкое входное напряжение смещения равно как и обеспечение 80mA выходной ток при 2.7V.

Благодаря высокому запасу по фазе и усилению, TS92x - Rail to Rail ОУ остается в стабильном состоянии даже при работе на высокую емкостную нагрузку на выходе. С 4МГц GBP индексом, микровольтным входным напряжением смещения и низким напряжением шума на входе прибор может применяться там где требуется высокое усиление и точность.

В дополнении, TS925 имеет режим Standby и встроенную фантомную землю ($V_{cc}/2$) для простого и компактного дизайна.

Низкая шумность, малый THD, и высокий выходной ток делают семейство TS92x абсолютным кандидатом для аудио разработок. TS92x может напрямую работать на 32 омный наушник головного телефона, даже при низком напряжении питания батареи.

Разработанный вначале в основном для применения в мобильной телефонии, прибор становится все более популярным в мире портативных аудио устройств.

Области применения

- 80mA выход; драйвер головных телефонов
- Драйвер линии (модем)
- Драйвер катушки индуктивности для сенсоров
- 4 МГц GBP индекс: распределение RF-сигналов (управление усилителем мощности в мобильных телефонах)

- Малый шум ($9\text{ nV} / \text{Hz}$) и искажения: портативные аудио устройства, активные фильтры, измерительная техника.
- $V_{io} < 1\text{ mV}$: Измерительная техника, сенсорика

Заключение

Все более быстрый рост отечественного производства требует конкурентоспособных изделий с малой ценой, короткими сроками поставки и миниатюрных. ОУ STMicroelectronics как раз обладают всеми этими достоинствами. Задача конструктора правильно выбрать необходимый тип операционного усилителя. Задача дистрибьюторов ST поставить товар в срок. А сроки поставки по основным ОУ STMicroelectronics составляет 6 недель