

Фирма «Elantec Semiconductor, Inc.» основана в 1983 г. и является компанией, разрабатывающей и выпускающей аналоговые интегральные микросхемы для мультимедиа/видеоприменений, систем оптического хранения данных, контрольно-измерительной техники и аппаратуры связи. Это прежде всего быстродействующие прецизионные аналоговые микросхемы, имеющие низкую потребляемую мощность. Компания внимательно следит за требованиями времени и предлагает эффективные устройства для решения возникающих задач. На рынке полупроводниковых аналоговых схем компания придерживается четырех основных направлений — микросхемы для видеотехники, DC/DC-преобразователи, микросхемы для устройств оптического хранения данных и устройств DSL. Основные технологии — биполярная (в том числе с диэлектрической изоляцией) и КМОП-технология. В настоящее время фирма выпускает более 150 аналоговых микросхем, таких, как усилители, буферы, фидеры, ADSL-передатчики, мультиплексоры, DC/DC-преобразователи.

## ШИРОКОПОЛОСНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

«Elantec» выпускает более 50 типов микросхем широкополосных операционных усилителей с полосой пропускания до 1000 МГц. Схемотехнически это усилители с обратной связью по напряжению и усилители с токовой обратной связью (ОС). Основные различия этих схем приведены в таблице.

Микросхемы усилителей с обратной связью по напряжению построены по традиционной схемотехнике операционных усилителей и изготовлены по технологическому процессу быстродействующих высокочастотных биполярных микросхем. Усилители с токовой обратной связью существенно отличаются от них по схемотехнике и применению. В типичном операционном усилителе (ОУ) с токовой обратной связью между неинвертирующим (положительным) и инвертирующим (отрицательным) входом включен буфер с единичным усилением. Структурная схема представлена на Рис. 1.

Функция этого буфера состоит в том, чтобы поддерживать напряжение  $V_2$  на инвертирующем входе таким же, как и  $V_1$  — на неинвертирующем. Аналогичное действие оказывает отрицательная обратная связь, однако в данном случае результат совершенно не зависит от цепи обратной связи. Из-за низкого выходного сопротивления буфера входное сопротивление со стороны инвертирующего входа будет очень небольшим. Это сопротивление еще больше снижает отрицательная обратная связь. Потенциал  $V_2$  по отношению к  $V_1$  играет роль виртуаль-

ной земли. Ток  $I_{INV}$ , протекающий через инвертирующий вход, преобразуется в напряжение на выходе микросхемы.

Основное преимущество усилителя с токовой обратной связью перед усилителями, в которых обратная связь задается напряжением, обеспечивается двумя обстоятельствами: высокой скоростью нарастания и отсутствием прямой зависимости малосигнальной частотной характеристики от усиления в схеме с замкнутой обратной связью. Первая особенность определяется видом входных цепей и позволяет минимизировать время установления, исключить нелинейности и искажения, связанные с переходными процессами, уменьшить различие между полосами пропускания в режимах усиления слабых и сильных сигналов, а также обеспечить достаточную нагрузочную способность для работы с емкостными нагрузками на высоких скоростях. Второе свойство, обусловленное взаимодействием входного буфера и усилителя — преобразователя сопротивления, устраняет противоречие между величиной коэффициента усиления и шириной полосы. Кроме того, все подобные схемы устойчивы при единичном усилении независимо от емкости нагрузки и обладают линейными фазовыми характеристиками.

Оба класса усилителей имеют свои достоинства и недостатки, и конкретный выбор осуществляется разработчиком аппаратуры с учетом требуемых параметров устройства.

СРАВНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ С ТОКОВОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ И ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО НАПРЯЖЕНИЮ

Параметр	Усилители с токовой обратной связью	Усилители с обратной связью по напряжению
Ширина полосы пропускания в схеме с обратной связью	Практически не зависит от усиления	Зависит от усиления. С ростом усиления падает
Влияние цепи обратной связи	Параметры на высокой частоте зависят от величины резисторов цепи обратной связи	Параметры на высокой частоте не зависят от величины резисторов цепи обратной связи, а только от их отношения
Скорость нарастания выходного напряжения	Не имеет существенных внутренних ограничений и зависит от входного сигнала	Имеет внутренние ограничения
Источник преобладающих шумов	Токовый шум инвертирующего входа	Напряжения шума входных цепей
Импеданс инвертирующего и неинвертирующего входов	Сильно различаются	Практически одинаковы
Ток смещения	Существенная трудно устранимая разница в величине входных токов	Различие входных токов легко устраняется подбором входных цепей

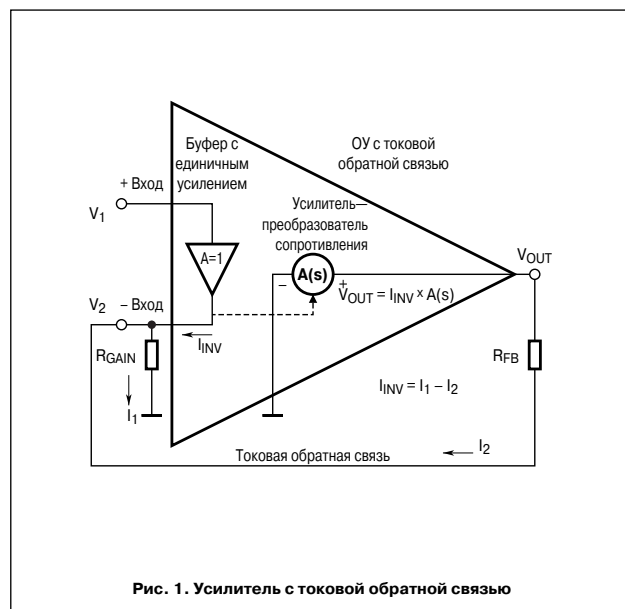


Рис. 1. Усилитель с токовой обратной связью

## ОСОБЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

## Обозначение параметров в таблицах

$BW$  — ширина полосы пропускания по уровню  $-3$  дБ  
 $K$  (min) — минимальное усиление  
 $V_{CC}$  — напряжение питания  
 $I_{CC}$  — ток потребления на 1 усилитель  
 $DG$  — погрешность дифференциального усиления

$DPh$  — погрешность фазы  
 $V_S$  — входное напряжение смещения (max)  
 $V_N$  — спектральная плотность напряжения шума  
 $SR$  — скорость нарастания напряжения на выходе  
 $I_{OUT}$  — выходной ток

## ОДИН УСИЛИТЕЛЬ В КОРПУСЕ

Типономинал	Особенности	$BW$ [МГц]	$K$ (min) [В/В]	$V_{CC}$ [В]	$I_{CC}$ [мА]	$DG$ [%]	$DPh$ [°]	$V_S$ (max) [мВ]	$V_N$ [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	$SR$ [В/мкс]	$I_{OUT}$ [мА]	Корпус
EL2020C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	50	1	$\pm 4.5... \pm 18$	9	0.1	0.1	10	6.6	500	32.5	DIP-8, SOL-20
EL2030C	♦ ОС по току	120	1	$\pm 3... \pm 18$	15	0.015	0.02	20	4	2000	85	DIP-8, SOL-20
EL2044C	♦ ОС по напряжению	120	1	$\pm 2... \pm 18$	5.2	0.04	0.15	7	15	325	75	DIP-8, SOP-8
EL2045C	♦ ОС по напряжению	100	2	$\pm 2... \pm 18$	5.2	0.02	0.07	7	15	275	75	DIP-8, SOP-8
EL2070C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	350	1	$\pm 4.7... \pm 7$	16	0.02	0.01	5.5	2.5	1600	70	DIP-8, SOP-8
EL2071C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	200	7	$\pm 4.5... \pm 7$	15	—	—	6	2.3	1200	70	DIP-8, SOP-8
EL2073C	♦ ОС по напряжению	300	1	$\pm 3... \pm 7$	21	0.01	0.015	1.5	2.3	250	70	DIP-8, SOP-8
EL2074C	♦ ОС по напряжению	400	2	$\pm 3... \pm 7$	21	0.01	0.015	1.5	2.3	400	70	DIP-8, SOP-8
EL2075C	♦ ОС по напряжению	400	10	$\pm 3... \pm 7$	21	0.01	0.015	1	2.3	800	70	DIP-8, SOP-8
EL2099C	♦ ОС по току	50	1	$\pm 4.5... \pm 16.5$	32	0.03	0.01	20	1.8	1000	800	TO220
EL2120C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	95	1	$\pm 2.5... \pm 16.5$	17	0.01	0.01	20	2.7	750	100	DIP-8, SOP-8
EL2130C	♦ ОС по току	85	1	$\pm 4.5... \pm 6$	17	0.03	0.1	10	4	625	85	DIP-8, SOP-8
EL2150C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может	150	1	$\pm 1.35... \pm 6.3$ или $+2.7... +12.6$	5	0.05	0.20	2	48	300	100	DIP-8, SOP-8, SOT23-5
EL2157C	♦ ОС по напряжению ♦ Выключение внешним сигналом ♦ Защита от выбросов напряжения на выходе ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может от минуса питания	150	1	$\pm 1.35... \pm 6.3$ или $+2.7... +12.6$	5	0.05	0.20	2	48	300	100	DIP-8, SOP-8
EL2160C	♦ ОС по току	180	1	$\pm 2... \pm 16.5$	6.4	0.025	0.12	10	5.1	1500	100	DIP-8, SOP-8
EL2166C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	115	1	$\pm 3... \pm 16.5$	7.5	0.025	0.04	10	4.8	1500	80	DIP-8, SOP-8
EL2170C	♦ ОС по току	70	1	$\pm 1.5... \pm 6.3$	1	0.15	0.15	15	5.1	800	100	DIP-8, SOP-8, SOT23-5
EL2171C	♦ ОС по току	200	7	$\pm 4.5... \pm 7$	15	—	—	6	2.3	1200	70	DIP-8, SOP-8
EL2176C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	70	1	$\pm 1.5... \pm 6.3$	1	0.15	0.15	15	5.1	800	100	DIP-8, SOP-8
EL2180C	♦ ОС по току	250	1	$\pm 1.5... \pm 6.3$	3	0.05	0.05	10	3	1200	100	DIP-8, SOP-8, SOT23-5
EL2186C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	250	1	$\pm 1.5... \pm 6.3$	3	0.05	0.05	10	3	1200	100	DIP-8, SOP-8
EL400C	♦ ОС по току	350	1	$\pm 4.5... \pm 7$	15	0.02	0.01	5.5	2.5	1600	70	DIP-8, SOP-8
EL5144C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться в диапазоне $-V_{CC}... +V_{CC}$	100	1	$\pm 4.75... \pm 5.25$	7	0.1	0.1	25	25	200	65	SOT23-5, QSOP-16
EL5146C	♦ ОС по напряжению ♦ Выключение внешним сигналом ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания	100	1	$\pm 4.75... \pm 5.25$	7	0.1	0.1	15	25	200	65	DIP-8, SOP-8, MSOP-10

## ОДИН УСИЛИТЕЛЬ В КОРПУСЕ

Окончание

Типоминал	Особенности	BW [МГц]	K (min) [В/В]	V <sub>CC</sub> [В]	I <sub>CC</sub> [мА]	DG [%]	DPh [°]	V <sub>S</sub> (max) [мВ]	V <sub>N</sub> [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	SR [В/мкс]	I <sub>OUT</sub> [мА]	Корпус
EL5191C	—	1000	1	±2.25...±5.5	9	0.005	0.005	15	—	3000	120	SOT23-5, SOP-8
EL5192C	—	700	1	±2.25...±5.5	6	0.01	0.01	10	—	2700	120	SOT23-5, SOP-8
EL5193C	—	400	1	±2.25...±5.5	4	0.01	0.05	10	—	2500	120	SOT23-5, SOP-8
EL5196C	—	400	Фикс. +1 -1 +2	±2.25...±5.5	6	0.01	0.01	10	—	2700	120	SOT23-5, SOP-8
EL5197C	—	400	Фикс. +1 -1 +2	±2.25...±5.5	4	0.01	0.05	10	—	2500	120	SOT23-5, SOP-8

## ДВА УСИЛИТЕЛЯ В КОРПУСЕ

Типоминал	Особенности	BW [МГц]	K (min) [В/В]	V <sub>CC</sub> [В]	I <sub>CC</sub> [мА]	DG [%]	DPh [°]	V <sub>S</sub> (max) [мВ]	V <sub>N</sub> [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	SR [В/мкс]	I <sub>OUT</sub> [мА]	Корпус
EL2210C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания	110	1	±4.5...±6.5 или +9...+13	6.8	0.1	0.2	20	15	130	125	DIP-8, SOP-8
EL2211C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания	100	2	±4.5...±6.5 или +9...+13	6.8	0.04	0.15	12	15	140	125	DIP-8, SOP-8
EL2244C	♦ ОС по напряжению	120	1	±2...±18	5.2	0.04	0.15	7	15	325	75	DIP-8, SOP-8
EL2245C	♦ ОС по напряжению	100	2	±2...±18	5.2	0.02	0.07	4	15	275	75	DIP-8, SOP-8
EL2250C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания	150	1	±1.35...±6.3 или +2.7...+12.6	5	0.05	0.20	2	48	300	100	DIP-8, SOP-8, SOT23-5
EL2257C	♦ ОС по напряжению ♦ Выключение внешним сигналом ♦ Защита от выбросов напряжения на выходе ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания	150	1	±1.35...±6.3 или +2.7...+12.6	5	0.05	0.20	2	48	300	100	DIP-14, SOP-14
EL2260C	♦ ОС по току	180	1	±2...±16.5	5.4	0.025	0.12	10	5.1	1500	100	DIP-8, SOIC-8
EL2270C	♦ ОС по току	70	1	±1.5...±6.3	1	0.15	0.15	15	5.1	800	55	DIP-8, SOIC-8, SOT23-5
EL2276C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	70	1	±1.5...±6.3	1	0.15	0.15	15	5.1	800	55	DIP-14, SOIC-14
EL2280C	♦ ОС по току	250	1	±1.5...±6.3	3	0.05	0.05	10	3	1200	55	DIP-8, SOP-8, SOT23-5
EL2286C	♦ ОС по току ♦ Выключение внешним сигналом	250	1	±1.5...±6.3	3	0.05	0.05	10	3	1200	55	DIP-14, SOP-14
EL5220C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться в диапазоне -V <sub>CC</sub> ...+V <sub>CC</sub> ♦ Выходное напряжение может изменяться в диапазоне -V <sub>CC</sub> ...+V <sub>CC</sub>	12	1	+4.5...+18	0.5	—	—	—	—	10	30	MSOP-8

## ДВА УСИЛИТЕЛЯ В КОРПУСЕ

Окончание

Типономинал	Особенности	BW [МГц]	K (min) [В/В]	V <sub>CC</sub> [В]	I <sub>CC</sub> [мА]	DG [%]	DPh [°]	V <sub>S</sub> (max) [мВ]	V <sub>N</sub> [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	SR [В/мкс]	I <sub>OUT</sub> [мА]	Корпус
EL5244C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по напряжению</li> <li>♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания</li> <li>♦ Входное напряжение может изменяться в диапазоне <math>-V_{CC}...+V_{CC}</math></li> </ul>	100	1	±4.75...±5.25	7	0.1	0.1	15	25	200	65	DIP-8, SOP-8, SOT23-5, QSOP-16
EL5246C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по напряжению</li> <li>♦ Выключение внешним сигналом</li> <li>♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания</li> <li>♦ Входное напряжение может изменяться в диапазоне <math>-V_{CC}...+V_{CC}</math></li> </ul>	100	1	±4.75...±5.25	7	0.1	0.1	25	25	200	65	DIP-14, SOP-14, MSOP-10
EL5292C	—	700	1	±2.25...±5.5		0.01	0.01	10		2700	120	SOP-8, MSOP-10
EL5293C	—	400	1	±2.25...±5.5		0.01	0.05	10		2500	120	SOP-8, MSOP-10

## ТРИ УСИЛИТЕЛЯ В КОРПУСЕ

Типономинал	Особенности	BW [МГц]	K (min) [В/В]	V <sub>CC</sub> [В]	I <sub>CC</sub> [мА]	DG [%]	DPh [°]	V <sub>S</sub> (max) [мВ]	V <sub>N</sub> [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	SR [В/мкс]	I <sub>OUT</sub> [мА]	Корпус
EL2357C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по напряжению</li> <li>♦ Выключение внешним сигналом</li> <li>♦ Защита от выбросов напряжения на выходе</li> <li>♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания</li> <li>♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания</li> </ul>	150	1	±1.35...±6.3 или +2.7...+12.6	5	0.05	0.20	6	48	300	100	DIP-16, SOP-16
EL2360C	♦ ОС по току	180	1	±2...±16.5	5.7	0.025	0.12	10	5.1	1500	100	DIP-16, SOP-16
EL2386C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по току</li> <li>♦ Выключение внешним сигналом</li> </ul>	250	1	±1.5...±6.3	3	0.05	0.05	10	3	1200	55	DIP-16, SOP-16
EL4393C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по току</li> <li>♦ Выключение внешним сигналом</li> </ul>	80	1	±4...±16.5	7	0.03	0.09	15	26	960	70	DIP-16, SOP-16
EL5392C	—	400	1	±2.25...±5.5	6	0.01	0.01	10	—	2700	120	SOP-16, QSOP-16
EL5393C	—	400	1	±2.25...±5.5		0.01	0.05	10	—	2500	120	SOP-16, QSOP-16
EL5396C	—	400	Фикс. +1 -1 +2	±2.25...±5.5	6	0.01	0.01	10	—	2700	120	SOP-16, QSOP-16
EL5397C	—	400	Фикс. +1 -1 +2	±2.25...±5.5	4	0.01	0.05	10	—	2500	120	SOP-16, QSOP-16

## ЧЕТЫРЕ УСИЛИТЕЛЯ В КОРПУСЕ

Типономинал	Особенности	BW [МГц]	K (min) [В/В]	V <sub>CC</sub> [В]	I <sub>CC</sub> [мА]	DG [%]	DPh [°]	V <sub>S</sub> (max) [мВ]	V <sub>N</sub> [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	SR [В/мкс]	I <sub>OUT</sub> [мА]	Корпус
EL2410C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по напряжению</li> <li>♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания</li> <li>♦ Выходное напряжение может изменяться от нуля</li> </ul>	110	1	±4.5...±6.5 или +9...+13	6.8	0.1	0.2	20	15	130	125	DIP-14, SOP-14
EL2411C	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ОС по напряжению</li> <li>♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания</li> <li>♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания</li> </ul>	100	2	±4.5...±6.5 или +9...+13	6.8	0.04	0.15	12	15	140	125	DIP-14, SOP-14
EL2444C	♦ ОС по напряжению	120	1	±2...±18	5.2	0.04	0.15	7	15	325	75	DIP-14, SOP-14
EL2445C	♦ ОС по напряжению	100	2	±2...±18	5.2	0.02	0.07	4	15	275	75	DIP-14, SOP-14

ЧЕТЫРЕ УСИЛИТЕЛЯ В КОРПУСЕ

Окончание

Типоминал	Особенности	BW [МГц]	K (min) [В/В]	V <sub>CC</sub> [В]	I <sub>CC</sub> [мА]	DG [%]	DPh [°]	V <sub>S</sub> (max) [мВ]	V <sub>N</sub> [нВ/Гц <sup>1/2</sup> ]	SR [В/мкс]	I <sub>OUT</sub> [мА]	Корпус
EL2450C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться от минуса питания ♦ Выходное напряжение может изменяться от минуса питания	150	1	±1.35...±6.3 или +2.7...+12.6	5	0.05	0.20	2	48	300	100	DIP-14, SOP-14, SOT23-5
EL2460C	♦ ОС по току	180	1	±2...±16.5	5.4	0.025	0.12	10	5.1	1500	100	DIP-14, SOP-14
EL2470C	♦ ОС по току	70	1	±1.5...±6.3	1	0.15	0.15	15	5.1	800	55	DIP-14, SOP-14, SOT23-5
EL2480C	♦ ОС по току	250	1	±1.5...±6.3	3	0.05	0.05	10	3	1200	55	DIP-14, SOP-14, SOT23-5
EL5420C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться в диапазоне -V <sub>CC</sub> ...+V <sub>CC</sub> ♦ Выходное напряжение может изменяться в диапазоне -V <sub>CC</sub> ...+V <sub>CC</sub>	12	1	+4.5...+18	0.5	25	25	—	—	10	30	TSSOP-14
EL5444C	♦ ОС по напряжению ♦ Входное напряжение может изменяться в диапазоне -V <sub>CC</sub> ...+V <sub>CC</sub> ♦ Выходное напряжение может изменяться в диапазоне -V <sub>CC</sub> ...+V <sub>CC</sub>	100	1	±4.75...±5.25	7	0.1	0.1	15	25	200	65	DIP-14, SOP-14, SOT23-5, QSOP-16

**EL2030C** Микросхема усилителя на 120 МГц с токовой обратной связью

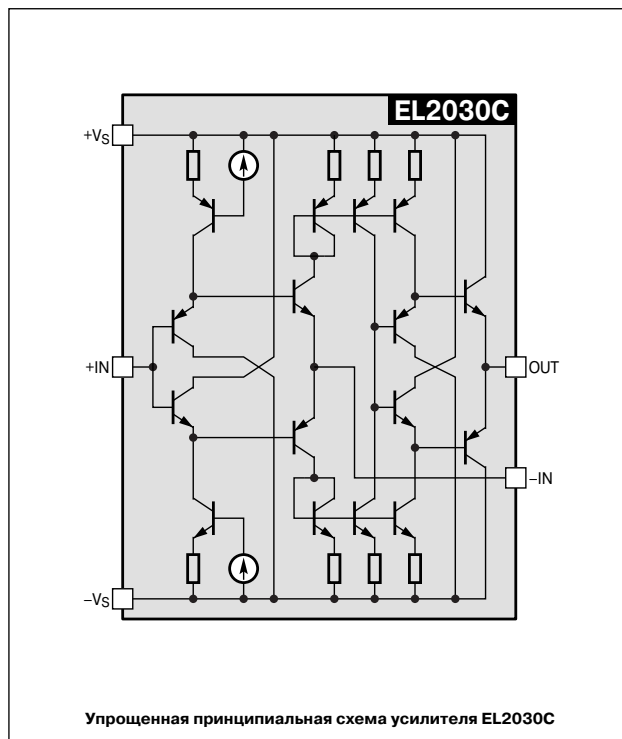
Микросхема EL2030C является быстродействующим усилителем с полосой пропускания 120 МГц и токовой обратной связью. Микросхема оптимизирована для работы с коэффициентом усиления в диапазоне -10...+10.

При напряжении питания до ±15 В и скорости нарастания сигнала на выходе до 2000 В/мкс микросхема способна работать на нагрузку 200 Ом с амплитудой выходного сигнала ±10 В на частоте 30 МГц. На малом уровне сигнала при коэффициенте усиления 2 полоса пропускания составляет 110 МГц (95 МГц при коэффициенте усиления 10). В применении с единичным усилением (в качестве буфера) полоса достигает 120 МГц.

Микросхема имеет очень низкую дифференциальную погрешность усиления и фазы, низкий уровень шума и время установления импульса выходного напряжения амплитудой 10 В — 40 нс с точностью 0.25%. Имеет встроенную защиту от КЗ.

**Особенности**

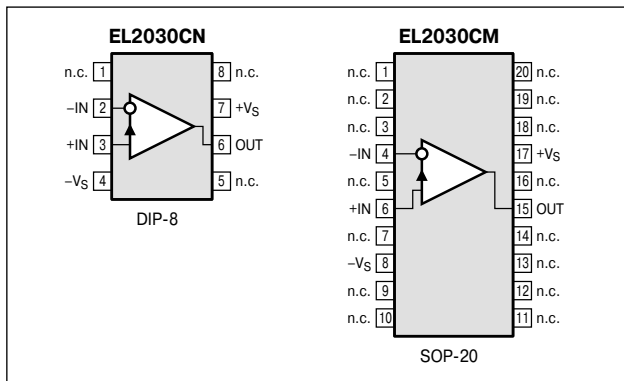
- ♦ Полоса пропускания по уровню -3 дБ при коэффициенте усиления 1 ..... 120 МГц
- ♦ Полоса пропускания по уровню -3 дБ при коэффициенте усиления 2 ..... 110 МГц
- ♦ Для сигналов PAL и NTSC погрешность дифференциального усиления и фазы ..... 0.01% и 0.01°
- ♦ Для сигналов ТВЧ (HDTV) погрешность дифференциального усиления и фазы ..... 0.05% и 0.02°
- ♦ Скорость нарастания сигнала на выходе ..... 2000 В/мкс
- ♦ Выходной ток ..... 65 мА
- ♦ Работа на нагрузку 200 Ом с амплитудой выходного сигнала ..... ±10 В
- ♦ При проведении тестовых измерений микросхема проверяется при напряжениях питания ±5 и ±15 В
- ♦ Низкий уровень шума ..... 4 нВ/Гц<sup>1/2</sup>
- ♦ Токовая обратная связь
- ♦ Время установления ступенчатого выходного сигнала (10 В/0.25%) ..... 40 нс
- ♦ Низкая цена
- ♦ Диапазон рабочих температур ..... -40...+85°C
- ♦ Корпус DIP-8 (EL2030CN) и SOP-20 (EL2030CM)



Упрощенная принципиальная схема усилителя EL2030C

**Применение**

- ♦ Видеоусилители
- ♦ Устройства распределения видеосигнала
- ♦ Усилители ТВЧ
- ♦ Преобразователи напряжение—ток
- ♦ Драйверы коаксиальных линий



НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ

DIP-8	SOP-20	Обозначение	Назначение
2	4	-IN	Инвертирующий вход
3	6	+IN	Неинвертирующий вход
4	8	-Vs	Минус питания
6	15	OUT	Выход
7	17	+Vs	Плюс питания
1, 5, 8	1...3, 5, 7, 9...14, 16, 18...20	n.c.	Не используются

**EL2074C** Микросхема усилителя на 400 МГц с обратной связью по напряжению

Микросхема EL2074C является быстродействующим усилителем с полосой пропускания 400 МГц и обратной связью по напряжению. Обеспечивает устойчивую работу при коэффициенте усиления 2 и более. Микросхема имеет высокое быстродействие, малую погрешность дифференциального усиления и фазы и быстрое время установления.

Выходной ток не менее 50 мА в диапазоне рабочих температур. Полоса пропускания сигнала 400 МГц при коэффициенте усиления 2. Очень низкое входное напряжение смещения — 200 мкВ, входной ток 2 мкА и полностью симметричный дифференциальный вход.

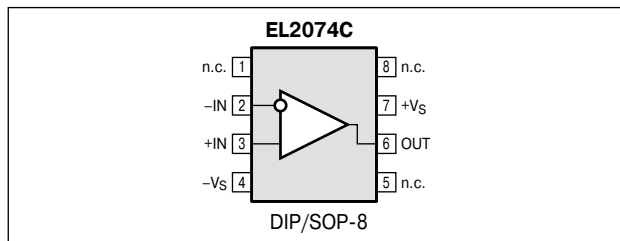
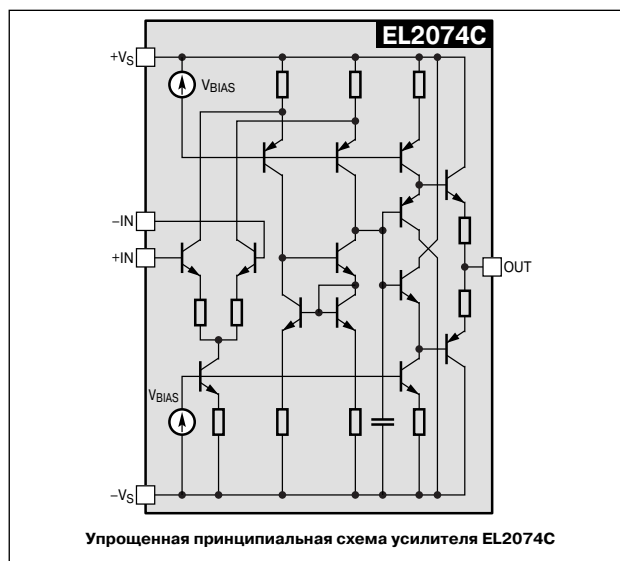
Обратная связь по напряжению позволяет применять в контуре обратной связи реактивные и нелинейные элементы. Подобное сочетание быстродействия и точности делает микросхему идеальной для применения в схемах усилителей с коэффициентом усиления 2 и более, активных фильтрах, интеграторах, схемах выборки и хранения и логарифмических усилителях. Малые искажения сигнала, быстрое время установления и большой выходной ток позволяют применять микросхему в сигнальных процессорах и цифровых системах.

**Особенности**

- ◆ Полоса пропускания по уровню -3 дБ при коэффициенте усиления 2 . . . . . более 2400 МГц
- ◆ Устойчивость при коэффициенте усиления 2 и более
- ◆ Обратная связь по напряжению
- ◆ Для сигналов PAL и NTSC погрешность дифференциального усиления и фазы . . . . . 0.01% и 0.015°
- ◆ Низкое входное напряжение смещения . . . . . 200 мкВ
- ◆ Низкий входной ток . . . . . 2 мкА
- ◆ Входной ток смещения . . . . . 0.1 мкА
- ◆ Выходной ток (в диапазоне рабочих температур) . . . . . 50 мА
- ◆ Малое время установления с погрешностью 0.1% . . . . . 13 нс
- ◆ Низкие гармонические искажения. На частоте 20 МГц для сигнала 2 В при усилении 2:
  - для 2-й гармоники . . . . . -55 дБ
  - для 3-й гармоники . . . . . -70 дБ
- ◆ Диапазон рабочих температур . . . . . 0...+75°C
- ◆ Корпус DIP-8 (EL2074CN) и SOP-8 (EL2074CM)

**Применение**

- ◆ Видеотехника с высоким разрешением
- ◆ Активные фильтры и интеграторы
- ◆ Быстродействующие сигнальные процессоры
- ◆ Буферы ЦАП/АЦП
- ◆ Импульсные и радиочастотные усилители
- ◆ Приемники с *p-i-n*-диодами
- ◆ Логарифмические усилители
- ◆ Усилители фотоумножителей
- ◆ Быстродействующие схемы выборки и хранения



НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ

PDIP-8, SO-8	Обозначение	Назначение
2	-IN	Инвертирующий вход
3	+IN	Неинвертирующий вход
4	-Vs	Минус питания
6	OUT	Выход
7	+Vs	Плюс питания
1, 5, 8	n.c.	Не используются

## EL5191C Микросхема усилителя на 1000 МГц с токовой обратной связью

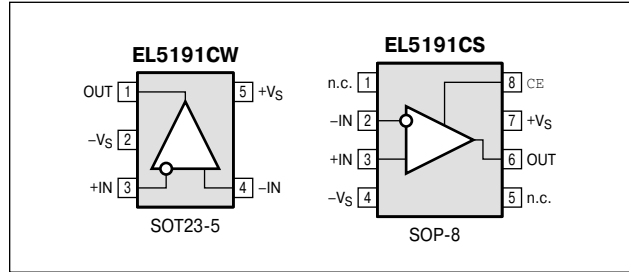
Микросхема EL5191C является быстродействующим усилителем, который может работать на частоте до 1000 МГц. Допускает двухполярное и однополярное питание от 5 до 10 В с током потребления 9 мА. Микросхема собирается в миниатюрный 5-выводной корпус SOT23-5 или 8-выводной SOP-8. Вариант микросхемы в корпусе SOP-8 имеет дополнительный вывод включения/выключения микросхемы. Скорости включения и выключения составляют 25 и 10 нс соответственно. Диапазон рабочих температур  $-40...+85^{\circ}\text{C}$ .

### Особенности

- ♦ Полоса пропускания по уровню  $-3$  дБ ..... 1000 МГц
- ♦ Напряжение питания — однополярное или двухполярное ..... 5...10 В
- ♦ Ток потребления ..... 9 мА
- ♦ Обратная связь по току
- ♦ Допускает включение и выключение внешним сигналом (в корпусе SO-8)
- ♦ Время включения/выключения ..... 25/10 нс
- ♦ Диапазон рабочих температур .....  $-40...+85^{\circ}\text{C}$
- ♦ Выпускается в миниатюрном корпусе SOT23-5 (EL5191CW) и SOP-8 (EL5191CS)

### Применение

- ♦ Видеоусилители
- ♦ Драйверы кабельных линий связи
- ♦ RGB-усилители
- ♦ Контрольно-измерительное и тестовое оборудование
- ♦ Преобразователи напряжение—ток



### НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ

SOT23-5	SOP-8	Обозначение	Назначение
1	6	OUT	Выход
2	4	$-V_s$	Минус питания
3	3	+IN	Неинвертирующий вход
4	2	$-IN$	Инвертирующий вход
5	7	$+V_s$	Плюс питания
—	8	CE	Включение (ВЫСОКИЙ уровень на выводе) и выключение (НИЗКИЙ уровень, или вывод не используется)
—	1, 5	п.с.	Не используются

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Применение высокочастотных усилителей может поставить перед разработчиком аппаратуры ряд проблем, связанных с возникновением генерации, подъемов на АЧХ и выбросов на фронтах импульсов. Все это приводит к неустойчивой работе усилителя в аппаратуре. Рассмотрим основные причины, приводящие к неустойчивости, и методы их устранения.

**Фазовый сдвиг сигнала при усилении.** На Рис. 2 приведены кривые Боде, которые объясняют причину возникновения возбуждения усилителей.

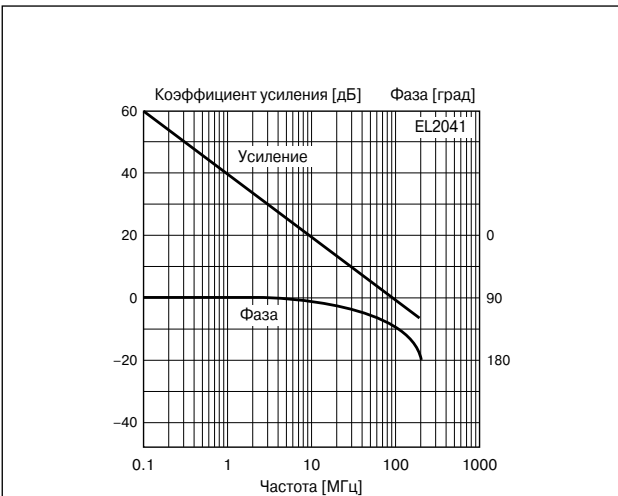


Рис. 2. Кривые Боде — АЧХ и ФЧХ усилителя EL2041 без обратной связи

Из графика видно, что на частоте единичного усиления 100 МГц запас по фазе сигнала составляет  $45^{\circ}$ . Запас по фазе является разницей между фазовым сдвигом на частоте единичного усиления и  $180^{\circ}$ . Необходимо иметь в виду, что уменьшение запаса по фазе может привести к появлению подъемов на АЧХ, выбросов на фронтах импульсов и изменению времени установления. На Рис. 3 приведены нормализованные АЧХ в зависимости от величины запаса по фазе.

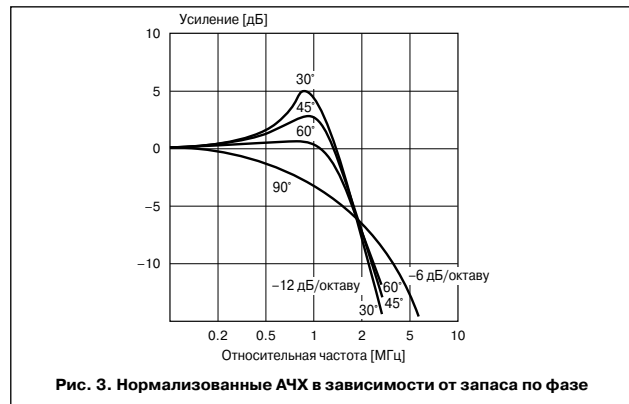


Рис. 3. Нормализованные АЧХ в зависимости от запаса по фазе

**Применение буферных усилителей в петле обратной связи.** Иногда для изоляции входных цепей от выходных разработчики используют буферные усилители с единичным усилением. В этом случае необходимо учитывать величину дополнительного сдвига по фазе, которую создает буферный усилитель на частоте единичного усиления системы в целом. Возможными решениями являются выбор широкополосного буфера с незначительными фазовыми сдвигами в полосе рабочих частот работы системы или расположение буфера вне петли обратной связи.

**Развязка цепей питания.** На Рис. 4 изображена схема включения усилителя, в которой цепи питания имеют заметную паразитную индуктивность.

Выходной ток, пропорциональный сигналу, протекая через паразитные индуктивности, приводит к появлению изменяющегося напряжения на выводах питания. Это напряжение находится в фазе с выходным сигналом и может проникать на вход через паразитные емкости печатной платы, вызывая генерацию. Единственный выход — шунтирование выводов питания дисковыми керамическими конденсаторами. Удивительным является то, что конденсатор емкостью 0.01 мкФ, как правило, работает лучше, чем емкостью 0.1 мкФ. Это связано с большей паразитной индуктивностью у конденсатора с большей емкостью. Минимальную паразитную индуктивность имеют чип-конденсаторы. Для схем, работающих на больших токах нагрузки, необходимо применять танталовые электролитические конденсаторы. Общее правило таково — на каждые 100 мА тока нагрузки необходимо 4.7 мкФ емкости конденсатора. Конденсаторы необходимо устанавливать по каждой шине питания, на минимальном расстоянии от выводов микросхемы, тщательно заземляя.

Довольно часто в микросхемах усилителей внутренние корректирующие конденсаторы подключаются на внутренние шины, идущие от выводов питания, используя их как землю по переменному сигналу. В этом случае плохая развязка шин питания также приведет к генерации.

Кроме того, подавление пульсаций по цепям питания ухудшается с ростом частоты, поэтому высокочастотные шумы, попадающие на цепи питания системы, могут приводить к искажению сигнала.

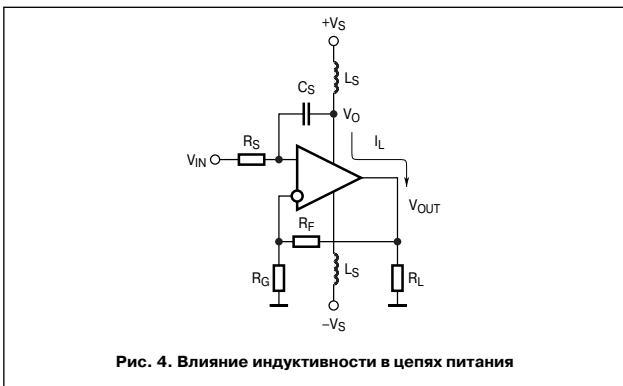


Рис. 4. Влияние индуктивности в цепях питания

**Влияние паразитной емкости на входе.** Импеданс входного источника сигнала и паразитная емкость на входе образуют фильтр низкой частоты, который приводит к дополнительному сдвигу фазы сигнала. Этот сдвиг фазы необходимо учитывать при расчете запаса по фазе, иначе можно столкнуться с генерацией. Величина дополнительного сдвига фазы, связанного с паразитной входной емкостью, составляет:

$$d\phi = \arctan(f_u/f_c),$$

где  $f_u$  — частота единичного усиления усилителя, а  $f_c$  определяется по формуле:

$$f_c = 1/(2\pi(R_G || R_F C_S)),$$

где  $R_G$  — выходное сопротивление источника сигнала,  $R_F$  — величина резистора обратной связи усилителя,  $C_S$  — паразитная емкость на входе.

Для схемы повторителя напряжения, приведенной на Рис. 5, при величине  $C_S = 2$  пФ дополнительный сдвиг фазы составит  $51^\circ$ .

Если применить микросхему EL2041, кривые Боде для которой приведены на Рис. 2, то усилитель будет возбуждаться.

Возможным решением проблемы является шунтирование резистора обратной связи конденсатором, однако требуемые для этого значения емкости сильно зависят от паразитных цепей и имеют очень маленькие и нестандартные значения. Поэтому желательно по возможности уменьшать выходные импедансы источника сигнала и паразитные емкости.

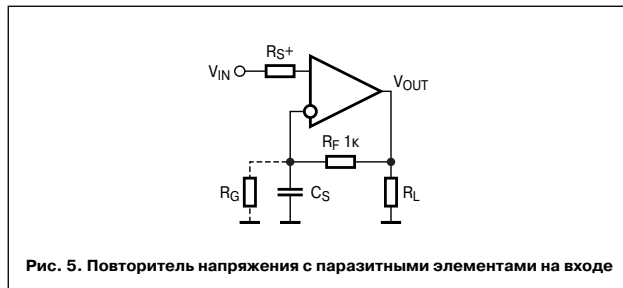


Рис. 5. Повторитель напряжения с паразитными элементами на входе

**Емкостная нагрузка.** Типичная схема усилителя с емкостной нагрузкой приведена на Рис. 6. Емкость нагрузки  $C_L$  вместе с выходным сопротивлением усилителя при разорванной обратной связи  $R_O$  образует фильтр низкой частоты, приводящий к дополнительному сдвигу фазы, величина которого рассчитывается по формуле:

$$d\phi = \arctan(f_u/f_c),$$

где  $f_u$  — частота единичного усиления, а  $f_c$  определяется по формуле:

$$f_c = 1/(2\pi(R_O C_L)).$$

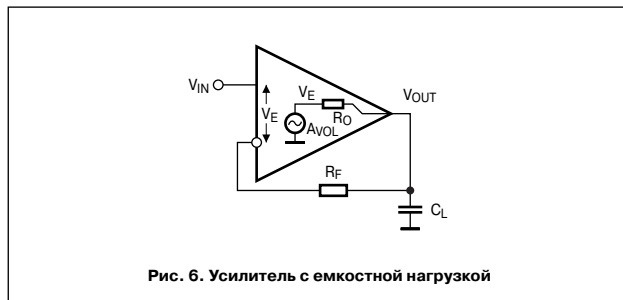


Рис. 6. Усилитель с емкостной нагрузкой

Для компенсации емкостного характера нагрузки можно применять индуктивность, включенную параллельно нагрузке. Но при этом возникает резонансная цепь, дающая колебания на выходе.

Наиболее простым способом решения проблемы является использование демпфирующей цепочки из последовательно включенных резистора и конденсатора, как это показано на Рис. 7.

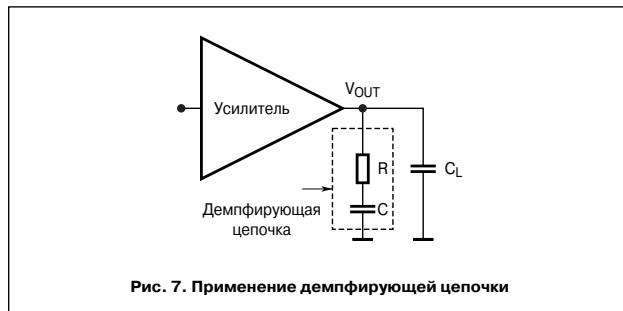


Рис. 7. Применение демпфирующей цепочки



Емкость конденсатора в демпфирующей цепочке выбирается равной  $C_L$ , а резистор рассчитывается по формуле:

$$R = 1/(2\pi f C_L),$$

где  $f$  — частота выбросов на выходном сигнале, которые необходимо демпфировать. На практике может потребоваться подбор резистора для каждого конкретного устройства.

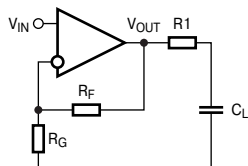


Рис. 8. Стандартный способ решения проблемы емкостной нагрузки

Усилители с токовой обратной связью предоставляют специфический способ решения проблем неустойчивости. Поскольку в них полоса пропускания зависит от величины резистора обратной связи, то этот резистор можно увеличить, чтобы уменьшить полосу пропускания и снять нестабильность. При этом подбором резистора можно

обеспечить лишь минимально необходимое сокращение полосы пропускания сигнала.

Стандартный способ решения проблемы емкостной нагрузки — подключить на выходе усилителя резистор последовательно с нагрузкой (см. **Рис. 8**).

Недостаток этой методики заключается в том, что, устраняя подъем АЧХ, резистор  $R1$  увеличивает время установления сигнала на выходе, в то время как демпфирующая цепочка, рассмотренная выше, устраняя подъем АЧХ, не влияет на время установления.

**Печатные платы и компоненты схемы.** Проектирование печатных плат и разводка земли требуют особого искусства от разработчика. Рекомендуется прерывать области земли в окрестностях входных выводов для уменьшения паразитных емкостей. Области земли должны проектироваться так, чтобы исключить протекание токов нагрузки в окрестности входных цепей.

Рекомендуется использовать полугибкие коаксиальные кабели для подвода и снятия сигналов со схемы.

Выбор компонентов схемы необходимо осуществлять особо внимательно. Нельзя подключать микросхемы в корпусах типа SO через контактные колодки. При необходимости оперативной замены корпусов микросхем необходимо использовать корпуса типа DIP и соответствующие контактные колодки. Остальные компоненты желательно использовать в модификации для поверхностного монтажа: чип-резисторы и чип-конденсаторы — наилучший выбор для высокочастотных схем.

Для лучшего понимания проблем проектирования рекомендуется использовать демонстрационные платы, предлагаемые фирмой-разработчиком.