

[metrologiya.com/Метрология/Курсы](#)
Повышение квалификации метрологов

Центр дистанционной переподготовки персонала в Москве. Звоните сейчас!

- Направления подготовки
- Выдаваемые документы
- Контакты
- Отзывы

[spb-gsm.ru/Усиление-связи](#)
Плохой сигнал сотовой связи?

Усилим **связь** в любом помещении за 1 день! Цена на сайте. в октябре скидки!

- Выезд бесплатно
- Усилим сигнал в 25 раз
- Все операторы
- Акция в октябре

[amelconnector.ru](#)
Соединители низкочастотные!

Силовые и промышленные **разъемы!** Аналоги LEMO, PC, 2PM, 2PMД, 2PMГ, ШР, ОНЦ. Звоните!

- Серия FQ
- Серия KP2
- Серия Q

[elmigroup.ru](#)
Прямоугольный разъем Oukerui!

Низкая цена. Параметрический поиск. Гарантия! Образцы. Жми!

- Вставки
- Корпуса
- Контакты

[Акссесуары](#)

Операционный усилитель

Начинающим | 13 Февраль 2011 | DI HALT | 185 Comments

Что то часто мне стали задавать вопросы по аналоговой электронике. Никак сессия студентов за яцы взяла? ;) Ладно, давно пора двинуть небольшой ликбезик. В частности по работе операционных усилителей. Что это, с чем это едят и как это обсчитывать.

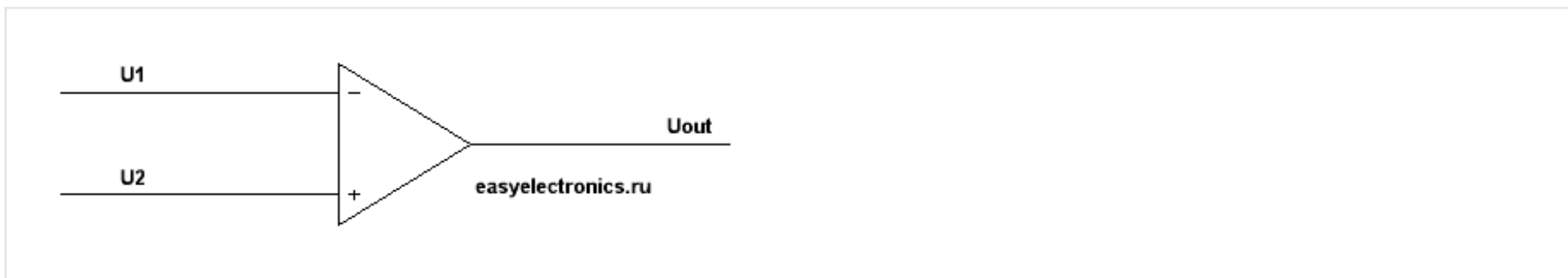
Что это

Операционный усилитель это усилко с двумя входами, невые... гхм... большим коэффициентом усиления сигнала и одним выходом. Т.е. у нас $U_{вых} = K \cdot U_{вх}$ а K в идеале равно бесконечности. На практике, конечно, там числа поскромней. Скажем 1000000. Но даже такие числа взрывают мозг при попытке их применить напрямую. Поэтому, как в детском саду, одна елочка, две, три, много елочек — у нас тут много усиления ;) И баста.

А входа два. И один из них прямой, а другой инверсный.

Более того, входы высокоомные. Т.е. их входное сопротивление равно бесконечности в идеальном случае и **ОЧЕНЬ** много в реальном. Счет там идет на сотни МегаОм, а то и на гигаомы. Т.е. оно замеряет напряжение на входе, но на него влияет минимально. И можно считать, что ток в ОУ не течет.

Напряжение на выходе в таком случае обсчитывается как:



$$U_{out} = (U_2 - U_1) \cdot K$$

Очевидно, что если на прямом входе напряжение больше чем на инверсном, то на выходе плюс бесконечность. А в обратном случае будет минус бесконечность.

Разумеется в реальной схеме плюс и минус бесконечности не будет, а их замещать будет максимально высокое и максимально низкое напряжение питания усилителя. И у нас получится:

Компаратор

Устройство позволяющее сравнивать два аналоговых сигнала и выносить вердикт — какой из сигналов больше. Уже интересно. Применений ему можно придумать массу. Кстати, тот же компаратор встроен в большую часть микроконтроллеров и как им пользоваться я показывал на примере AVR в статьях [про использование аналогового компаратора](#) и про создание [на его базе АЦП](#). Также компаратор замечательно используется для создания [всех ШИМ сигналов](#).

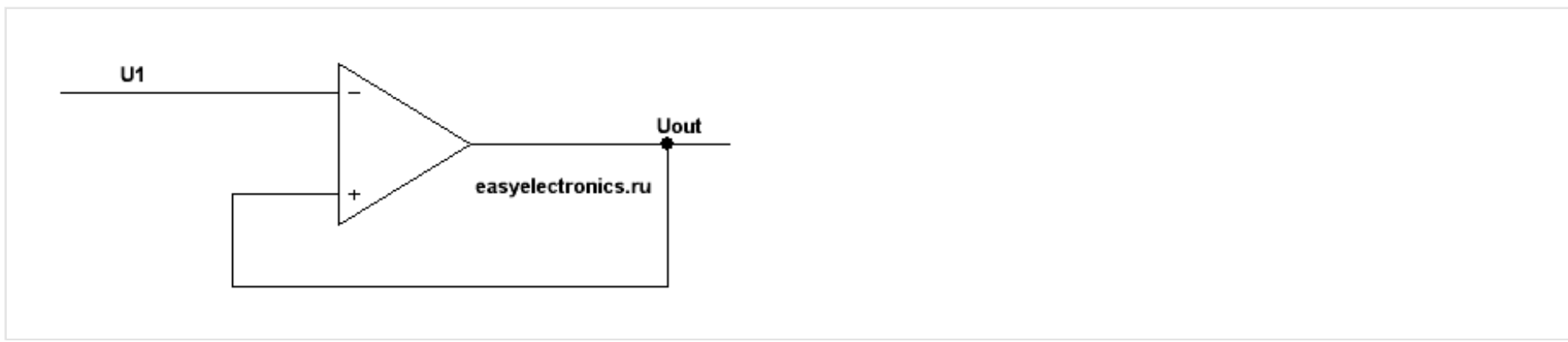
Но одним компаратором дело не ограничивается, ведь если ввести обратную связь, то из ОУ можно сделать очень многое.

Обратная связь

Если мы сигнал возьмем со выхода и отправим прямиком на вход, то возникнет обратная связь.

Положительная обратная связь

Возьмем и загоним в прямой вход сигнал сразу с выхода.



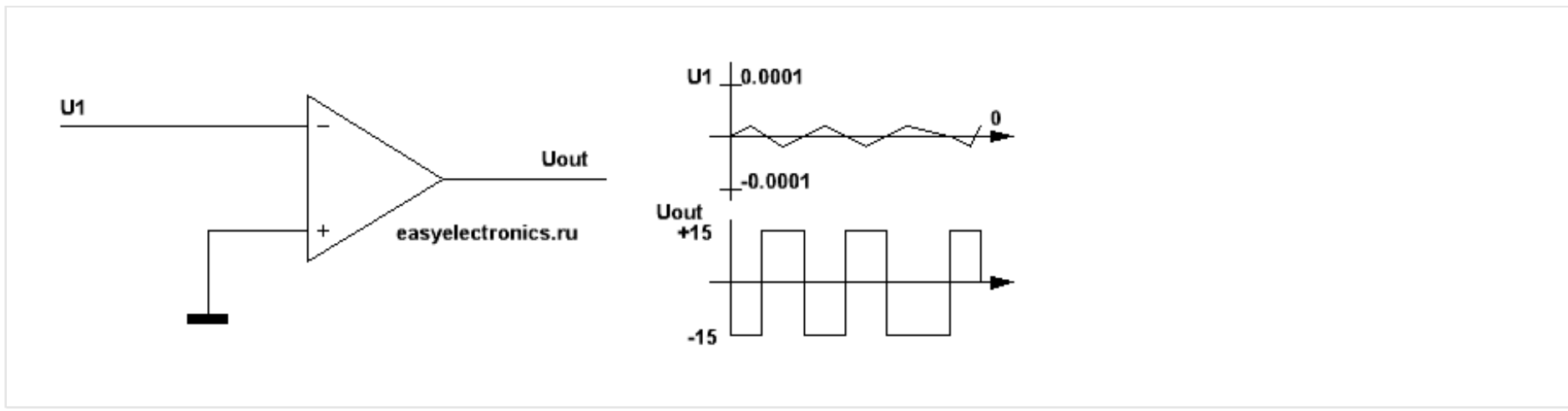
Что получим? А ничего интересного, процесс пойдет по следующей цепочке событий.

$$U_{out} = (0 - U_1) \cdot K = -K \cdot U_1$$
$$U_{out}' = (-K \cdot U_1 - U_1) \cdot K_1 \dots$$

В общем, выход мгновенно свалится в бесконечные минуса, а в реале ляжет на шину отрицательного питания и усе. Поэтому такое включение применяется крайне редко. Например в триггере Шмитта для обеспечения гистерезиса.

Триггер Шмитта

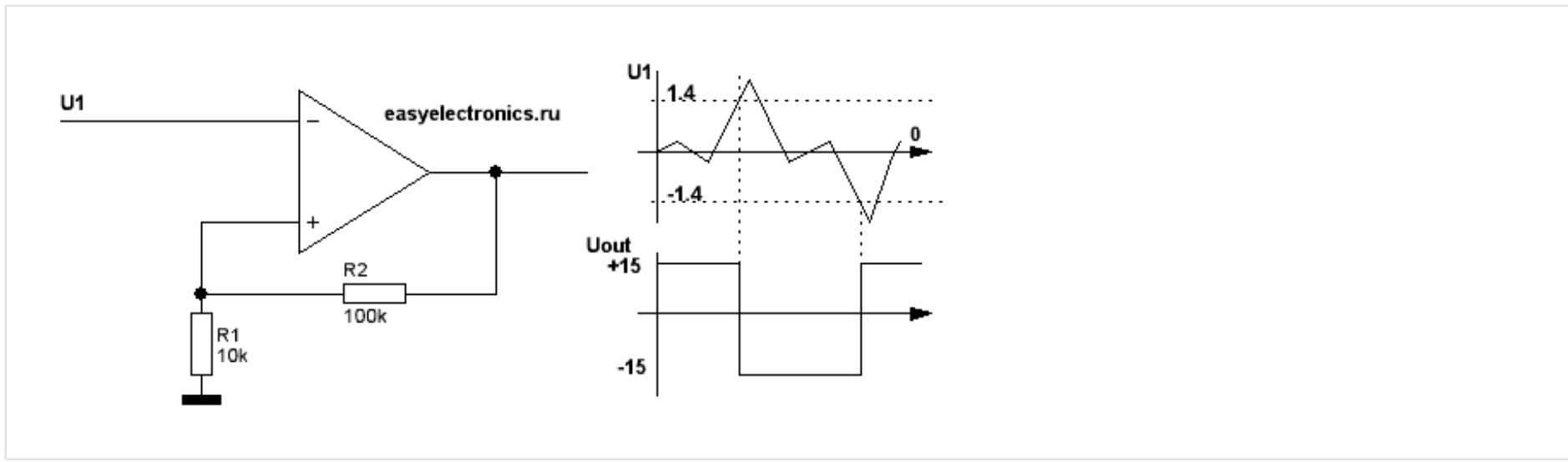
Представим себе компаратор включенный по такой вот схеме и запитанный от +/- 15 вольт:



- Напряжение U1 больше нуля — на выходе -15 вольт
- Напряжение U1 меньше нуля — на выходе +15 вольт

А что будет если напряжение будет равно нулю? По идее на выходе должен быть ноль. Но в реальности напряжение НИКОГДА не будет равно нулю. Ведь даже если на один электрон заряд правого перевесит заряд левого, то уже этого достаточно, чтобы на бесконечном усилении вкатить потенциал на выход. И на выходе начнется форменный ад — скачки сигнала то туда, то сюда со скоростью случайных возмущений, наводящихся на входы компаратора.

Для решения этой проблемы вводят гистерезис. Т.е. своего рода зазор между переключениями из одного состояния в другое. Для этого вводят положительную обратную связь, вот так:



Считаем, что на инверсном входе в этот момент +10 вольт. На выходе с ОУ минус 15 вольт. На прямом входе уже не ноль, а небольшая часть выходного напряжения с делителя. Примерно -1.4 вольта Теперь, пока напряжение на инверсном входе не снизится ниже -1.4 вольта выход ОУ не сменит своего напряжения. А как только напряжение станет ниже -1.4, то выход ОУ резко перебросится в +15 и на прямом входе будет уже смещение в +1.4 вольта.

И для того, чтобы сменить напряжение на выходе компаратора сигналу U1 надо будет увеличиться на целых 2.8 вольта, чтобы добраться до верхней планки в +1.4.

Возникает своеобразный зазор где нет чувствительности, между 1.4 и -1.4 вольтами. Ширина зазора регулируется соотношениями резисторов в R1 и R2. Пороговое напряжение высчитывается как $U_{out} / (R1 + R2) \cdot R1$ Скажем 1 к 100 даст уже +/-0.14 вольт.

Но все же ОУ чаще используют в режиме с отрицательной обратной связью.

Отрицательная обратная связь

Окей, воткнем по другому:



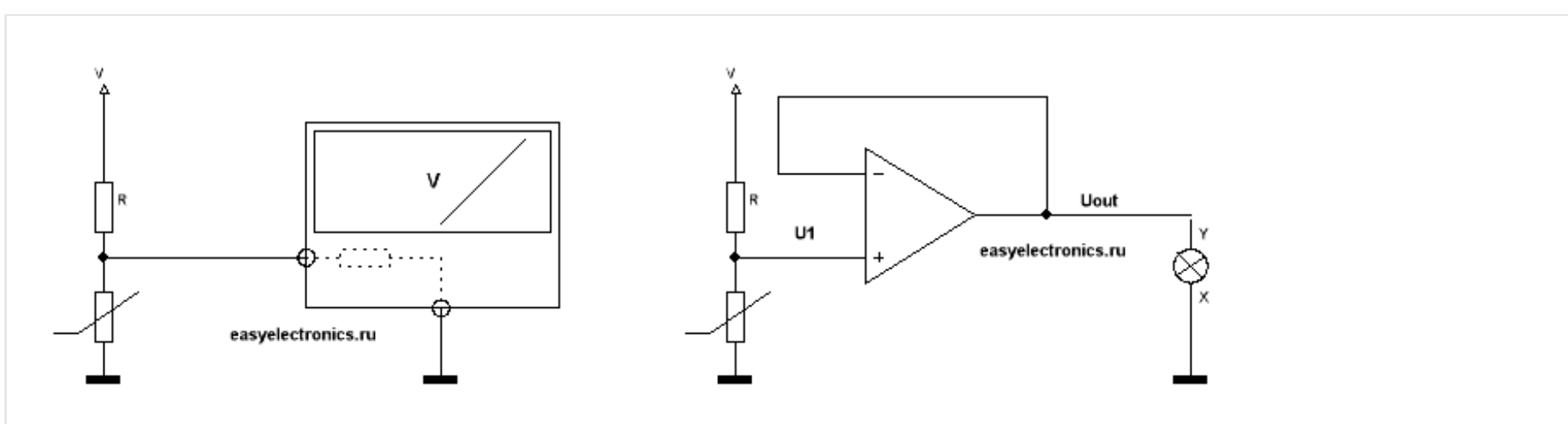
В случае отрицательной обратной связи у ОУ появляется интересное свойство. Он всегда будет пытаться так подогнать свое выходное напряжение, чтобы напряжения на входах были равны, в результате давая нулевую разность. Пока я в великой книге от товарищей Хоровица и Хилла это не прочитал никак не мог въехать в работу ОУ. А оказалось все просто.

Повторитель

И получился у нас повторитель. Т.е. на входе U_1 , на инверсном входе $U_{out} = U_1$. Ну и получается, что $U_{out} = U_1$.

Спрашивается нафига нам такое счастье? Можно же было напрямую кинуть провод и не нужен будет никакой ОУ!

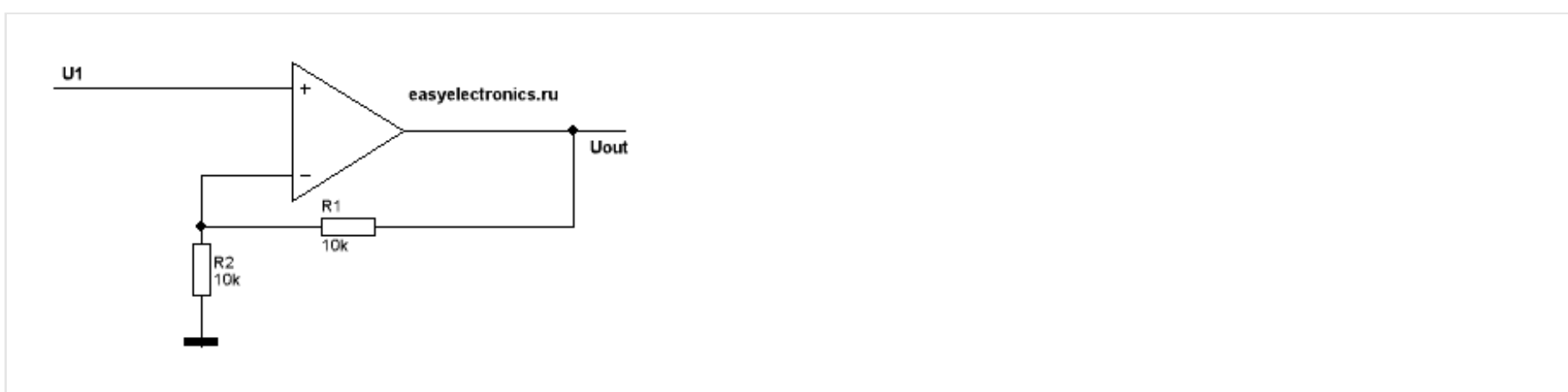
Можно, но далеко не всегда. Представим себе такую ситуацию, есть датчик выполненный в виде резистивного делителя:



Нижнее сопротивление меняет свое значение, меняется расклад напряжений выхода с делителя. А нам надо снять с него показания вольтметром. Но у вольтметра есть свое внутреннее сопротивление, пусть большое, но оно будет менять показания с датчика. Более того, если мы не хотим вольтметр, а хотим чтобы лампочка меняла яркость? Лампочку то сюда никак не подключить уже! Поэтому выход буферизируем операционным усилителем. Его то входное сопротивление огромно и влиять он будет минимально, а выход может обеспечить вполне ощутимый ток (десятки миллиампер, а то и сотни), чего вполне хватит для работы лампочки. В общем, применений для повторителя найти можно. Особенно в прецизионных аналоговых схемах. Или там где схемотехника одного каскада может влиять на работу другого, чтобы разделить их.

Усилитель

А теперь сделаем финт ушами — возьмем нашу обратную связь и через делитель напряжения подсадим на землю:



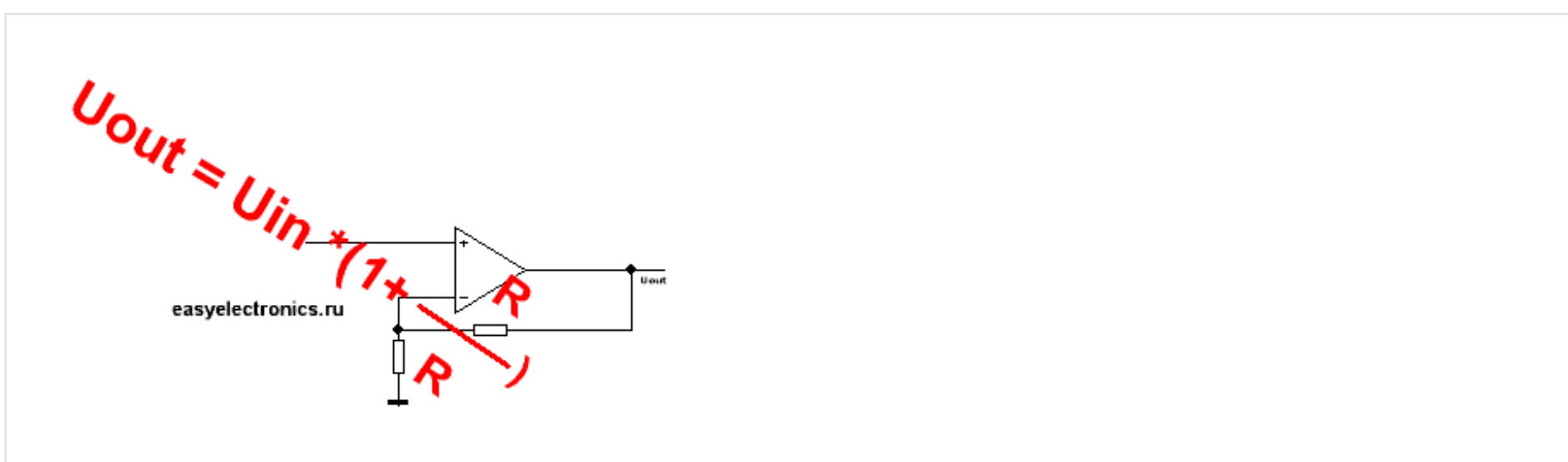
Теперь на инверсный вход подается половина выходного напряжения. А усилителю то по прежнему надо уравнивать напряжения на своих входах. Что ему придется сделать? Правильно — поднять напряжение на своем выходе вдвое выше прежнего, чтобы компенсировать возникший делитель.

Теперь будет U_1 на прямом. На инверсном $U_{out}/2 = U_1$ или $U_{out} = 2 \cdot U_1$.

Поставим делитель с другим соотношением — ситуация изменится в том же ключе. Чтобы тебе не вертеть в уме формулу делителя напряжения я ее сразу и дам:

$$U_{out} = U_1 \cdot (1 + R_1/R_2)$$

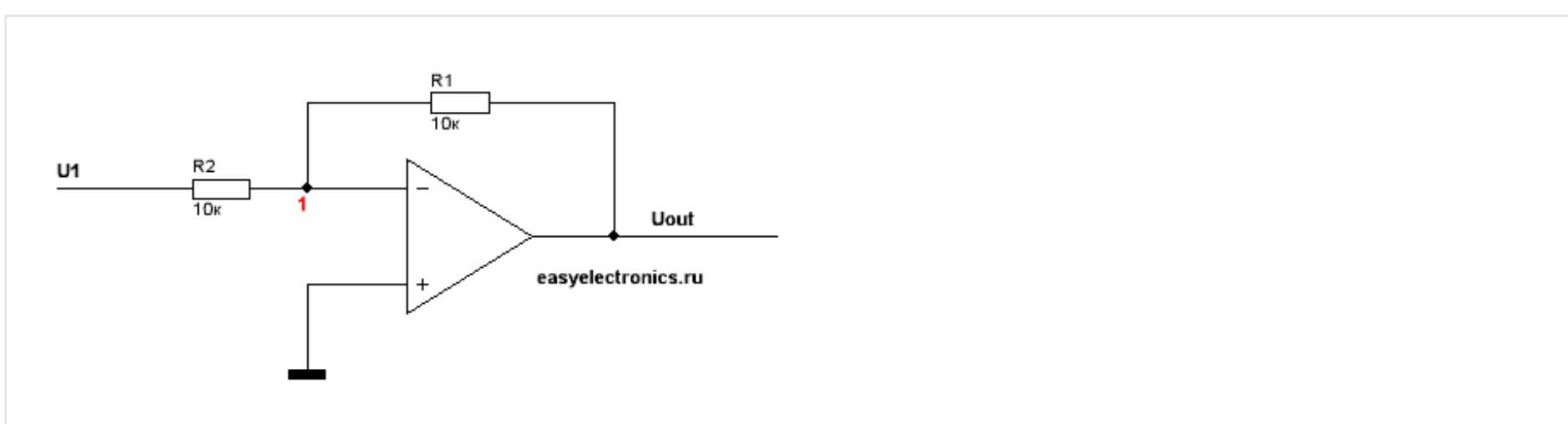
Мнемонически запоминается что на что делится очень просто:



Таким образом, можно очень легко умножать аналоговые значения на числа больше 1. А как быть с числами меньше единицы?

Инвертирующий усилитель

Тут поможет только инверсный усилитель. Разница лишь в том, что мы берем и прямой вход коротим на землю.



При этом получается, что входной сигнал идет по цепи резисторов R_2 , R_1 в U_{out} . При этом прямой вход усилителя засажен на ноль. Вспоминаем повадки ОУ — он постарается любыми правдами и неправдами сделать так, чтобы на его инверсном входе образовалось напряжение равное прямому входу. Т.е. ноль. Единственный вариант это сделать — опустить выходное напряжение ниже нуля настолько, чтобы в точке 1 возник ноль.

Итак. Представим, что $U_{out}=0$. Пока равно нулю. А напряжение на входе, например, 10 вольт относительно U_{ut} . Делитель из R_1 и R_2 поделит его пополам. Таким образом, в точке 1 пять вольт.

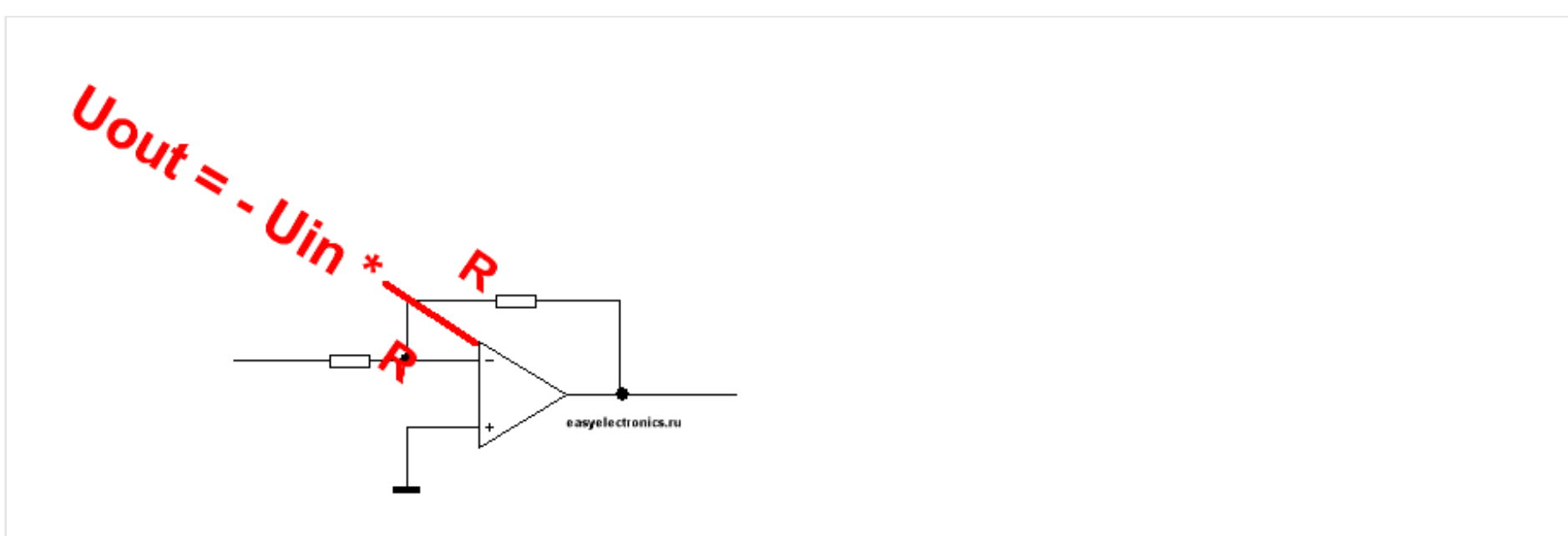
Пять вольт не равно нулю и ОУ опускает свой выход до тех пор, пока в точке 1 не будет нуля. Для этого на выходе должно стать (-10) вольт. При этом относительно входа разность будет 20 вольт, а делитель обеспечит нам ровно 0 в точке 1. Получили инвертор.

Но можно же и другие резисторы подобрать, чтобы наш делитель выдавал другие коэффициенты!

В общем, формула коэффициента усиления для такого усилка будет следующей:

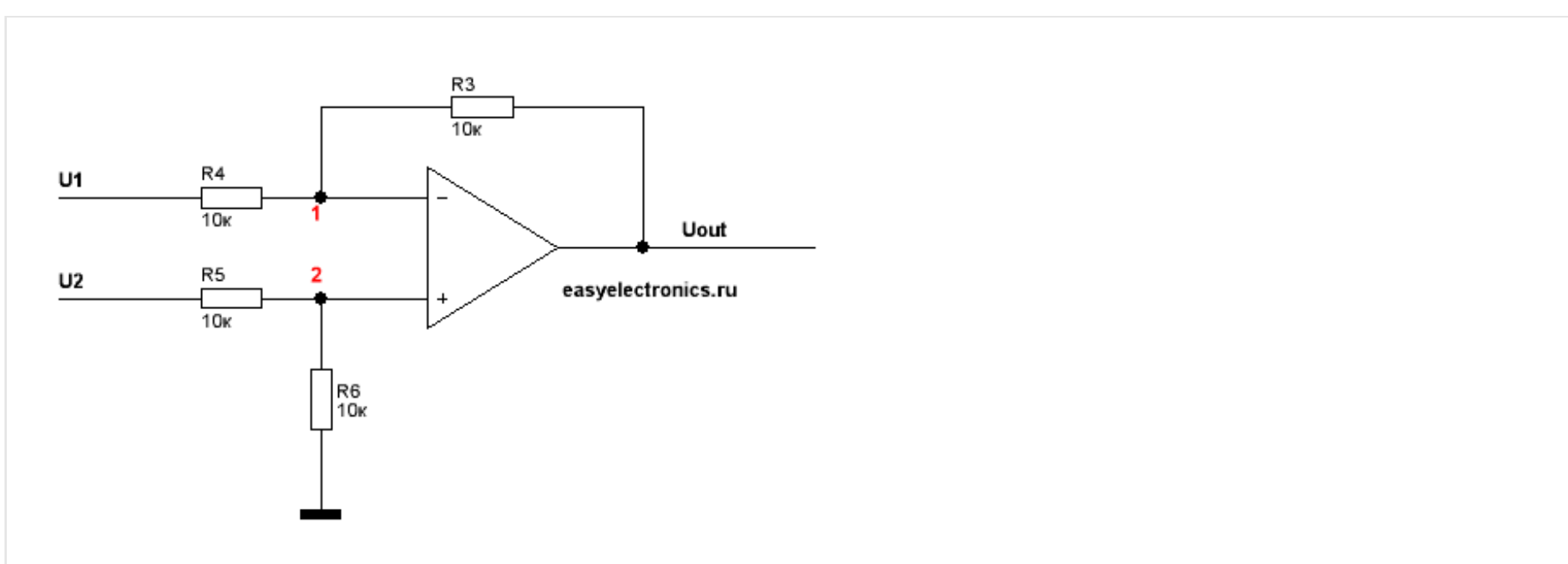
$$U_{out} = - U_{in} \cdot R_1/R_2$$

Ну и мнемоническая картинка для быстрого запоминания ху из ху.



Вычитающая схема

Однако никто же не мешает подать на прямой вход не ноль, а любое другое напряжение. И тогда усилитель будет пытаться приравнять свой инверсный вход уже к нему. Получается вычитающая схема:



Допустим U_2 и U_1 будет по 10 вольт. Тогда на 2й точке будет 5 вольт. А выход должен будет стать таким, чтобы на 1й точке стало тоже 5 вольт. То есть нулем. Вот и получается, что 10 вольт минус 10 вольт равняется нулю. Все верно :)

Если U_1 станет 20 вольт, то выход должен будет опуститься до -10 вольт.
Сами посчитайте — разница между U_1 и U_{out} станет 30 вольт. Ток через резистор R4 будет при этом $(U-U_{out})/(R_3+R_4) = 30/20000 = 0.0015A$, а падение напряжения на резисторе R₄ составит $R_4*I_4 = 10000*0.0015 = 15$ вольт. Вычтем падение в 15 вольт из входных 20 и получим 5 вольт.

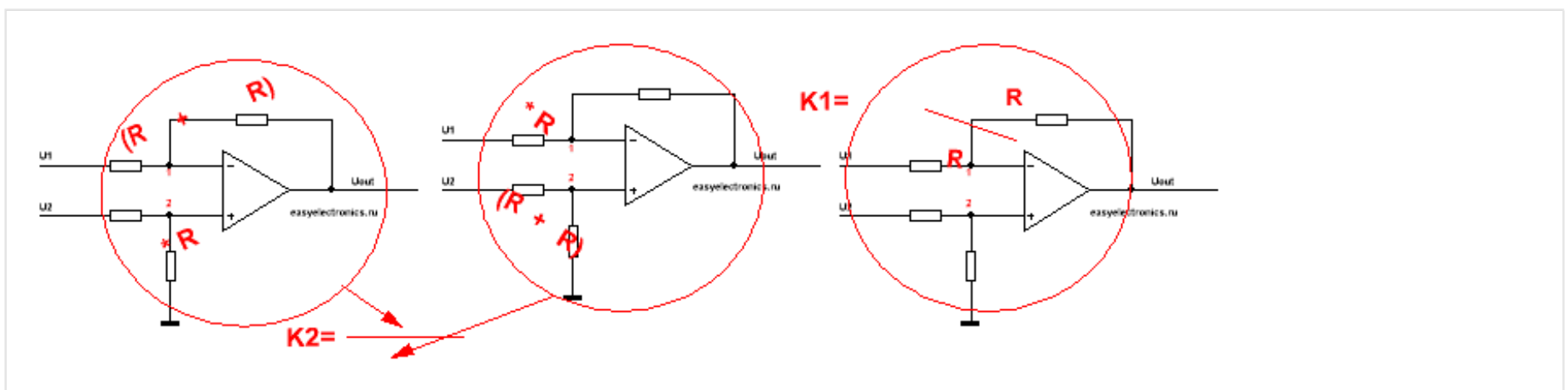
Таким образом, наш ОУ прорешал арифметическую задачку из 10 вычел 20, получив -10 вольт.

Более того, в задачке есть коэффициенты, определяемые резисторами. Просто у меня, для простоты, резисторы выбраны одинакового номинала и поэтому все коэффициенты равны единице. А на самом деле, если взять произвольные резисторы, то зависимость выхода от входа будет такой:

$$U_{out} = U_2 * K_2 - U_1 * K_1$$

$$K_2 = ((R_3+R_4) * R_6) / (R_6+R_5)*R_4$$
$$K_1 = R_3/R_4$$

Мнемотехника для запоминания формулы расчета коэффициентов такова:
Прям по схеме. Числитель у дроби вверху поэтому складываем верхние резисторы в цепи протекания тока и множим на нижний. Знаменатель внизу, поэтому складываем нижние резисторы и множим на верхний.



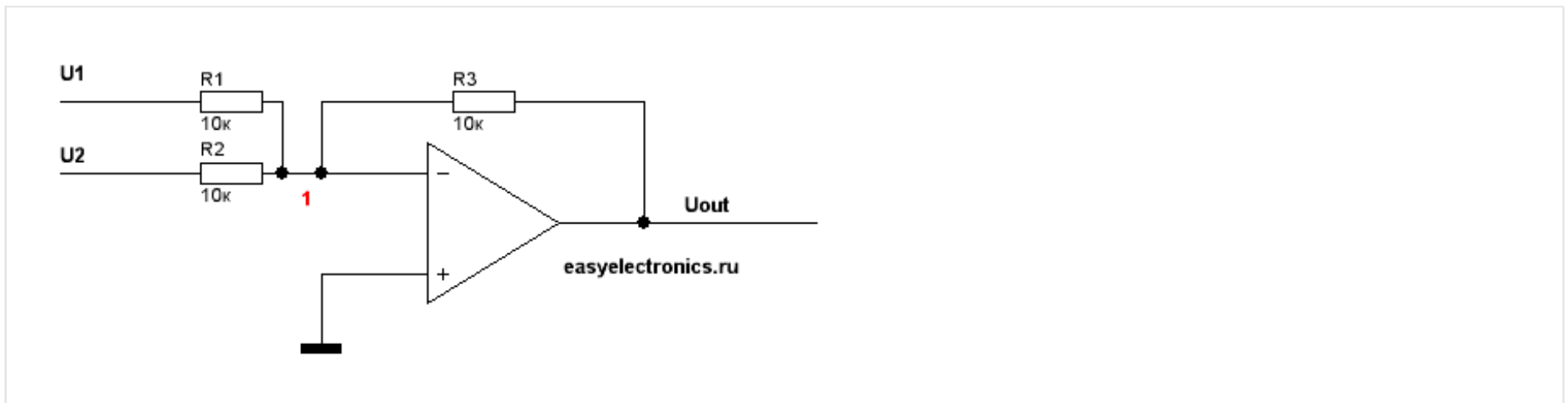
Если же входные резисторы (R₄ и R₅) равны друг другу. И резистор обратной связи и резистор на землю (R₃ и R₆) тоже равны друг другу. То формула упрощается до

$$U_{out} = R_3/R_4 (U_2 - U_1).$$

Таким образом, на одном усилке можно два сигнала сначала вычесть, а потом умножить на константу. Этим, кстати, я воспользовался в [схеме реобаса](#), чтобы привести милливольтовый сигнал с датчика температуры к вменяемому виду.

Раз можно вычитать, то можно и суммировать

Сумматор инвертирующий



Тут все просто. Т.к. точка 1 у нас постоянно приводится к 0, то можно считать, что втекающие в нее токи всегда равны U/R , а входящие в узел номер 1 токи суммируются. Соотношение входного резистора и резистора в обратной связи определяет вес входящего тока.

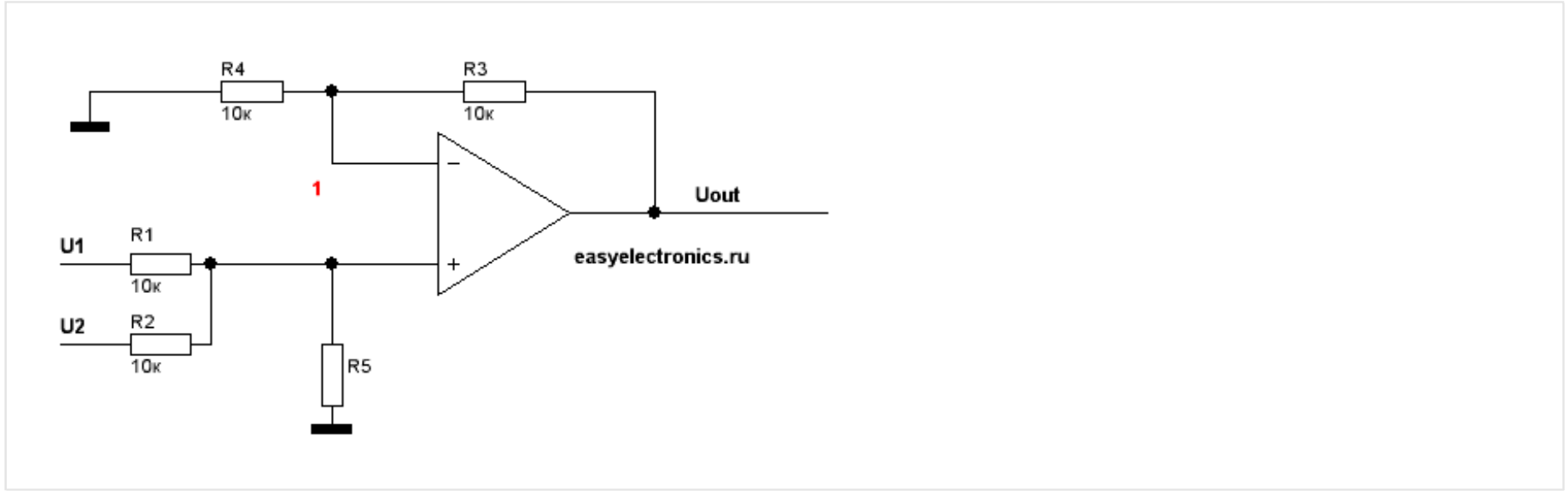
Ветвей может быть сколько угодно, я же нарисовал всего две.

$$U_{out} = -1(R_3 * U_1 / R_1 + R_3 * U_2 / R_2)$$

Резисторы на входе (R₁, R₂) определяют величину тока, а значит общий вес входящего сигнала. Если сделать все резисторы равными, как у меня, то вес будет одинаковым, а коэффициент умножения каждого слагаемого будет равен 1. И $U_{out} = -1(U_1 + U_2)$

Сумматор неинвертирующий

Тут все чуток посложней, но похоже.



$$U_{out} = U_1 * K_1 + U_2 * K_2$$

$$K_1 = R_5/R_1$$
$$K_2 = R_5/R_2$$

Причем резисторы в обратной связи должны быть такими, чтобы соблюдалось уравнение $R_5/R_4 = K_1 + K_2$

В общем, на операционных усилителях можно творить любую математику, складывать, умножать, делить, считать производные и интегралы. Причем практически мгновенно. На ОУ делают аналоговые вычислительные машины. Одну такую я даже видел на пятом этаже ЮУрГУ — дура размером в пол комнаты. Несколько металлических шкафов. Программа набирается соединением разных блоков проводочками :)

Продолжение следует, когда-нибудь :)

ОУ • Схемотехника

Previous Post

Подключение клавиатуры к МК по трем проводам на сдвиговых регистрах. Часть 2. Буквенный ввод как на телефоне

Next Post

Мультиплексирование

185 thoughts on “Операционный усилитель”

Vga
13 Февраль 2011 в 2:01
> с двумя входами. Невье... гхм... большим
А не лучше ли запятую вместо точки?
> Поэтому такое включение не применяется. ОУ сконструирован для отрицательной обратной связи.
Ну ПОС тоже применяют, получая триггер Шмитта. В том же реобасе используется. Так что можно было и его описать)

➡ Ответить

★ DI HALT
13 Февраль 2011 в 2:12
О, точняк. Про него я чето запомнил.

➡ Ответить

Vga
13 Февраль 2011 в 2:30
Моар спеллчека.
> Например в Триггере Шмитта
1) «Триггер» с малой буквы
2) Согласно вики — таки Шмитта.

➡ Ответить

★ DI HALT
13 Февраль 2011 в 2:32
Да ну? Я иначе как Шмидт его ни разу не видел.

➡ Ответить

forbidden
13 Февраль 2011 в 6:11
Шмидт и Шмитт это разные люди :)
Один летчиком был, именем другого триггер назван.
Шмидт — это который лейтенант («Дети лейтенанта Шмидта» все помнят),
а триггер он Шмитта.

↩ Ответить

Fox_Alex

13 Февраль 2011 в 2:15

Неплохо бы написать мануал по выбору усилка. А то их всяких разных уж больно много развелось...

↩ Ответить

★ **DI HALT**

13 Февраль 2011 в 2:35

А что там много параметров? Для повседневных нужд тока частота, питающее напряжение, райл2райл или нет. КОрпус еще. Ну а для прецизионных затрахов там свои приколы и я их сам не знаю. Т.к. с аналоговой точной техникой дело имел мало да и не нужно оно особо в быту.

↩ Ответить

nwanomaly

13 Февраль 2011 в 12:20

ещё полоса пропускания для переменных сигналов.
в своё время для космических систем в одном месте не нашлось ничего лучше, чем 744уд2 именно по этому параметру, так до сих пор и живём)

↩ Ответить

Wan-Derer

11 Март 2013 в 9:17

Стоило бы чуть-чуть коснуться практики применения ОУ с однополярным питанием (подозреваю что начинающим будет трудновато адаптировать твои рассуждения самостоятельно).
Ещё: привести вариант какой-нить простой схемы (например, http://easyelectronics.ru/img/starters/OPAMPS/5_noinvert.GIF), но добавить конденсатор с намёком что по переменному току сопротивление цепочки будет другое (более того, будет меняться с изменением частоты), а значит можно строить усилители с нелинейной АЧХ.
Ну, и grammar pazi тут подсказывает что «буфер» пришецо с одной «ф». Тебе прям по всем статьям надо пройтись поиском-заменой, а то режет очень :)

↩ Ответить

ploop

13 Февраль 2011 в 3:13

Во, как справочник самое то! А то иногда приходится выводить эти формулы по ходу составления схемы, отвлекаясь от обдумывания более важных вещей. Давно хотел себе оформить это в виде листа, прилепленного на стенку :)

↩ Ответить

dcoder

13 Февраль 2011 в 3:17

Я как справочник юзаю статью из Википедии (Применение операционных усилителей). Там базовые схемы и формулы есть.

↩ Ответить

ploop

13 Февраль 2011 в 3:55

Да, про вики я забыл. Там иногда тоже нужные вещи пишут

↩ Ответить

Aneg

13 Февраль 2011 в 3:14

Обратная связь это когда сигнал с выхода поступает опять на вход, но не наоборот!

↩ Ответить

★ **DI HALT**

13 Февраль 2011 в 16:37

fixed

↩ Ответить

dcoder

13 Февраль 2011 в 3:16

Странно как...

Столько картинок и ни одного канализационно-водопроводного аналога... :)

А если серьёзно — правильно делаешь, что пишешь про аналог. Хотя миром и правит цифрровая электроника, но без аналога у неё будут большие проблемы в «общении» с этим самым миром.

Еще я что-то не заметил (может плохо смотрел) схемы для измерения тока (падение на шунтирующем резисторе) или хотя-бы её описания.

З.Ы. Есть у меня хорошая (на мой взгляд) книжка — «Что нужно знать цифровому разработчику об аналоговой электронике» (авт. Бонни Бэйкер). Довольно хорошо написана (правда местами скучно..). Посмотри на досуге — может добавишь в раздел «книги».

↩ Ответить

★ **DI HALT**

13 Февраль 2011 в 12:53

Да будет продолжение где наброшу практики. Вроде того же виртуального нуля, способов питания, ограничений всяких. Применение и так далее.

↩ Ответить

kalvenolt

13 Февраль 2011 в 15:43

Книга, кстати, очень удобная. Мне ее подарили на TI Technology day. Просто, доступно, с примерами.

↩ Ответить

firehacker

13 Февраль 2011 в 3:50

>>Если мы сигнал возьмем со входа и отправим напрямую на выход, то возникнет обратная связь. Перепутал местами.

>>Uout = -1(R3*U1/R9 + R3*U2/R8)
Индексы не соответствуют картинке!

↩ Ответить

★ **DI HALT**

13 Февраль 2011 в 12:50

Пофиксил, спасибо :)

↩ Ответить

VECTOR

13 Февраль 2011 в 3:57

Сразу можешь добавить 2 простых правила для операционников:

- 1) Суть всех схем на операционнике — операционник всегда пытается сравнять сигнал на своих входах.
- 2) Если сигнал на «+» больше чем на «-» — выход упирается в положительное питание, и наоборот.

Из этих двух правил выходят все остальные.

Ну и стандартное — бесконечное входное, бесконечно низкое выходное, бесконечное усиление.

↩ Ответить

firehacker

13 Февраль 2011 в 4:56

Всё это есть в статье.

↩ Ответить

<http://kalobyte.livejournal.com/>

13 Февраль 2011 в 6:17

прозреваю закат цифровой техники после 2012

почитываю книгу про аналоговые компютеры и все больше прихожу к выводу о их тотальном введении в быт

а еще нужны теплые аналоговые синтезаторы для музыки, алгоритмы уплотнения аналоговой информации и алгоритмы кодирования и защиты от ошибок при передаче и воспроизведении

и во всем этом нам должны помочь оу
ведь по сути в компутере та же математика, только жидовская с двумя состояниями
ну не может их логический моск мыслить плавно и без квантования на белое и черное

и это... экраны тв и мониторов должны быть круглые
ведь яблочко по круглому блюдцу каталось, а по квадратному оно только от стен будет отскакивать

↪ Ответить

shoolia

13 Февраль 2011 в 11:11

Назад в будущее! Аналоговые компьютеры я изучал в институте в начале 70-х. Вот такие:
<http://mobbit.info/item/2008/2/20/samye-interesnye-analogovye-komp-utery-poznavatel-no-17-foto>

↪ Ответить

Valerii

30 Август 2013 в 14:45

Уже 2013 скоро заканчивается, а цифра все еще рулит :)

↪ Ответить

<http://kalobyte.livejournal.com/>

13 Февраль 2011 в 6:19

и еще сегодня на хабре видел 3ю часть про оу
<http://habrahabr.ru/blogs/easyelectronics/112996/> только там что-то матана много для моих мозгов и в 2 ночи

↪ Ответить

Melted Metal

13 Февраль 2011 в 15:29

Вот спасибо)))

↪ Ответить

shworker

13 Февраль 2011 в 20:32

А еще аналоговое вычислительное устройство используется на самолете ТУ-154.
Там оно зовется НВУ — Навигационное Вычислительное Устройство.

↪ Ответить

Bkmz

13 Февраль 2011 в 21:36

На счет железных шкафов)
На кафедре систем управления в 3б корпусе на 6 этаже эти шкафы еще стоят, если нужно к статье могу скинуть фотки)

↪ Ответить

★ **DI HALT**

13 Февраль 2011 в 21:51

А сфоткай интересно. Я их видел на пятом этаже главного корпуса в левом крыле. Над энергофаком которое.

↪ Ответить

Bkmz

14 Февраль 2011 в 0:13

завтра на почте после 22:00 смотри

↪ Ответить

Spok

14 Февраль 2011 в 1:28

Ди, пожалуйста, перерисуй две картинки, где на ОУ «+» сверху (чтобы, как на остальных, был снизу) — голову сломал понять, как это работает, прежде чем осознал, что они отличаются от остальных. :(

↪ Ответить

★ **DI HALT**

14 Февраль 2011 в 1:36

Нефиг. Развивай внимательность. На схеме их как только не рисуют.

↪ Ответить

Spok

14 Февраль 2011 в 2:51

Я знал, что ты их пейнте рисуешь! :)

↪ Ответить

★ **DI HALT**

14 Февраль 2011 в 3:40

Paint рулит! Я в нем шапку своего блога рисовал :)

↪ Ответить

LEV-PRAV

14 Февраль 2011 в 5:06

На контроллере можно собрать управляемый резистор, если между ног порта напихать резисторы. порт на вход — это будет одно из плеч делителя, сопротивление меняется от перекидывания 0 на этом порту. Вот и к МК вернулись.
Реально?

↪ Ответить

★ **DI HALT**

14 Февраль 2011 в 12:48

Реально. Получишь один из вариантов ЦАП.

↪ Ответить

LEV-PRAV

14 Февраль 2011 в 16:02

Грубо. Скорее для изменения коэффициента усиления это применять. Громкость регулировать например.

↪ Ответить

Vga

15 Февраль 2011 в 21:10

Кстати, это напомнило мне довольно давний вопрос. Что такое цифровой потенциометр?

↪ Ответить

★ **DI HALT**

16 Февраль 2011 в 14:17

Микросхема, внутри нее матрица из резисторов и вентилях. Или не матрица, а линейка такая. Ну и по командам системы управления эти вентили замыкаются и собирают резистивную цепочку. Т.е. это полноценный потенциометр, только управляется цифрой. Посмотри схему любого из них все сразу поймешь.

↪ Ответить

Vga

16 Февраль 2011 в 15:26

То есть как раз то, про что говорит LEV-PRAV?

↪ Ответить

★ DI HALT

16 Февраль 2011 в 16:43

Нет, он другое имел ввиду — Подтяг ОС через контроллер и резисторы к земле, чтобы изменить величину сопротивления в обратной связи. Это не управляемый резистор, это шаманство над ОС ОУ.

↪ Ответить

Naumoff

14 Февраль 2011 в 11:33

Уважаемый, DI HALT. Объясните мне я может чего не догоняю. В абзаце про Триггер Шмитта Напряжение U1 больше нуля — на выходе -15 вольт
Напряжение U1 меньше нуля — на выходе +15 вольт
На графике рядом по моему на оборот.
Напряжение U1 больше нуля — на выходе +15 вольт
Напряжение U1 меньше нуля — на выходе -15 вольт

↪ Ответить

★ DI HALT

14 Февраль 2011 в 12:43

График надо инвертировать. Щас поправлю

↪ Ответить

<http://itsalmostunreal.livejournal.com/>

14 Февраль 2011 в 14:48

<http://pics.livejournal.com/itsalmostunreal/pic/00002q7e>

а вот так можно, без операционника?

p.s. сорри первый раз пишу здесь коммент, накосячил, больше не буду. сотри два предыдущих.

↪ Ответить

★ DI HALT

14 Февраль 2011 в 15:18

Нет у биполярного транзистора очень малое сопротивление входа.

Но если поставить туда полевик то можно будет.

↪ Ответить

<http://itsalmostunreal.livejournal.com/>

14 Февраль 2011 в 15:35

Решил сам разобраться, пока ждал ответа профи. Смоделировал в протеусе, все стало ясно (заодно и с транзисторами разобрался, кто током управляется, а кто напряжением): **операционик именно повторяет напряжение**

<http://pics.livejournal.com/itsalmostunreal/pic/0000306d>

транзистор же просто будет работать как ключ

<http://pics.livejournal.com/itsalmostunreal/pic/00004z9q>

а биполярник тут вообще не подойдет, всю картину смажет

<http://pics.livejournal.com/itsalmostunreal/pic/00005533>

все правильно?

↪ Ответить

★ DI HALT

14 Февраль 2011 в 18:22

Да

У биполярника входное сопротивление мизерное, словно у прямо включенного диода. Там гдет 0.7 вольт падение. Потому то он тебе всю картину и испортит

↪ Ответить

Fiint

17 Февраль 2011 в 20:55

Кто ж вольтметр включает в разрыв цепи? :) (на второй картинке). Туда, конечно же, правильнее поставить амперметр и смотреть на результат.

↪ Ответить

<http://itsalmostunreal.livejournal.com/>

14 Февраль 2011 в 15:57

Артемий, а что находится внутри треугольника? Как собрать операционник из «простых» деталей?

↪ Ответить

dcoder

14 Февраль 2011 в 16:04

Я конечно не Артемий, но все-же отвечу.

Производители обычно не разбрасываются схемами своих операционников. Точнее схемы есть, но по ним повторить усилкок будет проблематично.

Посмотрите раздел schematic в ДШ на какой-нибудь ОУ.

Или вот: http://dl.dropbox.com/u/15427465/Electronics/lm224_schematics.GIF

↪ Ответить

★ DI HALT

14 Февраль 2011 в 18:15

Внутри стоит усилкок с диф выходами. Схемы типичные есть, но нормальный ОУ на них собрать будет сложно — схема будет громоздкой.

↪ Ответить

NoSuchNick

14 Февраль 2011 в 16:41

Инвертирующий усилитель.

>Итак. Представим, что Uout=0. Пока равно нулю. А напряжение на входе, например, 10 вольт относительно Uout. Делитель из R1 и R2 поделит его пополам. Таким образом, в точке 1 пять вольт. Пять вольт не равно нулю и ОУ опускает свой выход до тех пор, пока в точке 1 не будет нуля. Для этого на выходе должно стать (-10) вольт. При этом относительно входа разность будет 20 вольт, а делитель обеспечит нам ровно 0 в точке 1. Получили инвертор.

я вот тут закиклился, а что дальше: на «+» выводе 0(замкнут на землю), на «-» выводе (точка 1) тоже стало 0, на выходе тогда должен быть 0, и снова по кругу -10;0;-10;0;-10...

можно подробнее этот момент объяснить?

↪ Ответить

★ DI HALT

14 Февраль 2011 в 18:24

Ты просто мыслишь дискретно. А в ОУ все идет плавно. Напряжение снизится до такого, чтобы входная разность стала 0, а малейшие отклонения от нее будут тут же компенсироваться за счет дикого коэффициента усиления. И система встанет в этой точке как наиболее энергетически выгодной.

↪ Ответить

NoSuchNick

14 Февраль 2011 в 20:05

я некоторое время покурил теорию и более менее начал понимать только приняв за X напряжение на «-» входе, а за Y — напряжение на выходе и положив коэффициент 100000.

в результате усиления: (0-X)*100000=Y

в результате резистивного деления: (10+Y)/2=X

X=0.000099998...

Y=-9.9998...

из-за такой малой величины, я долго не мог вкурить в принцип действия ОУ, постоянно мерещилась дискретность.

↪ Ответить

sania_3

14 Февраль 2011 в 17:42

Даже стыдно признаться- я ведь до этой статьи смутно представлял работу оп. усилителя.

↪ Ответить

ASFiN

17 Февраль 2011 в 2:43

Где то в комментариях на сайте встречал упоминание о делителе напряжения пополам(не резистивном), не могли бы вы напомнить его название?

↪ Ответить

★ DI HALT

17 Февраль 2011 в 3:20

Было где то. Сам не могу найти :(

↪ Ответить

★ DI HALT

17 Февраль 2011 в 3:23

TLE2426

↪ Ответить

ASFiN

17 Февраль 2011 в 22:36

Спасибо, но теперь возникла другая проблема, нужно двуполярное питание +-35v(2A), в распоряжении только SLA АКБ на 12v. Не подскажите как лучше получить требуемый результат? Есть идея собрать 2 step-up конвертера.

↪ Ответить

Vga

17 Февраль 2011 в 23:22

А почему не push-pull с двуполярным выходом?

↪ Ответить

ASFiN

17 Февраль 2011 в 23:58

Не знаком с ним) Можно пример схемы? А еще необходимых деталей в шкафу нет, а хотелось бы поскорей собрать.

↪ Ответить

Vga

18 Февраль 2011 в 0:33

Двухтактный преобразователь с трансформатором. Обмотка с отводом от середины, середина на питание, концы поочередно подтягиваются транзисторами к земле. На вторичке — стандартный двуполярный выпрямитель (и дроссель, если охота ШИМ-стабилизацию). Используется при низком питающем напряжении (на транзисторах — двойное питающее не считая выбросов), например в UPS. Описан в книжке по силовой электронике, которую DI HALT где-то тут выкладывал.

↪ Ответить

The Medved

25 Февраль 2011 в 13:06

А можно и на дроссель степ-апа домотать обмотку и поставить еще один диод с фильтром.

↪ Ответить

taras

18 Февраль 2011 в 5:18

Немного вопрос: это полная схема включения ОУ, или еще есть питающие контакты? За счет чего происходит усиление входного сигнала?

↪ Ответить

★ DI HALT

18 Февраль 2011 в 6:51

Есть еще выводы питания (положительный и отрицательный) вывод земли (не всегда) и выводы всяких компенсаций нелинейности и прочие (тоже не всегда)

↪ Ответить

aaz

18 Февраль 2011 в 14:36

DI, а что во всех этих схемах происходит с входным сопротивлением всего усилителя? Ведь оно сильно по-всякому там меняется и становится сильно далеким даже от собственной схемы без ОС, тем более от бесконечного. Может тоже прокомментируешь?

↪ Ответить

★ DI HALT

18 Февраль 2011 в 19:51

Ну так оно становится равной сопротивлению цепи по которому входной ток течет. Если есть земля, то на землю. Если есть ОС то на выход.

↪ Ответить

Flint

19 Февраль 2011 в 19:55

У простой инвертирующей схемы — $R_{вх}=R_2$ (по приведенной схеме). Так как точка «1» сидит как бы на земле. А вот у неинвертирующей схемы $R_{вх}=R_{oy} \cdot K_{ус}$, где R_{oy} входное сопротивление самого ОУ, $K_{ус}$ — коэффициент усиления схемы, равный $(R_1+R_2)/R_2$

↪ Ответить

taras

18 Февраль 2011 в 15:50

DI HALT — спасибо за ответ! Хотел-бы изучить все ваши темы, давно искал подобную подачу информации. Была как-то очень давно хорошая книжка, там в похожем стиле преподносилась полезная информация. К примеру «оперативная память», сухое название, смысл ясен, предназначение так-же,а понимания нет. А там картинка, и пояснение, что это набор в определенном алгоритме конденсаторов,каждый в отдельности способен накапливать энергию входного двоичного кода, то-есть или что-то есть (1), или ничего нет (0)...ну и в этом духе. Правда, процесс снятия информации я не дочитал :))

↪ Ответить

★ DI HALT

18 Февраль 2011 в 19:50

Может быть Сворень «электроника шаг за шагом? «

↪ Ответить

taras

18 Февраль 2011 в 22:34

Немного не то, это уже совсем «комиксы», та посвежее и про компы. Но направление верное . спасибо :))

↪ Ответить

Ageofenigma

18 Февраль 2011 в 22:43

Тут у меня непонятка с дифференциальным усилком :(Вот есть у нас стандартная его схема, все резюки по 1k, тобишь коэфф. усиления 1 на не инвертирующий подаю 5 вольт, на другой 3 вольт, вот! 5 вольт делится пополам и того 2,5 вольт на неинвертирующем, ОУ надо выдать такое выходное чтоб на инвертирующем было тоже 2,5 вольт, получается это - 2 вольт. А реально на выходе просто 2 вольт! Куда минус то пропал?

↪ Ответить

★ DI HALT

18 Февраль 2011 в 22:50

Схему покажи.

↪ Ответить

Ageofenigma

18 Февраль 2011 в 22:59

Вычитающая схема как раз в этой статье.

↩ Ответить

tomba

19 Февраль 2011 в 20:29

Скажите как быть с вычитающей схемой? Хочу завести обратную связь. Там мешает диод. Если на неинвертирующем входе меньше, чем на инвертирующем, то на выходе — напряжение с инвертирующего входа минус падение U на диоде

↩ Ответить

tomba

19 Февраль 2011 в 20:30

Вот схема, это ШИМ TL494. http://www.shemotehnik.ru/uploads/posts/2009-08/thumbs/1250860436_5-110-1.gif

↩ Ответить

fieryhawk

22 Февраль 2011 в 4:09

Ребят, подскажите пожалуйста такой моментик. Никак не могу понять, в чем дело.
Ситуация такая: имеется ОУ ОР07СР. Включаю его по схеме неинвертирующего усилителя, входным сигналом является напряжение с резистивного делителя. А проблема в следующем: при двухполярной запитке ОУ все работает прекрасно, теоретически рассчитываемое выходное напряжение совпадает с измеряемым. А вот при однополярной запитке, когда на Vcc+ кидаю +5В, а Vcc- сажаю на землю, то на выходе получается явно не то что нужно.
P.S. Хотелось бы запитаться однополярно, поскольку планирую обрабатывать сигнал исключительно положительной полярности.

↩ Ответить

★ DI HALT

22 Февраль 2011 в 8:48

Так у ОР7 выходной то каскад на биполярниках вроде как сделан. А значит он не может поднять ногу выше чем Vcc-N и опустить ее ниже чем GND+N а N там около вольта, а то и полтора. Вот и получается, что у тебя активный выходной диапазон на 0...5В сжимается в неадекватную щель. Ищи rail-2-rail ОУ он может работать в куда более широком диапазоне, т.к. у него выход выдает от земли до питания с мизерной разницей.

↩ Ответить

fieryhawk

22 Февраль 2011 в 14:38

Этот момент ясен. Но вот у меня на деле получается так: когда проверял работу ОУ собрал схемку и резисторы подобрал так, что на выходе должно быть +2,44В, при двухполярном питании так и получается, а вот при однополярном почему-то выдает в этом случае стабильно +4,45В. Вот именно это я не втыкаю:)

↩ Ответить

decodder

25 Февраль 2011 в 13:41

Коли уж начали про математические операции типа сложение-вычитание, давайте не будем забывать про то, что на операционниках легко и умножать-делить можно, возводить в степень, экспонировать-логарифмировать и т.д. На то они так и называются! =)

↩ Ответить

curock

1 Март 2011 в 2:41

Возможно я скажу тупость, но нет ли где-то самой примитивной схемы ОУ, чтоб можно было на примере понять куда и как течёт ток, и что вообще происходит внутри микрухи?

↩ Ответить

★ DI HALT

1 Март 2011 в 10:06

Скачай даташит на любой операционник. Да хотя бы на тот же ОР07 и там будет примерная схема.

↩ Ответить

Vga

1 Март 2011 в 10:13

ЕМНИП в Сворене была схема 140УД1, по крайней мере в том, что я в библиотеке брал. Всего 6 транзисторов. Ну и в даташитах действительно обычно схема есть.
А так там обычно дифкаскад и УПТ за ним.

↩ Ответить

dark_reader

1 Март 2011 в 22:37

Подумал я тут. Ляпну-ка я свои три копейки, мож даже и не к месту. В принципе-то ОУ правила включения, ООС, повторители и т.д. и т.п. было уйму раз разобрано. Хоровиц Хилл даже:) А вот такой вопросик может даже волнующий всех новичков. А нельзя ли для примерчика хотя бы одну полную практическую схему. Есть например куд1408а понятно куда входа и выхода примитивно ткнуть. Но у этого ОУ есть ещё три хитрых вывода: два коррекции и один балансировка. и как их прикрутить? Сколько не спрашиваю все делают по разному, и никто толком про эти выводы рассказать не может.

↩ Ответить

Vga

1 Март 2011 в 23:31

Это ведь индивидуально для каждого ОУ. Смотреть надо в даташите (впрочем, на отечественные детальки его хрен найдешь так просто), там обычно указано какие туда вешать детали и зачем.
Ну а балансировка — фишка в том, что у ОУ есть параметр «напряжение смещения», который мешает (только я уже забыл его точное определение, что-то связанное с разбалансом входов вроде). Балансировкой можно его уменьшить.
Лично я помню только насчет 157УД2 — на его коррекцию вешаются кондеры, порядка десятков пик. То ли для стабильности, то ли хрен знает зачем.

↩ Ответить

dark_reader

1 Март 2011 в 23:57

Вот-вот. И я «хрен знает зачем». Видел схемку на отечественный ОУ с переменным резюком притянутым к питанию и называли это балансировкой. И кондеры были на оба входа коррекции. Хоровиц помоему ещё переменный конденсатор вешал.

↩ Ответить

Flint

3 Март 2011 в 20:59

Даташит на отечественные ОУ — это журнал «Радио». Подстроечный резистор вешается для коррекции нуля. Т.е. если на входе 0В (что надо понимать, как посаженный на землю вход, а не болтающийся в воздухе), то с помощью этого резистора добиваются 0В на выходе. Обычно без резистора при 0В на входе на выходе присутствует некое напряжение, которое может иметь значения от милливольтов до микровольтов. Как именно включается этот резистор надо смотреть в справочнике.
Кондеры вешаются для коррекции АЧХ ОУ. При некоторых значениях Ку может появиться возбуждение. Чтобы его избежать включают конденсаторы. Емкость тоже надо смотреть в справочниках, т.к. от ее значения зависит граничная частота.
Не знаю как в современных импортных ОУ, но в наших часто присутствовали выводы для кондюков.
Думаю не сильно ошибся в объяснении.

↩ Ответить

SergeyZ

22 Март 2011 в 20:54

Пожалуйста, объясните, как на счет времени запаздывания сигнала на выходе относительно входного, как это время рассчитать или оно является стандартным для каждой модели ОУ, может есть зависимость от частоты входного сигнала? Можно ли вставить в обратную связь RC-цепочки?

↩ Ответить

★ DI HALT

22 Март 2011 в 21:11

Зависит от модели.

RC и прочие реактивные можно ставить. И ставят. Получаются интеграторы, дифференциаторы, фильтры всякие.

↩ Ответить

Flint

24 Март 2011 в 21:00

Вообще в цепях говорить «время запаздывания» несколько неправильно. Ведь если под ним подразумевать, например, задержку прямоугольного импульса, то этот термин верен в случае если у цепи линейная фазо-частотная характеристика в полосе, которую занимает спектр такого импульса. Правильнее рассматривать именно фазо-частотную характеристику. У ОУ она иногда приводится в даташитах. Но там она скорее всего для определения полосы рабочих частот, в которых ОУ не возбуждается. Так как там это самое «время запаздывания» внутри ОУ, да еще задержка (а точнее фазовый сдвиг) в цепях обратной связи при определенных условиях могут создать из усилителя генератор.

А вообще зачем знать-то это время запаздывания? Какая цель?

↩ Ответить

clawham

25 Март 2011 в 14:32

Стоило бы наверное к инвертору добавить простейший высокоточный двуполпериодный выпрямитель(правда с его выхода желательно буфером забирать сигнал — для измерения или например сглаживания кандером....сам искал долго и нудно.....методом чистейшего научного тыка получил то шо нада :)

<http://clawham.hopto.org/DriveD/PuD/54/3.gif>

↩ Ответить

parus

29 Март 2011 в 22:23

А входы неиспользуемых ОУ (если в одной микросхеме больше одного ОУ) лучше в воздухе оставлять, или тупо на землю замкнуть, или через резистор к земле?

↩ Ответить

dark_reader

30 Март 2011 в 20:49

Вроде как не надо оставлять их висячими. Вот тут гляньте, parus, кое что объясняет:

<http://cxem.net/comp/comp40.php>

↩ Ответить

bassivny

30 Май 2011 в 20:00

Di Halt, помоги, пожалуйста решить проблемку: есть магниторезистивный датчик, например Honeywell'овский одноосевой (это в любом случае теоритическая задача, так что не принципиально). Датчик будет использоваться в качестве индикатора положения севера. Мы особо к точности стремиться в условии задачи не будем, поэтому учет всяких OFFSET'ов и посторонних магнитных помех в расчет не берем. Зависимость между полем и напряжением на выходах датчика почти линейна. Я пускаю сигнал с него на дифференциальный усилок (напр. с усилением разности в 100раз (коэффициент 100 присоветовали в ДШ). Далее сигнал идет на амплитудный детектор, где я собираюсь отследить максимум поля (он же по идее на Севере). Если напряг перед детектором становится выше, чем на выходе детектора, то по идее такой расклад даст максимум поля. Компаратор даст лог. 1 на выходе и светодиод загорится.

Но ежели я, например, начал крутится с этим прибором с Запада против часовой стрелки, то кондер сначала резко зарядится, и напряг на входе уже почти сразу начнет становиться меньше — компаратор сработает, но только совершенно не на Севере.

Я вижу два теоретических выхода: компаратор сработает, только если до этого напряжение росло. или же он должен срабатывать только на второй раз (тогда мы просто будем дольше крутиться с прибором).

Приаттачил еще фотку черновика. Там около Римской единицы картинка изменения напряжения на датчике от времени(мы крутимся с прибором в руках).

Римская два: напряг на пиковом детекторе.

Римская три: пояснение ситуации с ложными срабатываниями.

Локальные максимумы (IV) из-за нелинейности зависимости в расчет не берем.

↩ Ответить

bassivny

30 Май 2011 в 20:03

http://cs5988.vkontakte.ru/u4215879/94528244/y_8215cccc.jpg

вот картинка сама, забыл прикрепить.

↩ Ответить

proton2

7 Июль 2011 в 16:43

Вопрос про инвертирующий усилитель.

«Итак. Представим, что $U_{out}=0$. Пока равно нулю. А напряжение на входе, например, 10 вольт относительно U_{out} . Делитель из R_1 и R_2 поделит его пополам. Таким образом, в точке 1 пять вольт.

Пять вольт не равно нулю и ОУ опускает свой выход до тех пор, пока в точке 1 не будет нуля. Для этого на выходе должно стать (-10) вольт. При этом относительно входа разность будет 20 вольт, а делитель обеспечит нам ровно 0 в точке 1»

Немного не понял, если нужно опустить напряжение с 5 вольт до нуля, почему напряжение должно встать не в минус 5 вольт а вдвое больше — в минус 10 вольт?

Потому что как в предыдущем случае на инверсный вход подается половина напряжения с делителя?

↩ Ответить

Karr

20 Август 2011 в 9:50

вот бы рядом со схемой были бы графики, что на входе и что на выходе получается, а то в уме можна такого напредставлять

↩ Ответить

vikonik

31 Август 2011 в 0:22

Вопрос по инвертирующему сумматору.

Решил на практике посмотреть как работает сумматор напряжений, собрал такую схему:

[url=http://narod.ru/disk/23486960001/%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20%D1%81%D1%83%D0%BC%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0.JPG.html]Схема сумматора.JPG.html[/url]

Почему на выходе «0» не зависимо от входных напряжений?

Можно ли этот усилитель использовать для суммирования напряжений (надо сложить 2 и 5 вольт)?

↩ Ответить

DmitriS

5 Декабрь 2011 в 8:16

Я правильно понял что ОУ всегда пытается сделать напряжение на инвертирующем входе относительно выхода таким же как на прямом входе относительно минуса его питания?

↩ Ответить

★ **DI HALT**

5 Декабрь 2011 в 9:14

Не всегда, а только при ООС.

↩ Ответить

DmitriS

5 Декабрь 2011 в 15:56

Понятно, видимо это самая главная хитрость.

А если соединить инвертирующий вход с землей а на прямой подавать сигнал, получится простейший не инвертирующий компаратор с нулем, выдающий +Упит для $U_{вх} > 0$ и -Упит для $U_{вх} < 0$. А гистерезис как я понял нужен только для сравнения когда сигнал лежит рядом с нулем. К примеру если у нас прямоугольный сигнал в диапазоне +Упит/-Упит, то гистерезис не нужен.

↩ Ответить

Flint

5 Декабрь 2011 в 20:42

Гистерезис обычно нужен там, где может быть большое количество шумов. Чтобы уверенно отделить один уровень сигнала от другого. А компаратор делать из ОУ как-то не очень...

↩ Ответить

Flint

5 Декабрь 2011 в 20:39

Гораздо правильнее сказать, что ОУ, имея ООС, всегда пытается на инвертирующем выходе добиться такого же напряжения как и на неинвертирующем. Т.е. разницы напряжения между входами равной 0. А «... относительно минуса его питания...» или плюса или чего другого — это ни причем. ОУ реальные бываю разные и с двухполярным питанием и с однополярным (когда минус одно и то же, что и общий провод), с большим Ку и по меньше. Но принцип один — разница на входе=0 и это певичное.

↪ Ответить

Keroro

23 Декабрь 2011 в 10:30

А если конденсатор в цепь обратной связи поставить, что будет? Когда уже вторая часть будет? :E

↪ Ответить

★ DI HALT

23 Декабрь 2011 в 23:54

Появятся эфффекты переходного процесса конденсатора. Представь его как хитрое сопротивление, которое когда разряжено — КЗ, когда заряжено обрыв. Ну, а между ними сопротивление меняется от и до. И думай как такая ОС повлияет на работу ОУ.

↪ Ответить

Astron

11 Январь 2012 в 0:41

Здравствуйте, уважаемый DI HALT. У меня возник вопрос касаемо генератора прямоугольных импульсов на операционном усилителе, упоминаемом Вами в статье про аналоговый реобас (блок №1). Не могли бы Вы подробнее «разжевать» его работу, то есть в результате каких процессов на выходе первого ОУ образуется меандр?

Спрашиваю в этой статье, потому что там остальная часть схемы понятна, а вопрос касается непосредственно ОУ в режиме генератора.

↪ Ответить

★ DI HALT

11 Январь 2012 в 9:59

Там в комментарях где то было подробно расписано что и как там происходит.

↪ Ответить

eagle23

26 Февраль 2012 в 21:29

А можно использовать гистерезис как защиту от помех?

Например, при касании пальцем входов компаратора, на выходе естественно начинаются скачки туда-сюда. Как этого избежать?

↪ Ответить

slobik07

4 Май 2012 в 3:28

а как быть если входное напряжение ОУ и напряжение питания подаются относительно разных земель.!!!!???

↪ Ответить

★ DI HALT

4 Май 2012 в 11:59

А никак. По любому должна быть общая какая то точка. Иначе будет показывать погоду на Марсе. Единственный вариант не объединять земли — токовая петля.

↪ Ответить

QuaziKing2

21 Май 2012 в 11:38

А как работает ОУ в схеме измерителя тока (типа такого:

http://cxema.my1.ru/publ/instrumenty/izmeritelnaja_tekhnika/voltmetr_ampmetr_atmega8_lcd/47-1-0-4707)

Я так понимаю, что на 0.01Ом резисторе, происходит падение тока (не значительное, и для схему не важное). А дальше?

Очевидно, что ОУ меряет разницу напряжений. Но откуда она берётся?

↪ Ответить

QuaziKing2

21 Май 2012 в 11:47

Я не точно выразился, меряет МК (через АЦП) или вольтметр величину напряжения на выходе ОУ. А ОУ выдает его на основе разницы на входе.

↪ Ответить

★ DI HALT

21 Май 2012 в 14:22

Как раз резистор 0.01 и обеспечивает измеряемое падение напряжения. А ОУ его и замеряет. Сравнивая между падением напряжения и напряжением земли.

↪ Ответить

ALESHA

28 Июль 2012 в 21:24

Уважаемы DI HALT объясните пожалуйста начинающему чайнику, о каком отрицательном напряжение может идти речь вот текст:

<<<>>

если ток течет от плюса к минусу(ну или же на оборот как оказалось что электрон имеет отрицательный заряд, ну это не важно) но все же ток течет в одном направлении, если же потенциал нулевой как его можно измерять в минусовом вольтаже это разве не земля? о каких минус 15 вольт идет речь? вроде у нас постоянное напряжение а не переменное.Объясните мне скорей пока мой мозг не взорвался.

↪ Ответить

★ DI HALT

28 Июль 2012 в 21:41

А кто сказал, что не может быть напряжения меньше ноля? Питание у ОУ двухполярное. Т.е, например +15 GND и -15. Т.е. как если взять две батарейки по 15вольт, соединить их последовательно. Точка сцепки это GND + это +15 вольт, — это -15 вольт.

Конечно если питание однополярное (такое тоже бывает) и GND минимальное напряжение, то на выходе будет не -1.4, а минимально возможное, т.е. 0

↪ Ответить

ALESHA

28 Июль 2012 в 23:35

То есть получается если у нас батарейка +15 вольт то GND по плате -15 вольт?

↪ Ответить

★ DI HALT

29 Июль 2012 в 0:13

Нет. С одной батарейкой этот фокус не пройдет. Но можно сделать виртуальный GND для операционного усилителя, взяв источник на половину питающего напряжения.

↪ Ответить

ALESHA

29 Июль 2012 в 1:15

Уважаемы DI HALT может посоветуете какую нибудь литературу по этой теме, что то я трудновато это понимаю.

↪ Ответить

★ DI HALT

29 Июль 2012 в 2:15

Хоровец и Хилл Искусство схемотехники. То что нужно. Классика.

↪ Ответить

ALESHA

29 Июль 2012 в 16:18

Чуточку начал понимать,в цифровой технике например фото.тел. планшеты ноуты и т.д. у нас применяются одно полярные питания, а например в усилителях звуковых может там радио частотных там где вообще аналоговая схемотехника двух полярное питание применяются чаще.То есть в цифровых схемах у нас на выходе компаратора будет минимальная 0, а на выходе аналогово усилителях звука на выходе компаратора будет -1.4. Вообще сами компараторы получаются тоже делятся на двух полярные и одно полярные.

↪ Ответить

★ DI HALT

29 Июль 2012 в 21:32

Минимальное будет не -1.4 для двухполярного, а -U за вычетом падения на выходном ключе. Обычно это 0.7...1 вольт для обычных ОУ и около 0.1..0.2 вольт для ОУ на полевых транзистора с характеристикой Rail 2 Rail.

Т.е. если питание +10 -10, то выходной размах может быть +9 -9 для обычного или +9.9 -9.9 для Rail2Rail усилителя. Разумеется речь идет о двуполярном питании.

↪ Ответить

ALESHA

30 Июль 2012 в 2:40

Спасибо DI HALT

↪ Ответить

ALESHA

28 Июль 2012 в 21:25

Вот текст:Считаем, что на инверсном входе в этот момент +10 вольт. На выходе с ОУ минус 15 вольт. На прямом входе уже не ноль, а небольшая часть выходного напряжения с делителя. Примерно -1.4 вольта Теперь, пока напряжение на инверсном входе не снизится ниже -1.4 вольта выход ОУ не сменит своего напряжения. А как только напряжение станет ниже -1.4

↪ Ответить

Rafik

5 Август 2012 в 3:50

Операционный и дифференциальный усилитель это одно и то же или это разные вещи?

↪ Ответить

★ DI HALT

5 Август 2012 в 13:08

Оу это одна из разновидностей ду

↪ Ответить

Rafik

5 Август 2012 в 15:30

А принцип работы у них схожий? или имеются отличия?

↪ Ответить

★ DI HALT

5 Август 2012 в 15:44

Принцип схожий, разница на двух входах усиливается. Просто у ОУ коэффициент усиления стремится к бесконечности (в идеале), а для диф усилителя в общем виде это не обязательно.

↪ Ответить

rominshtein

8 Ноябрь 2012 в 22:42

Здравствуйте. Я не силен в электронике и смотрю, что в данной статье рассматривается , по большей части, теоретическая сторона. А меня интересует практический вопрос. Предположим у меня есть 2 одинаковых терморезистора R1 и R2. Задача проста: если на резисторе R1(при изменении температуры) сопротивление больше, чем на R2 то должна включиться нагрузка. Если меньше, или = R2 то выключиться. + должен быть небольшой гистерезис в пару градусов(читать пару Ом), чтобы не получить постоянное «дерганье» нагрузки при граничных показателях. Скажите, подойдет ли для этого ОУ и как его подключить? Напряжение питания на выходе для нагрузки особого значения не имеет(буду подключать через реле). Хотя желательно, чтобы оно было стандартным 5 ,12 , 24 или 220 в.

↪ Ответить

Vga

9 Ноябрь 2012 в 4:28

Терморезисторы TR1 и TR2 включаешь в нижние плечи делителей. Со средней точки делителя с TR1 подаешь напряжение на положительный вход триггера Шмитта (т.е. на заземленный конец резистора R1 на четвертой картинке в статье, его естественно надо отключить от земли), с делителя с TR2 — на отрицательный вход ТШ (инвертирующий вход ОУ). Гистерезис определяется соотношением R1 и R2 в схеме ТШ. С выхода сигнал подать на базу NPN транзистора через резистор (при однополярном питании ОУ, при двуполярном еще диод нужен), в коллектор включить реле. Примерно так:

↪ Ответить

Vga

9 Ноябрь 2012 в 4:29

А картинку вставить не дает, хехе. Bot.

↪ Ответить

abo

28 Февраль 2013 в 14:55

«...вкатить потенциал на выход. И на выходе начнется форменный ад..» вкатить на вход?

↪ Ответить

★ DI HALT

28 Февраль 2013 в 17:07

Нет, именно на выход. Речь же про внутреннюю кухню усилка.

↪ Ответить

Wan-Derer

11 Март 2013 в 9:50

Онлайн-справочник по ОУ: <http://230nsc1.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/opampvar.html> ставя галочки в квадратиках, переходим к типовым схемам и расчётам

↪ Ответить

Quazi

7 Апрель 2013 в 10:54

Вопрос по согласованию уровней. Нужно передать аналоговый сигнал 0-5В в ADC контроллера работающий на 3.3В. Т.е. нужен повторитель сигнала, с коэффициентом усиления ~0.66. Не могу сообразить, как сделать...

↪ Ответить

Flint

10 Апрель 2013 в 20:41

А АЦП максимум принимает тоже 3,3В? Тогда очень просто — резистивным делителем. И операциоников никаких не надо.

↪ Ответить

Quazi

10 Апрель 2013 в 21:31

Проблема в том, что сигнал слаботочный (датчик тока). Поэтому, думаю что без ОУ не обойтись... И тут вопрос: датчик отдает данные с частотой 120КГц. Как поведет себя ОУ в таком режиме? Куда смотреть в даташите?

↪ Ответить

Flint

11 Апрель 2013 в 22:26

Использовать повторитель — неинвертирующая схема (выход сразу на инвертирующий вход), потом резистивный делитель. Входное сопротивление очень большое. 120кГц в режиме повторителя — сегодня для ОУ это не проблема. Смотрите частотные характеристики. Всегда рисуют графики частотной характеристики при разных коэффициентах усиления

↪ Ответить

Vga

11 Апрель 2013 в 22:47

Не стоит забывать о том, что АЦП должен подключаться к источнику сигнала с малым сопротивлением (т.к. в момент семплирования вход АЦП — разряженный конденсатор, и высокоомный источник он просто просадит). Так что лучше или поставить делитель до ОУ-повторителя, или включить ОУ как инвертирующий усилитель с $K_u = 0.66$, или как минимум — поставить на выходе делителя конденсатор (но стоит учитывать, что он в сочетании с делителем образует ФНЧ).

↪ Ответить

Flint

12 Апрель 2013 в 20:21

Да, конечно. Но резистивный делитель можно и поменьше сопротивлением поставить. А поначалу вообще не было известно об исходных данных

↪ Ответить

Vga

12 Апрель 2013 в 21:27

Входное сопротивление АЦП в момент сэмплирования близко к нулю, так что на выходе делителя конденсатор или буфер обязателен.

↪ Ответить

Arcanum

11 Декабрь 2013 в 15:07

Вопрос по составлению мнемограмм (формулы с картинками):
Как в них можно учесть входное, выходное сопротивления и дан К усиления самого усилителя?
Просто что-то начал формулу искать да видимо плохо ишу.

↪ Ответить

Quazi

5 Январь 2014 в 11:04

Дошел я до ОП. Для начала решил все построить в протеусе. И тут полный облом. Беру OP747. Подключаю к 10В батарее. Строю вычитающую схему из статьи. На один вход (U1) подаю 0.53В на другой (U2) 1.27В. На выходе 0.0325В. Вопрос: в каком гене ДНК у меня ошибка? З.Ы. Всех с НГ!

↪ Ответить

★ **DI HALT**

5 Январь 2014 в 11:36

Питание двуполярное сделай, ага.

↪ Ответить

Quazi

5 Январь 2014 в 13:30

Эм. В будущей схеме предполагается, что питание будет от батарейки. т.е. однополярное. (Че делать?

↪ Ответить

★ **DI HALT**

5 Январь 2014 в 13:48

Меняй точку отсчета, ОУ же у тебя инвертирует, т.е. он должен вбить ниже нуля. Делай виртуальный ноль в пол питания.

↪ Ответить

Conan

18 Январь 2015 в 21:41

Спасибо Ди Хальт. Самая лучшая статья про ОУ, которую я читал.

↪ Ответить

Conan

18 Январь 2015 в 21:57

Читал статью на Радиокоте, чтобы восполнить возможные пробелы и прошёлся по ОУ. Что то пошло не так и снова путаница. Потом вспомнил, что понятия про ОУ я освоил здесь и снова прочёл и встало всё на свои места=))

↪ Ответить

Nedd

25 Февраль 2015 в 0:20

Здравствуйте, подскажите пожалуйста — собрал простейшую схему усиления сигнала с термопары(от 1.3мВ и выше) на ОУ LM385N (<http://savepic.su/5140105.jpg>). Некоторое время усилитель работал исправно, после не использовался. Проблема в том, что при подаче минимальном увеличении входного сигнала (на 0.5-1мВ), выходной сигнал скачкообразно принимает и в дальнейшем удерживает значение 3.2В. Это связано с тем,что ОУ «пробит» и неисправен, или есть какие-то нюансы?

↪ Ответить

★ **DI HALT**

25 Февраль 2015 в 0:23

Не должен. Насчет пробит вряд ли, а вот промыть плату и как следует просушить не помешало бы.

↪ Ответить

ddd204

2 Март 2015 в 13:29

Вот смотрю на приаттаченную схему и не понимаю. Используется неинвертирующий усилитель с коэффициентом усиления 101 (без учета разброса номиналов резисторов ОС). При входящих 2,9mV, теоретически, на выходе должно быть 293mV, а на фото показано 228mV. Куда делись еще 65mV? И что означает K=78,62, если должно быть около 101?

Насчет 3,2V — может стоит проверить пайку резистора обратной связи 100K? Без него как бы получаем компаратор. Если такое предположить, то при подаче малого положительного напряжения на вход — компаратор срабатывает как и полагается, и на выходе имеем напряжение на 1,5-2V ниже чем VCC, т.е. 3,2V.

Только приступил к изучению операционников, и ситуация схожая.

Использую тоже LM358N, тоже неинвертирующий однополярный усилитель, коэффициент усиления 10 (резисторы подобраны довольно точно, использую многооборотистый подстроечник). На вход подаю 10,6mV — на выходе 100mV. Куда делись 6mV?

Есть подозрение, что тут как то замешаны напряжение смещения и/или ток смещения.

Для выравнивания токов смещения — на неинвертирующий вход повесил резистор 10K, ситуация не изменилась. Напряжение смещения замерил (соединив напрямую инвертирующий вход с выходом ОУ, неинвертирующий вход кинул на землю) — на выходе получил 2,7mV. Но вот как это применить не понимаю.

Допустим, чтобы на выходе иметь 0 необходимо на вход подать 2,7mV. Тогда при входящих 10,6mV 2,7mV идет на компенсацию смещения, а 10,6-2,7 = 7,9mV усилятся с коэффициентом 10, и на выходе должно быть 79mV. Я получаю 100mV, откуда появились 21mV?

И еще такой момент. Если замерять напряжение смещения при установленных резисторах обратной связи (9,92K и 89,3K), неинвертирующий вход посажен на землю — то на выходе получается 2,5mV, хотя должно быть 2,7*10 = 27mV.

Посоветуйте что почитать.

Хоровица-Хилла «Искусство схемотехники» и Фолкенберри Л. «Применения операционных усилителей» читаю, пока безрезультатно.

↪ Ответить

sporky

6 Сентябрь 2015 в 3:08

Сумматор неинвертирующий. R5 лишний

↪ Ответить

★ **DI HALT**

6 Сентябрь 2015 в 3:35

Нет.

↪ Ответить

sporky

6 Сентябрь 2015 в 16:22

Ну по крайней мере вполне можно без него обойтись.Если на U1 и U2 4В и 8В, на неинвертирующем образуется 6В. Далее на выходе ОУ, обрауется 12В, который делитель напряжения, делит пополам, то есть на инвертирующем становится 6В. 4+8=12. Черт его знает, может я не прав.

↪ Ответить

kalosssralos

21 Май 2016 в 18:09

Если суммируется два напряжения то можно и без R5.
Но если надо суммировать более двух напряжений — без R5 — будет тяжело понять что в итоге получится :)

↪ Ответить

Evtomax

7 Ноябрь 2016 в 23:43

Если не требуется масштабирование входных напряжений, то можно обойтись без R5 с любым количеством входов. Входные резисторы при этом должны быть одинаковыми, а резисторы в обратной связи при этом надо подобрать так, чтобы коэффициент усиления был равен количеству входов.

↪ Ответить

Shumm

28 Сентябрь 2015 в 18:56

Добрый день! подскажите...
имеется контроллер с выходом ШИМ (0...5В).

как использовать операционник, с двупольнярым питанием скажем +/-10В, и управляя контроллером, получать на выходе ОУ двуполярное напряжением от -10 до +10В... (нужно для управления тиристорным блоком управления двигателем в обе стороны)

↪ Ответить

★ **DI HALT**

28 Сентябрь 2015 в 20:46

Сначала отфильтруй как следует, затем. Вычти из 5 вольт 2.5 получишь +2.5/-2.5 потом домножь на 4 и получишь свое напряжение искомое. На одном ОУ все это сделать можно.

↪ Ответить

Aneg

29 Сентябрь 2015 в 19:46

Можно сделать так:
<https://cloud.mail.ru/public/L4eJ/aLDpniSic>

А это для лучшего понимания происходящего:
<https://cloud.mail.ru/public/9xmW/xrpxAV8pr>

↪ Ответить

Aneg

30 Сентябрь 2015 в 0:50

Для плюс-минус 10В на выходе, номиналы резисторов должны быть:
R3 — 3k
R4 — 1k

↪ Ответить

Shumm

30 Сентябрь 2015 в 12:04

спасибо Ди и Анег, буду пробовать!

↪ Ответить

Shumm

30 Сентябрь 2015 в 12:07

я так понимаю через U1 на ножку контроллера Vcc пойдет +2.5В (относительно GND), а на GND контролерра - 2.5В (опять таки относительно GND)? для фильтрации 0.1мкф, это для ~ какой частоты шима ?)

↪ Ответить

Aneg

30 Сентябрь 2015 в 12:53

Да, и между ногами Vcc и GND микроконтроллера будет как раз 5В. Что и требуется для его питания.

Частота ШИМ-а 2кГц.

↪ Ответить

angrykid

17 Февраль 2016 в 4:54

А вот такой вопрос появился: что, если в вычитающей схеме на точку 2 подадим напряжение Ub без всяких делителей. Прав ли я, что в таком случае смеха превратится в инвертирующий усилитель со смещенным нулем и выходное напряжение будет Uout = Ub — U1(R4/R3)?

↪ Ответить

dalevova

10 Октябрь 2016 в 1:34

Добрый вечер. Пробую неинвертирующий усилитель в Протеусе и ника не выходит 12.5 вольт.

Подскажите, что я делаю не так?

↪ Ответить

Vga

10 Октябрь 2016 в 11:03

LM393 — не операционный усилитель, а компаратор. Он, в принципе, может работать как опер, но у него выход ОК, так что без подтяжки он в принципе ничего выше -Vcc не даст.
А еще ты неправильно вставляешь ссылки и даже не проверяешь, что запостил.

↪ Ответить

Павел

15 Апрель 2017 в 18:11

В статье очень много недосказанностей и вольностей, что в принципе дает ошибочные занания, автору жирный минус, категорически не советую читать этот бред новичкам.

↪ Ответить

★ **DI HALT**

15 Апрель 2017 в 19:15

Конечно. Напишите лучше и давайте ссылку.

↪ Ответить

Добавить комментарий

Ваш e-mail не будет опубликован.

Комментарий

Имя

E-mail

Сайт

Отправить комментарий

Перед отправкой формы:

Выставьте эти иконки **вертикально**



Двигайте ползунки для изменения угла картинок или просто кликайте по картинкам

Обновить картинки

Human test by Not Captcha

☐

Вы подписаны на ответ. Подписаться на**все остальные** комментарии в теме?

Рубрики

ARM. Учебный курс

AVR. Учебный курс

MegaHard Lab

MSP430. Учебный курс

Автоэлектроника

Готовые устройства

Диагностика и ремонт

Инструмент

Книги

Начинающим

Новости

Радиолюбительские Технологии

Робототехника

Софт

Регистрация

Войти

RSS записей

RSS комментариев

WordPress.org

CHIPSTER

ИНТЕРНЕТ МАГАЗИН РАДИОДЕТАЛЕЙ

▪ Бесплатная доставка заказов от 2000 руб

▪ Россия, Казахстан, Белоруссия

▪ Различные формы оплаты, в т.ч. наложенный платеж.

ATMEGA8A-PU55 р

ATTINY2313A-PU53 р

ATTINY13A-PU30 р

FT232RL125 р

DS18B2040 р

И еще много всего интересного:

AVR, PIC, Микросхемы,

Конденсаторы, резисторы

Светодиоды, кнопки, разъемы

Инструменты ...

WWW.CHIPSTER.RU

Карта людей сообщества



Наши партнеры

байки
DI HALT'a

Челябинск

“ЭЛЕМЕНТ”

радиодетали

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА

WWW.MODERNSTEEL.RU

+7 (351) 236-00-11

Метки

ISP
JTAG
Keil
LabView
LAN
LCD
Linux
MACH3
MC34063
MC34068
Microchip
MOSFET
MSC-51
MSP430
NE555
NVIC
Palm
Pascal
PC
PCB
PIC
PinBoard
PinBoard II
PLC
PLL
PLS
PR
PWM
RC
RIGOL
RIGOL 1042CD
RS232
RTC
RTOS
smd
SPICE
STM8
STM32
SWD
TopoR
TouchScreen
TSOP
TWI
UART
USART
USB
USI
WG12864
ZIF
ZigBee
APY

ЦП
Авто
Аккумуляторы
Акселерометр
Алгоритм
Аналог
БП
БПФ
Библиотека
Быстрый старт
ВЧ
Видео
Выбор
Газовый паяльник
Генератор
Гоню
Дарлингтон
Датчик
Двигатели
Демонтаж
Демоплата
Деталька
Диод
Дисплей
Друзья
Дурь
Жало
Задача
Измерения
Импульсные
Индуктивность
Инструмент
Интерфейс
Ионистор
Клавиатура
Коммерческая разработка
Компаратор
Компас
Конденсатор
Конкурс
Конфигурация
Корпус
ЛУТ

- Логический анализатор
- Лужение
- МК
- Магнетизм
- Макровидео
- Макро язык
- Маленькие хитрости
- Манипулятор
- Мелочи
- Механика
- Микроволна
- Микроконтроллер**
- Моддинг
- Модуль**
- Монтаж
- Мотор
- Мультиметр
- Наводка
- Настройка

- Начинающим
- ОУ
- Обработка сигналов
- Операционная система
- Описание
- Оплетка
- Опорное напряжение
- Оптимизация
- Опторазвязка
- О сайте
- Основы
- Осциллограф

От Автора

- Отверстия
- Отладка
- ПЛИС
- Пайка
- Память
- Партнерство
- Паяльная станция

Паяльник
Печатная плата
Питание
Порт
Прерывания
Прибор
Прикол
Проверено на себе

Программатор
Программирование
Производство
Протокол
Рабочее место
Радиолюбительские Техн
Радиолюбительские Техно
Радиопередача

Разъем
Рацуха
Реактив
Регистр
Резистор

Ремонт
Робот
Светодиоды
Силовая электроника
Симистор
Сенсоры

Сонар
Сообщество
Софт
Схемотехника
ТРИЗ
Таблица параметров

Таймеры
Теория
Терминал
Типы выходов
Тиристор

Транзистор
Трансивер
Трассировка
Трюки
Ультразвук

- Умный дом
- Фен
- Физика
- Фильтры
- Флаги

Цифра
ЧПУ
Часы
ШИМ
Шаговый двигатель

- Шасси
- Шунт
- Эксперимент
- Электропривод
- Энкодер

Язык Си
клей
моделирование
самопал
ссылки



- **Бесплатная доставка** заказов до 2000 руб
- Россия, Казахстан, Белоруссия
- Различные формы оплаты, в т.ч. наложенный платеж.

ATMEGA8A-PU	55 p
ATTINY2313A-PU	53 p
ATTINY13A-PU	30 p
FT232RL	125 p
DS18B20	40 p

И еще много всего интересно:
AVR, PIC, Микросхемы,
Конденсаторы, резисторы
Светодиоды, кнопки, разъемы
Инструменты ...

WWW.CHIPSTER.RU



JLCPCB -- это крупнейшая фабрика PCB прототипов в Китае. Для более чем 200 000 заказчиков по всему миру мы делаем свыше 8000 онлайн заказов на прототипы и малые партии печатных плат каждый день!



Прототип платы всего за \$2

Быстрый заказ PCB

PCB Prototype with JLCPCB

Only **\$2** /10pcs

2-3 day's build time >>

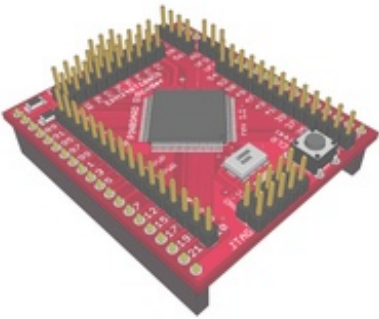
Поиск...

Разработки EasyElectronics

Модульная демоплата Pinboard II



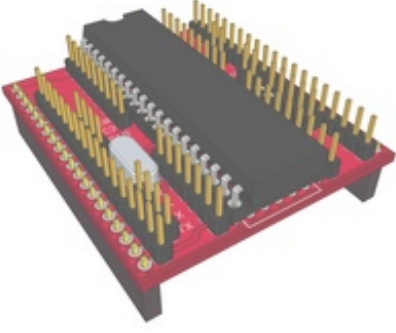
Модуль Altera MAX II



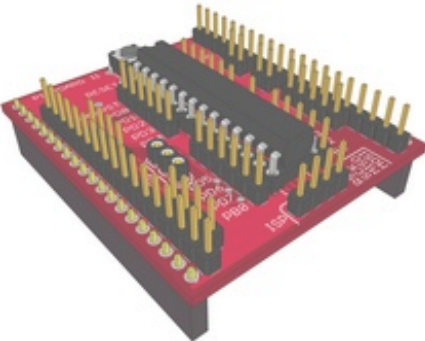
Модуль ARM Cortex M3 STM32F103C8



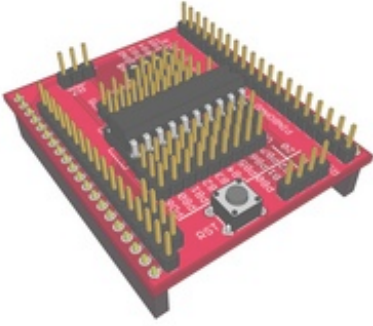
Модуль AVR ATmega16A



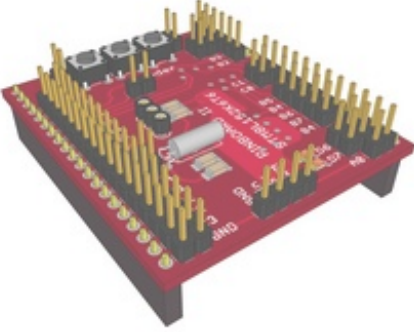
Модуль AVR ATmega8/168



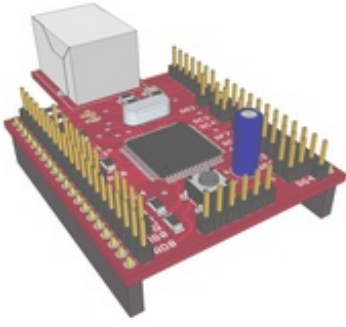
Модуль AVR ATtiny2313/45



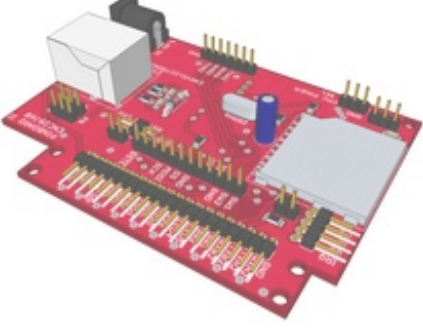
Модуль STM8L152K6T6



Модуль PIC18F67J60 ETHERNET



LAN Ethernet Адаптер на ENC28J60



Универсальный модуль FT232C

