Создайте свое собственное искажение

Рикупеттери Салминен

История искажений

В середине 50-х, когда электрогитары стали популярными, все усилители были разработаны для вокала, и они не давали той остроты, которую хотели гитаристы. Единственный способ получить искажение — выкрутить громкость на одиннадцать и надеяться, что лампы не расплавятся (или соседи не вызовут полицию! В шестидесятых гитаристы срезали конусы динамиков, чтобы получить нечеткий звук. Позже, в шестидесятых, были сделаны первые коробки эффектов искажения, чтобы имитировать звук срезанных конусов и перегруженных усилителей. Теперь большинство усилителей имеют управление искажением, но эффекты искажения по-прежнему популярны. Теперь мы собираемся обсудить методы создания искажения с помощью коробок эффектов.

Типы искажений

Когда речь идет об искажении, вы обычно можете услышать слова overdrive, distortion, fuzz и crunch. Это слова, описывающие тип искажения, который выдает усилитель или эффект. Overdrive — это естественный и гладкий звук, в то время как distortion — более грубый. Fuzz — это металлический и очень грубый тип искажения, который превращает звук гитары в нечеткий звук. Crunch — это не определенный тип искажения, а мягкий overdrive или distortion. Crunch имеет звук, который напоминает звук хруста хлопьев для завтрака, объединенных со звуком гитары (я не имею в виду щелчок, треск и хлопок). Это не относится ко всем эффектам на рынке, например, Крейг Андертон называет почти все свои искажения «fuzz», независимо от того, искажение это, overdrive или fuzz. Например, Tube-sound Fuzz Крейга Андертона на самом деле является овердрайвом.

Создание искажений

Окончательное искажение/перегрузку производят лампы, которые перегружаются так, что получается ровный поющий звук. Ничто не может имитировать лампы, хотя существует миллион различных «искажений лампового звука», они просто не могут создать настоящий звук ламп (хотя есть довольно хорошие). Обычно эффекты искажения используют твердотельные схемы, такие как транзисторы, операционные усилители и диоды, но есть несколько коммерческих эффектов перегрузки ламп, таких как Chandler Tube Driver и Matchless Hotbox. Вот наиболее распространенные типы эффектов искажения:

1) Перегрузка транзисторов

Как и перегруженные лампы, транзисторы перегружаются, когда их устанавливают на верхнюю границу диапазона усиления. Это создает неприятный, искаженный тон. Обычно в fuzzbox используются перегруженные транзисторы. Ознакомьтесь с различными конструкциями, похожими на Fuzz Face , чтобы понять, что я имею в виду. Различные типы транзисторов искажают звук по-разному. Кремниевые транзисторы издают неприятный, металлический звук. Германиевые транзисторы имеют немного более плавный звук. Например, германиевые транзисторы использовались в конце шестидесятых в оригинальном Fuzz Face. Униполярные транзисторы, такие как JFET и MOSFET, имеют более мягкий, более ламповый тон.

2) «Жесткое» диодное ограничение

Это очень распространенный способ создания искажений. Два диода, шунтированные на землю в противоположном направлении, срежут пики сигнала и, таким образом, создадут искажения. Проверьте MXR Distortion+ и ProCo Rat, чтобы понять, что я имею в виду. Обычно изготавливаются с использованием кремниевых диодов.

3) «Мягкое» диодное ограничение

Еще один очень распространенный метод. Это создает более перегруженный звук, чем «жесткие» искажения клиппинга. Два диода подключаются к обратной связи операционного усилителя или транзистора. Это сглаживает пики сигнала «мягче» и обеспечивает немного лампового тона. Ibanez TubeScreamer использует этот метод.

4) Специальные методы

Существуют также специальные методы создания искажений. Вот несколько примеров: ограничение стабилитронами и КМОП-инверторы. Оба обычно используются для ламповых тонов. Ламповое искажение AMZ использует ограничение стабилитронами на пути обратной связи. КМОП-инверторы (обычно CD4049) используются в таких конструкциях, как искажение MXR Hot Tubes и трубный звук Крейга Андертона.

Операционные усилители

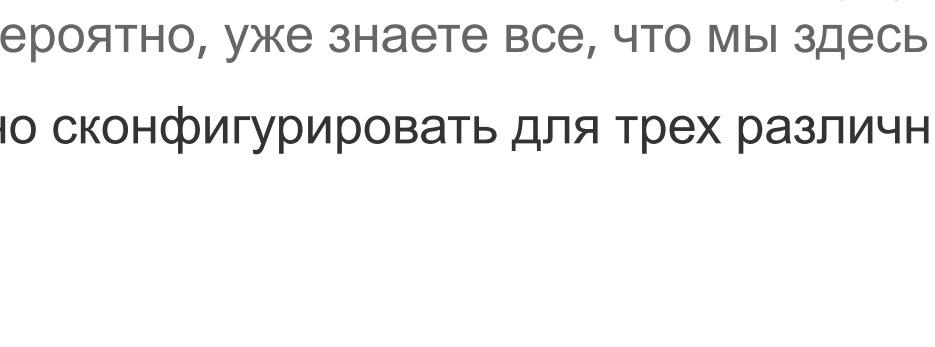
Операционные усилители (или операционные усилители) — это, пожалуй, самый распространенный компонент в создании искажений. Знание нескольких основ операционных усилителей не повредит вам при проектировании эффектов искажений. Если вы всезнающий гуру DIY-эффектов, можете пропустить этот подзаголовок, так как вы, вероятно, уже знаете все, что мы здесь обсуждаем.

Операционные усилители можно сконфигурировать для трех различных типов каскадов:

1) Инвертирующий
2) Неинвертирующий
3) Дифференциальный

Дифференциал очень редок (я **никогда не** видел его) в конструкциях с искажениями. Он действительно не имеет никаких преимуществ и является самым сложным, поэтому мы его пропустим.

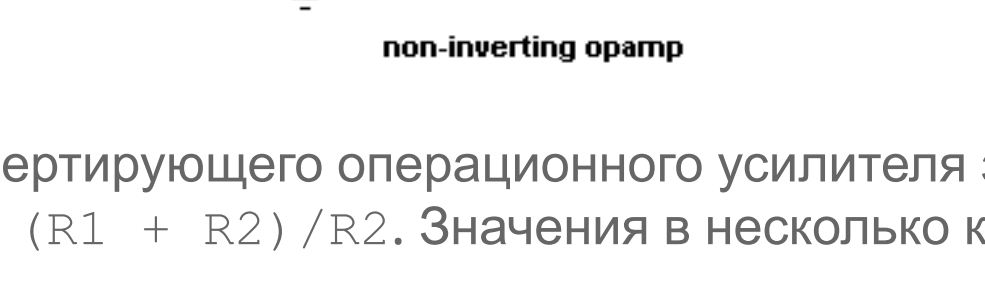
Неинвертирующий предусилитель — это схема, в которой вход подключен к неинвертирующему (+) входу операционного усилителя, а контур обратной связи находится между инвертированным входом (-) и выходом.



non-inverting opamp

Коэффициент усиления неинвертирующего операционного усилителя задается резисторами R1 и R2. Коэффициент усиления равен `(R1 + R2)/R2`. Значения в несколько килоом будут хорошим выбором. Особенностью неинвертирующего операционного усилителя является C1. Этот конденсатор вместе с R2 образуют фильтр нижних частот (объясняется позже). Недостатком использования неинвертирующих операционных усилителей является то, что они не могут иметь коэффициент усиления меньше 1, что означает, что они не могут ослаблять сигнал, но поскольку это бесполезно в эффектах искажения, мы можем отбросить это.

Инвертирующий предусилитель — это схема, в которой вход подключен к инвертирующему (-) входу предусилителя через резистор. Неинвертированный (+) вход подключен к земле.

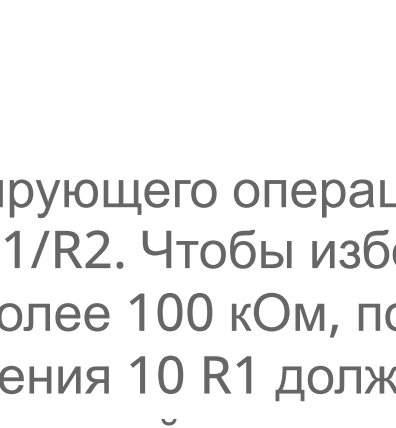


inverting opamp

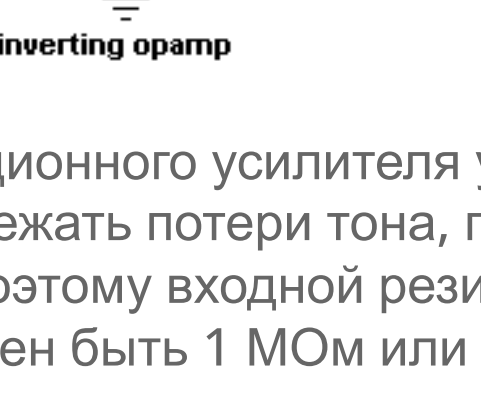
Коэффициент усиления инвертирующего операционного усилителя устанавливается резисторами R1 и R2. Коэффициент усиления равен R1/R2. Чтобы избежать потери тона, гитарные усилители и эффекты должны иметь входное сопротивление более 100 кОм, поэтому входной резистор R2 должен быть не менее 100 кОм. Это означает, что для усиления 10 R1 должен быть 1 МОм или больше. К сожалению, высокие значения резисторов означают высокий уровень шума.

Фильтры высоких и низких частот

Для правильной работы эффект должен иметь фильтры для снижения усиливаемых частот. Фильтры будут отсекать частоты, которые мы не хотим усиливать. Это высокие радиочастоты и низкие шумовые частоты. Простой фильтр (или фильтр первой степени) образован резистором и конденсатором, шунтированным на землю. Фильтр верхних частот пропускает частоты выше предельной частоты, а более низкие частоты отсекаются. Фильтр нижних частот — полная противоположность.



high pass filter



low pass filter

Расчет предельной частоты производится по формуле:

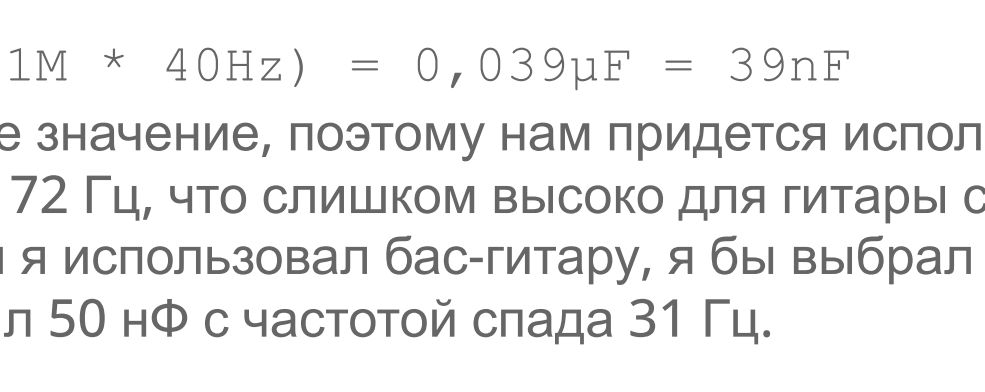
$$f = \frac{1}{2 * PI * R1 * C1}$$

Где f — частота в герцах (Гц), R1 — значение R1 в омах, а C1 — значение C1 в фарадах (Ф). Если C1 — микрофарады (мкФ), R1 должен быть мегаомом. Хорошие значения предельной частоты могут быть 40 Гц — 30 000 Гц (30 кГц). Возможно, вам захочется изменить нижнюю предельную частоту, если вы играете с очень низким строем и используете струны большого калибра (например, .013) или разрабатываете эффект для бас-гитары. Вам не следует опускаться ниже 20 Гц, потому что это самая низкая слышимая частота.

Расчет значения C1 выполняется по той же формуле:

$$C1 = \frac{1}{2 * PI * R1 * f}$$

Пример схемы:



`Gain = (10k + 1k)/1k = 11`

Коэффициент усиления блока искажений обычно составляет от 100 до 200.

`C1 = 1/(2 * PI * 0.001M * 40Hz) = 0,039µF = 39nF`

39 нФ — это нестандартное значение, поэтому нам придется использовать 50 нФ или 1 мкФ. 22 нФ будет иметь предельную частоту 72 Гц, что слишком высоко для гитары с пониженным строем (низкая нота E составляет 82 Гц). Если бы я использовал бас-гитару, я бы выбрал 1 мкФ с частотой спада 15 Гц, в противном случае я бы взял 50 нФ с частотой спада 31 Гц.

`C2 = 1/(2 * PI * 0.01M * 30,000Hz) = 0,00053µF = 530pF`

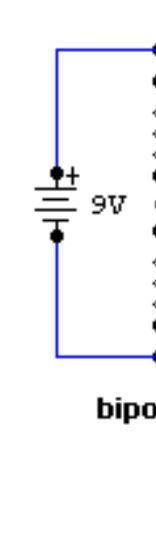
Опять же, 530 пФ — не стандартное значение, но 470 пФ подойдет. Это дает частоту спада 33863 Гц = 33 кГц.

Источник питания

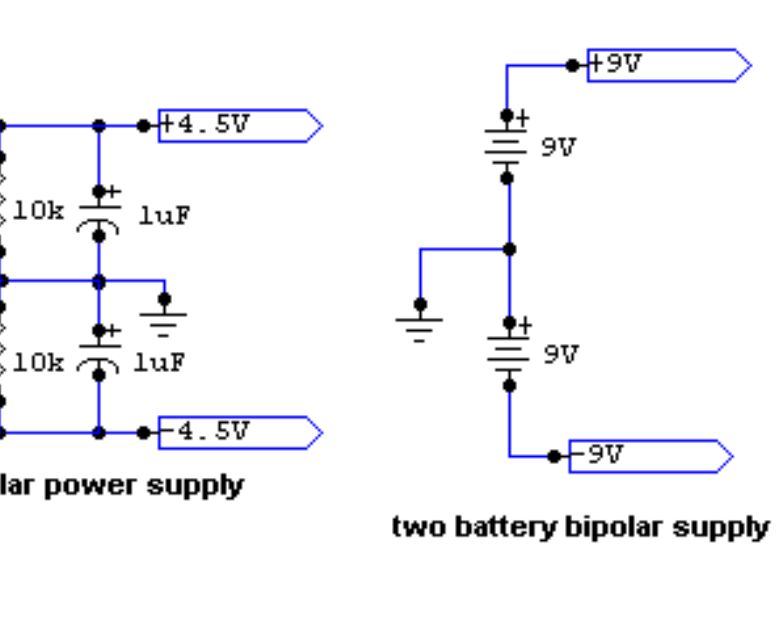
Подача питания на операционные усилители не так проста, как вы могли бы подумать. Недостаточно подключить батарею 9 В к контактам V+ и V- на операционном усилителе, но операционный усилитель должен быть подключен к биполярному источнику питания или должен быть смещен на половину входного напряжения.

Биполярные источники питания

Источники питания можно разделить на два типа: биполярные и униполярные. Обычная батарея или настенный бородавчатый источник питания — это униполярный источник питания. Во многих схемах трансформаторов переменного тока используются биполярные источники питания. Однако батареи можно использовать для создания биполярных источников питания.



bipolar power supply

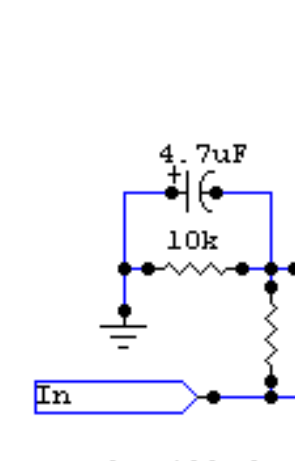


two battery bipolar supply

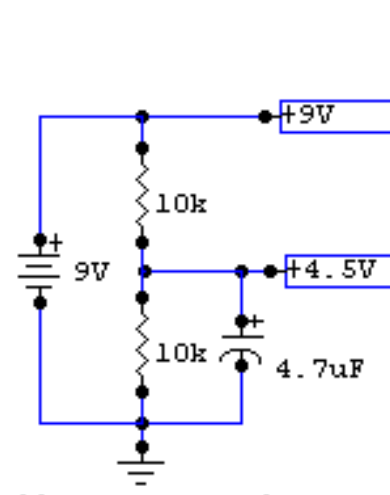
Двухбатарейный источник питания очень редко используется в примочках, а биполярный источник питания также используется редко, но чаще встречается в небольших конструкциях усилителей для практики. Оба они могут использоваться для питания вашего операционного усилителя, если вы не хотите использовать смещение (описанное ниже).

Предвзятость

Смещение — это распространенный способ питания операционного усилителя при использовании однополярных источников питания, таких как батареи или настенные бородавки. Смещение осуществляется путем подключения двух резисторов от +9 В к земле для половины напряжения.



input biasing



bias power supply

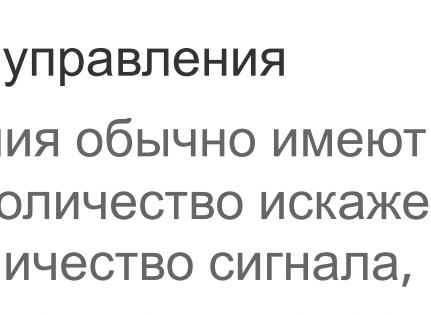
Вышеуказанные схемы — это простые схемы смещения операционных усилителей. Они имеют два резистора, подключенных от разъема батареи + к земле, и конденсатор для уменьшения гула. Вы можете найти этот тип смещения почти в каждом эффекте искажения. Вот некоторые из них: Ibanez TubeScreamer, MXR Distortion+ и ProCo Rat.

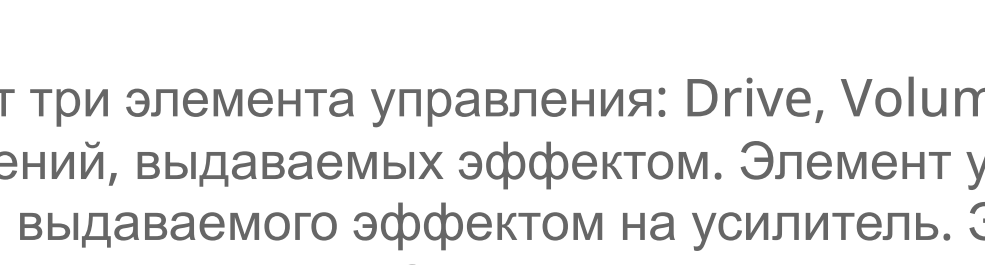
Выбор операционного усилителя

На рынке представлено так много типов операционных усилителей, что выбрать подходящий именно вам не так-то просто. Однако экспериментировать с операционными усилителями не так уж и сложно. Большинство операционных усилителей используют одну и ту же «стандартную» 741-контактную схему (которая получила свое название от старого очень распространенного операционного усилителя). Припаяйте гнездо на печатной плате, и вы сможете легко менять операционные усилители. Вы можете попробовать операционные усилители bifet, такие как LF351 (с низким потреблением тока) или LF356 (с низким уровнем шума) или операционные усилители jfet, такие как TL071 (с низким уровнем шума) или TL081 (с низким потреблением тока).

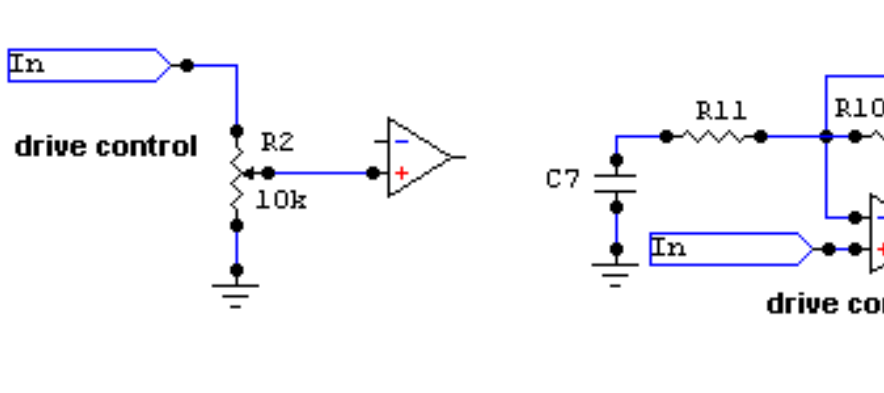
Ручки и элементы управления

Эффекты искажения обычно имеют три элемента управления: Drive, Volume и Tone. Элемент управления drive регулирует количество искажений, выдаваемых эффектом. Элемент управления volume устанавливает количество сигнала, выдаваемого эффектом на усилитель. Элемент управления tone регулирует окраску звука, выдаваемого эффектом. Элемент управления tone обычно представляет собой регулируемый фильтр нижних частот.

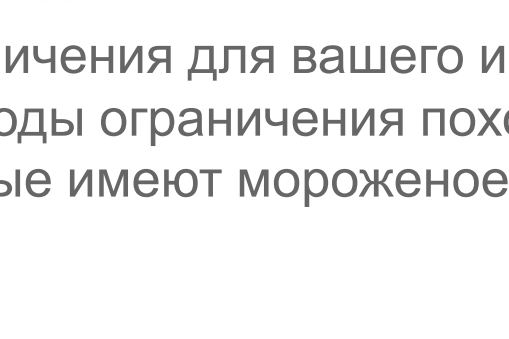


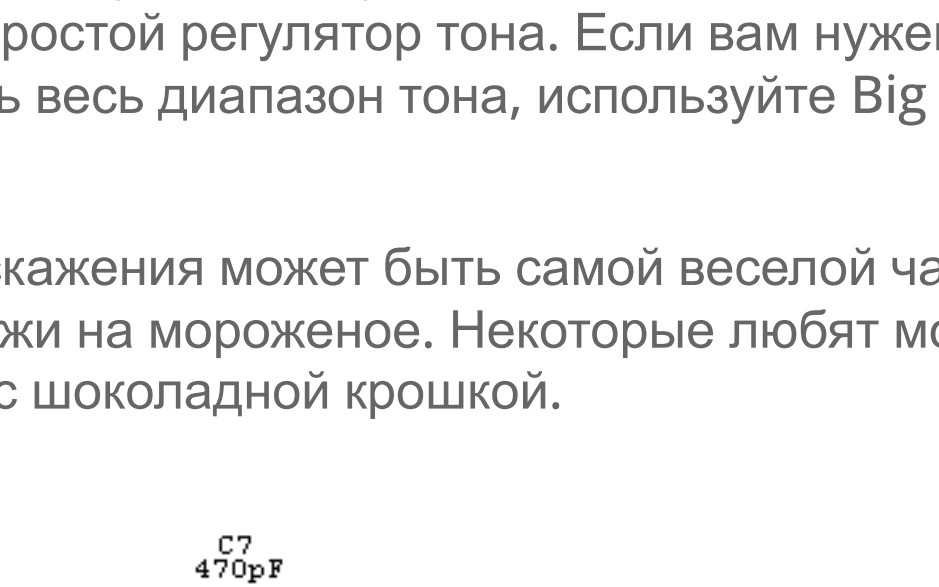


Вышеуказанные схемы используют два разных способа управления уровнем искажений. Первый способ — это регулировка громкости перед операционным усилителем. Это ограничивает количество сигнала, проходящего по схеме. Второй способ заменяет резистор настройки привода операционного усилителя. Поворот потенциометра изменяет усиление операционного усилителя. Обратите внимание, что это также изменяет частоту спада фильтра верхних частот вокруг операционного усилителя.



Выше представлена схема регулировки громкости. Она почти одинакова во всех конструкциях искажений. Конденсатор защищает ваш усилитель от постоянного тока, выходящего из операционного усилителя. Обратите внимание, что это также работает как регулятор тембра, поэтому я рекомендую использовать конденсатор достаточно большого значения, чтобы он не влиял на тембр. 10 мкФ должно подойти.



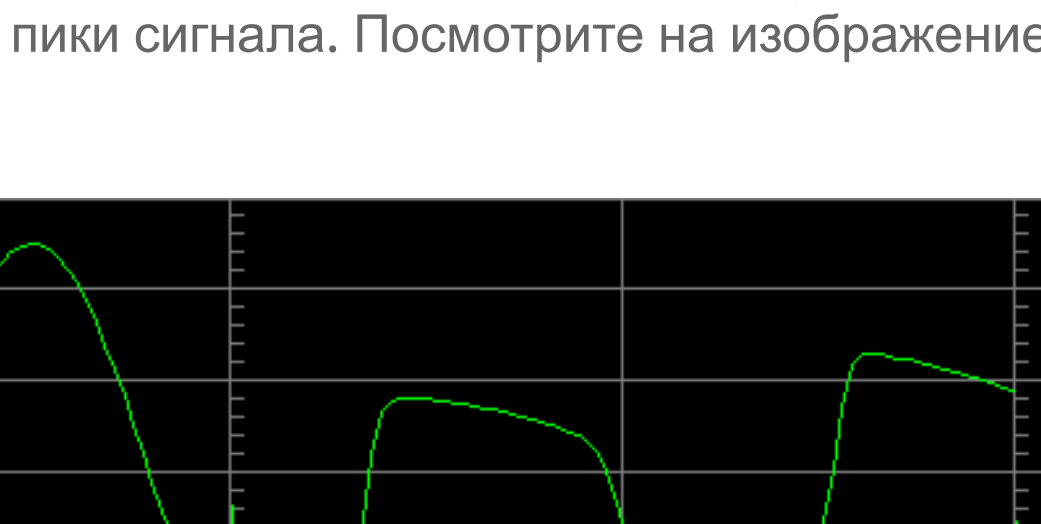


big muff tone control

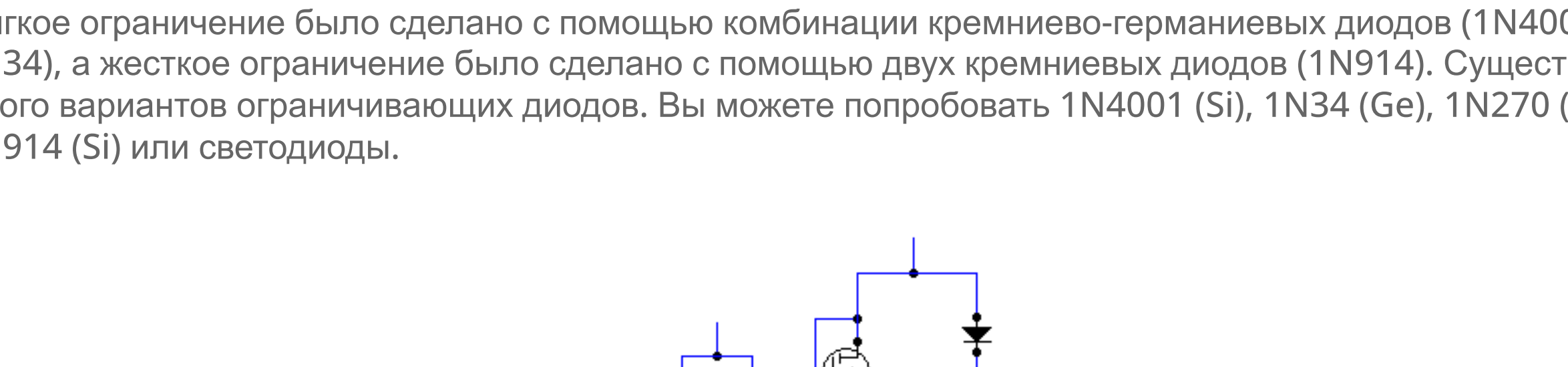
Эти две схемы представляют собой различные типы схем управления тембром. Первая из них — очень распространенная схема тона. Это переменный фильтр нижних частот. Вы можете посчитать хорошее значение конденсатора так же, как мы считали фильтры нижних частот ранее. Хорошее значение потенциометра будет где-то от 100 кОм до 500 кОм. Вторая — более сложная схема, изначально из схемы под названием Big Muff . Она имеет фильтр нижних частот (R1 и C1) и фильтр верхних частот (R2 и C2) и линейный потенциометр (R3), который используется для управления фильтрами. Когда вам нужна лишь небольшая настройка тона, используйте простой регулятор тона. Если вам нужен универсальный регулятор тона, который может охватывать весь диапазон тона, используйте Big Muff.

Ограничительные диоды

Выбор диодов ограничения для вашего искажения может быть самой веселой частью процесса проектирования. Диоды ограничения похожи на мороженое. Некоторые любят мороженое со вкусом клубники, а некоторые имеют мороженое с шоколадной крошкой.

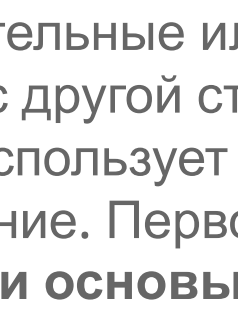


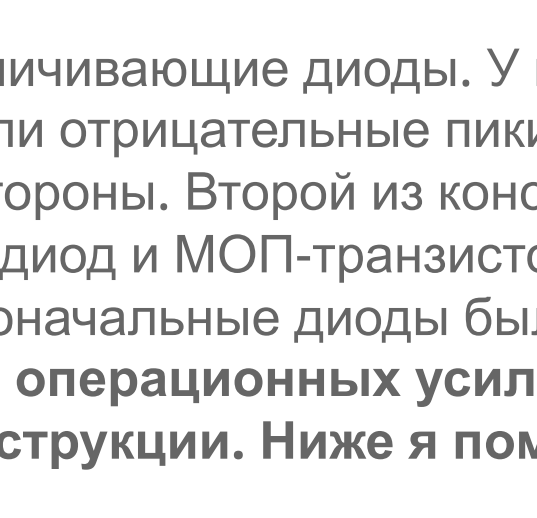
На схеме выше вы можете видеть жесткие и мягкие диоды ограничения. Мягкое и жесткое ограничение описано выше в части «Создание искажений». Мягкое и жесткое ограничение довольно хорошо описывают звук, который они производят. Мягкое ограничение мягко скругляет пики сигнала, в то время как жесткое ограничение грубо обрезает пики сигнала. Посмотрите на изображение осциллографа ниже, чтобы понять, что я имею в виду.



щелкните на изображении для версии для печати

Как вы можете видеть, мягко ограниченная волна более мягко закруглена, чем жестко ограниченная. Мягкое ограничение было сделано с помощью комбинации кремниево-германиевых диодов (1N4001 и 1N34), а жесткое ограничение было сделано с помощью двух кремниевых диодов (1N914). Существует много вариантов ограничивающих диодов. Вы можете попробовать 1N4001 (Si), 1N34 (Ge), 1N270 (Ge), 1N914 (Si) или светодиоды.


asymmetrical clipping


shaka braddah clipping

Выше вы можете видеть специальные ограничивающие диоды. У первого один диод с другой стороны и два с другой. Это срезает положительные или отрицательные пики (в зависимости от того, как вы подключили диоды) больше, чем с другой стороны. Второй из конструкции Shaka Braddah III Джека А. Ормана и Аарона Нельсона. Он использует диод и МОП-транзистор для создания ограничения. Он дает приятное, синее, мягкое ограничение. Первоначальные диоды были 1N34, а МОП-транзисторы были IRF520. **Теперь, когда вы изучили основы операционных усилителей и ограничения диодов, вы можете создавать свои собственные конструкции. Ниже я поместил несколько своих конструкций.**

Мои примеры дизайна

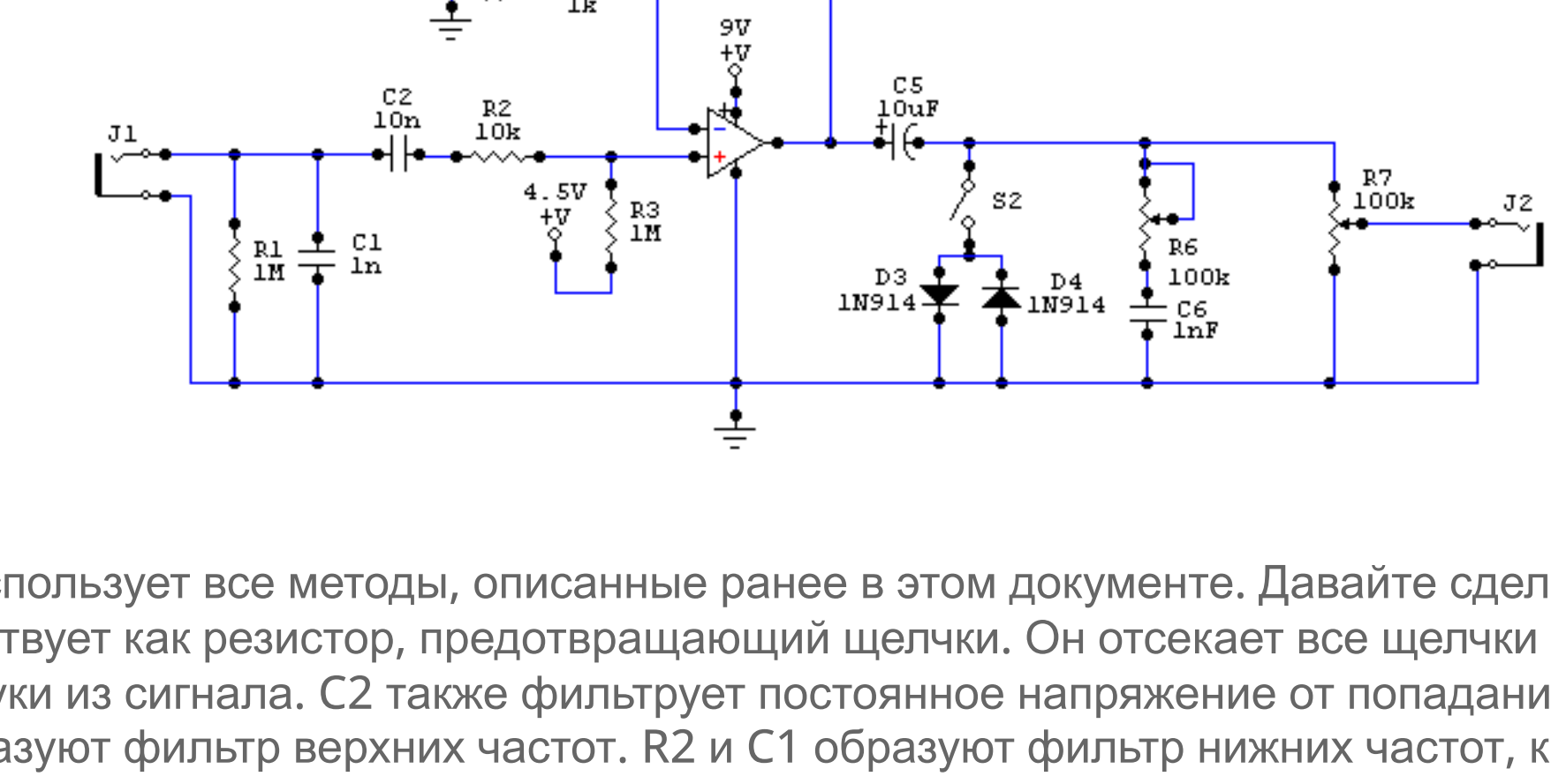


Схема выше использует все методы, описанные ранее в этом документе. Давайте сделаем краткий обзор схемы. R1 действует как резистор, предотвращающий щелчки. Он отсекает все щелчки и другие неприятные звуки из сигнала. C2 также фильтрует постоянное напряжение от попадания в вашу гитару. R1 и C2 также образуют фильтр верхних частот. R2 и C1 образуют фильтр нижних частот, который сглаживает радиочастоты. Вход смещается через R3. R4 и R5 устанавливают усиление. Поскольку R4 является потенциометром, усиление может изменяться от 1 до 101. R5 и C4 образуют еще один фильтр нижних частот. R4 и C3 образуют фильтр верхних частот, а поскольку R4 является потенциометром, частота спада будет меняться при повороте потенциометра. D1 и D2 образуют схему мягкого ограничения, которую можно отключить с помощью S1. C5 предотвращает попадание постоянного напряжения в ваш усилитель. Поскольку C5 и регулятор громкости R7 образуют фильтр верхних частот, значение C5 должно быть достаточно высоким, чтобы предотвратить помехи частоты спада вашему сигналу (10 мкФ должно быть достаточно). D3 и D4 представляют собой схему жесткого ограничения, которую можно включить с помощью S2. Вы можете поместить S1 и S2 в один переключатель DPDT, который можно использовать для переключения между жестким и мягким ограничением. Использование как жесткого, так и мягкого ограничения радикально снизит уровень вашего сигнала и может быть не очень хорошей идеей. В любом случае стоит попробовать. R6 и C6 образуют переменный фильтр нижних частот, используемый в качестве регулятора тембра. R7 — это регулятор громкости, который, надеюсь, не нуждается в объяснении. Попробуйте схему с регулятором тембра Big Muff и асимметричным ограничением. Вы можете поэкспериментировать с ограничением Shaka Braddah и различными другими методами. **Это всего лишь базовая схема. Поэкспериментируйте с различными операционными усилителями, различными диодами и различными значениями. Существует так много различных вариантов, что может потребоваться некоторое время, чтобы найти тот, который подходит вам лучше всего.**

Схемы по теме

Искажение/перегрузка одного транзистора

Основано на вариациях искажения Electra Джо Дэвиссона или Джастина Филпотта.

Opamp Distortion/Overdrive

Включает методы, описанные в этом документе. Используйте с источником смещения .

©Rikupetteri Salminen Авторское право 2000