

Классы усилителей
(оригинал взят с www.duncanamps.com, © Duncan Munro)
перевод – arky

Вы Наверное уже слышали про классы усилителей, их обычно называют латинскими буквами или их сочетаниями – А, АВ1, АВ2, В, С и т.д. Что же они все означают?

Давайте на время забудем о цифрах – мы вернемся к ним позже. Сейчас мы посмотрим поближе на варианты классов А, В и С, и, чтобы все было понятно, еще раз рассмотрим, как в действительности работают электронные вакуумные лампы (радиолампы).

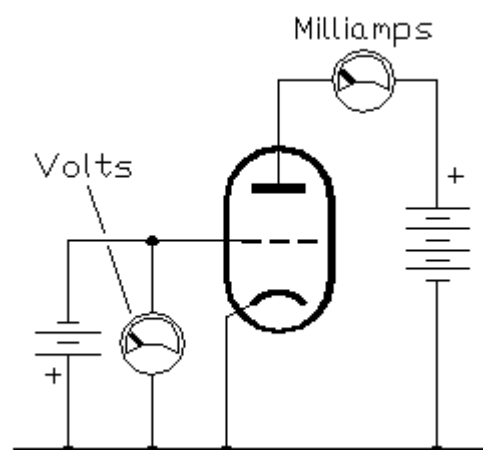
Простой пример с радиолампой.

Если вы знаете, как работают радиолампы, то можете сразу переходить к разделу «Классы работы».

На изображении справа мы подключили триод к паре элементов питания и паре измерительных приборов.

Начиная с левой части изображения, отметим, что на рисунке сделано следующее подключение – батарейка (элемент питания) включена между сеткой радиолампы и общим проводником - «землей». Вольтметр подключен параллельно батарейке, чтобы узнать, какое напряжение батарейка отдает на сетку.

Обратите внимание, что батарейка подключена наоборот (кверху ногами), поэтому напряжение на сетке будет отрицательным по отношению к земле. На правой части рисунка у нас гораздо большая батарейка с миллиамперметром для измерения количества тока, выдаваемого анодом нашей лампы.



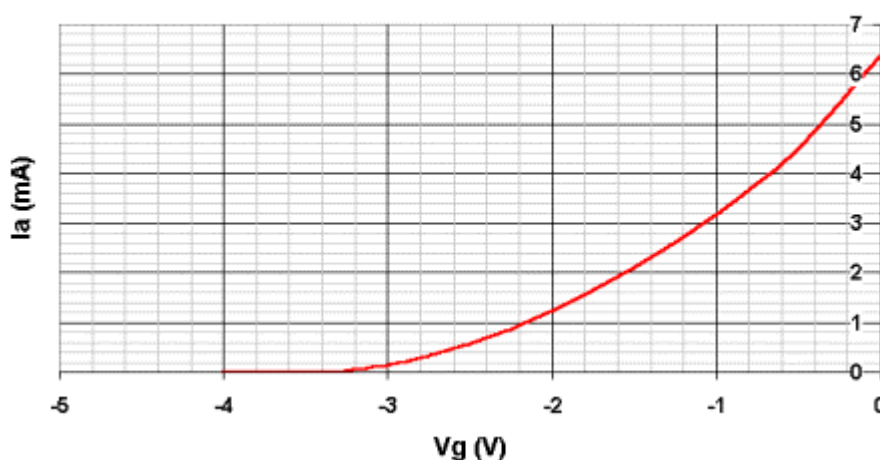
Обычно сетка должна иметь более отрицательное значение напряжения на один-два вольта для лампы предварительного усиления и 40 или более вольт для лампы, используемой в выходном каскаде усилителя. Этот факт мы называем напряжением смещения лампы.

Усиление.

Изменяя напряжение на сетке, мы можем изменять ток, проходящий через анод - это способ достижения усиления.

12AX7 - 250V Anode Voltage

Посмотрите на диаграмму справа (ее еще называют вольт-амперной характеристикой, прим. - arky) – она показывает что происходит с нашей лампой при изменении напряжения на сетке. С увеличением напряжения на ней соответственно увеличивается и анодный ток. Очень важно отметить, что лампа преобразует входное напряжение в выходной ток.



Вне зависимости от того, используется ли лампа для предварительного усиления, или же как лампа выходного каскада, вышеуказанные принципы остаются неизменными. Теперь, когда мы вспомнили как работают радиолампы, мы можем рассмотреть различные классы их работы в выходных каскадах усилителей.

Классы работы.

Посмотрите на диаграмму справа. Кривая вольт-амперной характеристики лампы взята из предыдущего графика, а красной точкой обозначено установленное напряжение смещения, грубо говоря, посередине кривой. Если теперь мы наложим сигнал на напряжение сетки (In), анодный ток начнет изменяться увеличиваясь и уменьшаясь в соответствии с изменением напряжения сетки, формируя график выходного сигнала (Out).

Как и предполагалось в названии – это класс А. Основное преимущество класса А в том что лампа выдает выходной ток все время, т.е. постоянно. Обратите внимание, что выходной ток (на графике «Out») никогда не опускается до нуля.

Некоторые выходные каскады усилителей выполнены в классе А (такие как VOX AC-30), и все каскады предварительного усиления тоже в классе А. Если хотите взглянуть на схему такого усилителя с выходным каскадом в классе А, то можете скачать схему Blues-112 combo.

Ладно, с Классом А разобрались, а что есть класс В? На графике справа мы установили точку смещения в месте, когда лампа практически перестает работать, т.е. проводить ток. Обратите внимание, что входной сигнал теперь имеет гораздо более высокую амплитуду для того, чтобы заставить лампу работать. При этом лампа формирует выходной ток представляющий из себя только одну половину формы выходного сигнала.

Чтобы как-то заставить работать подобное решение, нам придется применить пуш-пульный (push-pull – «тяни-толкай» прим. - arky) выходной каскад, который состоит из двух ламп (или двух наборов ламп) для того, чтобы каждая сторона усиливала свою половину полуволны сигнала. В то время как первая выходная лампа дает выходной ток как показано справа, вторая лампа заполняет пропуски в работе первой.

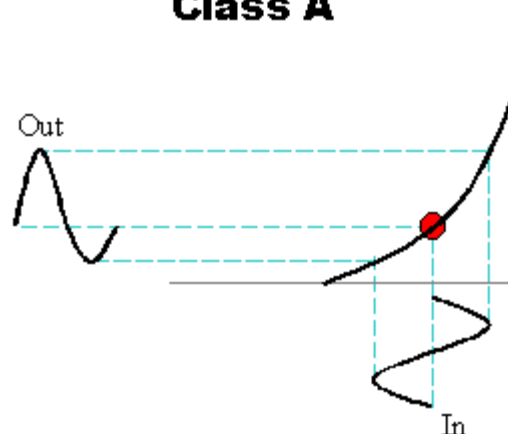
На данном этапе вы уже наверное догадались что представляет собой класс АВ – это где-то посередине между А и В. А где именно – зависит от вашего воображения!

В нашем графике, изображающем работу ламп в классе АВ, малое количество тока смещения проходит через лампу.

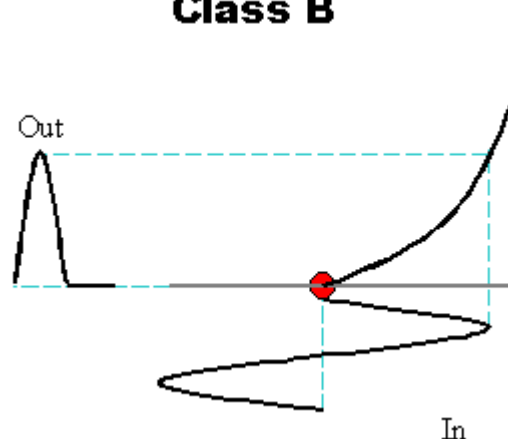
Для выходных ламп в обычном, стандартном гитарном усилителе класса АВ, его количество колеблется в пределах 30-40 миллиампер, с пиками приблизительно в районе 250-300 миллиампер.

В пуш-пульном выходном каскаде присутствует небольшой взаимный перехлест, поскольку каждая лампа помогает соседке во время короткого перехода или в переходный период. Многие большие гитарные усилители работают в классе АВ, и ниже мы рассмотрим почему.

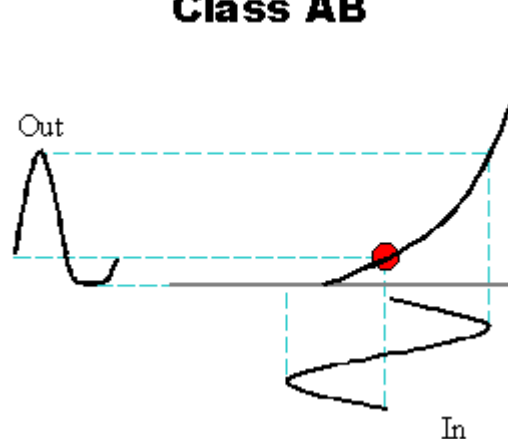
Class A



Class B



Class AB



Переходные искажения.

Класс В страдает от одной основополагающей проблемы, которая присутствует только в в пуш-пульных усилителях. Проблема состоит в том, что на практике сигналу в виде волны приходится осуществлять плавный переход от одной полуволны к другой.

Когда выходные токи обеих ламп складываются в выходном трансформаторе, то на графиках, изображающих работу ламп в классе В, можно наблюдать «ступеньку» - рисунок справа. Усилители класса АВ точно так же могут страдать от данного эффекта, если ток смещения слишком мал.



Суммируя можно сказать следующее:

- Усилители класса В в основном обладают небольшими переходными искажениями.
- Усилители класса АВ могут обладать небольшими переходными искажениями
- Усилители класса А не обладают искажениями перехода, поскольку обе лампы работают синхронно.

Казалось-бы, решением может быть использовать режим включения ламп в Классе А для гитарных усилителей. Тогда не придется беспокоиться о переходных искажениях вовсе, Но...

Эффективность.

Классы АВ и В существуют по определенным причинам, о которых мы говорили выше. Если мы вернемся к диаграмме, изображающей работу лампы в классе А, то увидим, что она постоянно выдает выходной ток, без перерывов. Чтобы получить большую выходную мощность от усилителя в классе А, его обычно загоняют в такой режим, когда током смещения задают предельный мощностной режим лампы, исходя из того, сколько она может выдержать.

Это не так эффективно, как класс В, принцип работы которого позволяет выдавать ток в том количестве, которое необходимо, или как класс АВ, который можно назвать гибридом того и другого.

Меньшая эффективность класса А означает, что в результате работы лампы рассеивается больше тепла для обеспечения тех же значений выходной мощности, что и для других классов. Давайте проведем сравнение класса А на паре ламп типа EL34 и класса В на тех же лампах.

Итак, информация изготовителя лампы типа EL34 говорит о способе ее применения в однотактном классе А, построенном из расчета ограничения максимальной мощности рассеивания анода, равной 25 ваттам. 11 ватт выходной мощности будут иметь 10% общего количества гармонических искажений сигнала (THD – Total Harmonic Distortion, прим. – arky). Для пуш-пульного усилителя Класса А выходные цифры удваиваются до 22 ватт, поскольку используются две лампы. Далее, смотрим описание – там перечислены параметры для класса В. Заявленная мощность выхода 100 ватт при 5% гармонических искажений – это однозначно выше чем 22 ватта в Классе А.

Имея в виду данное обстоятельство, нетрудно подсчитать, что вам понадобится **десять** EL34 для 100-ваттного усилителя в классе А, и всего две для Класса В. В гибридных усилителях Класса АВ, четыре лампы EL34 обычно используются для раскачки 100-ваттного динамика, как например в Marshall.

Прочие классы.

Существуют и другие классы, такие как С, который сдвигает смещение сетки еще больше влево. Эти классы нецелесообразно использовать в гитарных усилителях, они больше подходят для применения в аппаратах с радиочастотными сигналами, которые используют настроенные цепи для избавления от искажений.

Цифры.

Ах, да, цифры. Есть еще Классы А1, А2, АВ1, АВ2 и т. д., все это тносится только к ламповым усилителям. Самая простая схема с «1» показывает, что лампа не генерирует никакого сеточного тока. «2» показывает, что в лампе выходного каскада сеточное напряжение загоняется выше отметки 0 вольт до положительных значений сеточного напряжения, заставляя сетку выдавать определенный ток от предыдущего (предусилительного) каскада.