



# Секреты надежности усилителей МОЩНОСТИ

PARK AUDIO //

Усилители мощности, в отличие от слаботочных устройств, таких как микшерные пульты и устройства обработки звука, всегда являлись самым ненадежным элементом звуковых систем. Это легко объяснить – все устройства обработки звука работают с сигналами малой мощности. Соответственно радиоэлементы работают с большим запасом по мощности. Возьмем, к примеру, транзисторы, используемые в слаботочных устройствах. При их допустимой рассеиваемой мощности в пределах 0,5Вт они очень редко загружены даже на 20%. При таком 5-кратном запасе по мощности они могут работать практически вечно (естественно при отсутствии в них заводских дефектов).

Совсем другая ситуация в усилителях мощности. Уже из самого названия следует, что их основное назначение – это отдавать значительные мощности звукового сигнала. Соответственно выходные транзисторы должны быть рассчитаны на значительные мощности рассеивания и для обеспечения надежной работы используется большое их количество. Но иметь для выходных транзисторов 5-кратный запас по мощности – непозволительная роскошь. При таком запасе их число в усилителе средней мощности будет стремиться к сотне, а стоимость – к стоимости космического корабля (шутка!). Поэтому то и резервы мощности транзисторов в усилителях довольно незначительные. Вместе с тем периодическое, а то и разовое, превышение допустимой рассеиваемой мощности может привести к выходу транзисторов из строя. За счет чего же усилители все-таки работают достаточно надежно? Все дело в серьезных системах защиты этих самых транзисторов.

В реальной жизни усилителю практически никогда не приходится работать на активное сопротивление, скажем 4 или 8 Ом, при котором указываются его технические характеристики. Любая “живая” акустическая система (АС) представляет собой сложное комплексное сопротивление, зависящее от частоты и уровня подаваемого на нее звукового сигнала. На некоторых частотах сопротивление АС может снижаться до весьма малых значений (например – сопротивление 4-омной низкочастотной АС может падать до 2-х Ом и ниже). Кроме того, существуют плохие кабели, закороченные соединители и прочие “прелести” турвой жизни. И во всех этих ситуациях усилитель не имеет права на отказ. Поэтому каждый усилитель содержит достаточно много “обвязки”, которая позволяет ему приспособиться к “окружающему миру” и выжить в условиях постоянных стрессов и перегрузок.

Рассмотрим вкратце “джентльменский набор” защит, которые должен быть в любом современном усилителе.

Но сначала пару слов об эволюции систем защиты от перегрузок по выходу.

Простейшая система защиты – токовый ограничитель. Она ограничивает ток через выходные транзисторы на каком-то фиксированном уровне. При этом мощность, рассеиваемая на транзисторах при срабатывании защиты, изменяется при изменении уровня выходного сигнала и может превышать максимально допустимую.

Следующая ступень развития систем защиты – т.н. U-I ограничитель. Такая система уже реагирует непосредственно на мощность, рассеиваемую на выходных транзисторах. Она может достаточно тщательно отслеживать нахождение выходных транзисторов в пределах области их безопасной работы.

Упомянутые выше системы обладают существенным недостатком – их срабатывание достаточно заметно на слух в виде треска и щелчков на пиках сигнала.

Для исключения этого эффекта в новых моделях усилителей “Park” серии Vx применена двухступенчатая защита от перегрузок по выходу. Первая ступень – безинерционная, мгновенно реагирующая на короткое замыкание выхода или существенное понижение сопротивления нагрузки. Она практически никогда не включается при исправной АС. Вторая ступень включается примерно через 5мс после начала перегрузки и управляет работой встроенного лимитера, линейно уменьшающего уровень входного сигнала. В результате система защиты не жестко обрезает вершины сигнала, а линейно уменьшает его амплитуду. Это позволяет сделать срабатывание защиты практически незаметным на слух. А если учесть то, что реальные перегрузки вследствие понижения комплексного сопротивления на-

грузки весьма кратковременны, то можно быть уверенным, что качество звука в таких режимах не снижается. У такой защиты есть и другие плюсы. Она позволяет легко и безопасно использовать т.н. динамическую мощность рассеивания транзисторов (кратковременно транзисторы могут рассеивать значительно большую мощность, чем при статической нагрузке). Это дает возможность отдавать в нагрузку кратковременные импульсы тока значительно большей мощности.

Такой принцип работы защиты не нов в мировой практике, но он является в основном атрибутом дорогих моделей усилителей турбового класса.

Однако вернемся к нашему "джентльменскому набору".

Одним из узлов, существенно влияющих на надежность усилителя и акустических систем, является встроенный т.н. clip-лимитер (терминология здесь достаточно не устоявшаяся – можно встретить названия “компрессор”, “clip-компрессор”...).

По сравнению со старыми моделями усилителей, современные высококачественные усилители имеют больший динамический диапазон и лучше звучат при перегрузках. Поэтому у пользователей больше соблазна перегружать усилители входным сигналом и вводить их в ограничение на низкочастотных динамических пиках, т.к. при этом не возникают большие слышимые искажения. Это приводит к сжатию динамических характеристик музыки, т.е. при перегрузке громкость высоких частот увеличивается, а низких – нет, что на слух воспринимается как некоторое улучшение яркости звука. Но при этом возникает большая опасность выхода из строя высокочастотных (ВЧ) динамиков, т.к. подаваемая на них мощность резко возрастает. Чем больше перегрузка усилителя входным сигналом – тем больше “кажущаяся” громкость звука и тем больше нагрузка на высокочастотные динамики. При этом мощность высокочастотного спектра сигнала растет как за счет увеличения уровня входного сигнала, так и за счет гармоник низкочастотного сигнала, возникающих вследствие перегрузки усилителя.

Встроенный в усилитель clip-лимитер реагирует именно на возникновение искажений в усилителе и линейно уменьшает уровень входного сигнала до их исчезновения. При этом неважно, на какой частоте возникли искажения - уровень всех частот понижается на одну и ту же величину. И соответственно не происходит ни роста мощности ВЧ составляющих ни изменения тембрального баланса звука.

И еще одна неприятность может подстерегать ВЧ ди-

намики – переменное напряжение высокой частоты.

Обычно мощность применяемых в АС ВЧ динамиков значительно меньше мощности самой АС (например, в 500-ватной АС мощность ВЧ динамиков редко превышает 50Вт). При использовании недостаточно качественных микшеров или кроссоверов зачастую на их выходе появляется переменное напряжение высокой частоты (они возбуждаются). Мощные ВЧ колебания могут возникнуть в звуковой системе также из-за плохого состояния соединительных кабелей. При этом усилитель отдает полную мощность именно в ВЧ полосе. В нашем примере, если усилитель по мощности согласован с АС, ВЧ динамики испытывают 10-кратную перегрузку, которая быстро выведет их из строя. Для предотвращения таких ситуаций усилители оборудуются системой защиты от немузыкальных ВЧ составляющих. Как только их уровень достигнет опасных величин – усилитель блокирует входной сигнал и отключает нагрузку.

И, наконец, что же произойдет с акустическими системами, если все-таки усилитель выйдет из строя? При этом часто на выходе появляется смертельно опасное для АС постоянное напряжение. Под его воздействием звуковые катушки громкоговорителей обугливаются за считанные секунды. Следует заметить, что стоимость современных АС зачастую превышает стоимость самого усилителя, так что роль защиты усилителя от постоянного напряжения на выходе трудно переоценить. При возникновении постоянного напряжения на выходе схема защиты пробует отключить выход с помощью реле. Но разорвать постоянное напряжение в сотню вольт при подключенной нагрузке могут только большие промышленные пускатели, а не малогабаритные реле, обычно применяемые в усилителях. Они реально могут защитить нагрузку только от щелчков при включении/выключении усилителя или от постоянного напряжения, возникшего при отключенной нагрузке. Для абсолютной защиты АС от таких неприятных ситуаций усилители "Park" снабжены дополнительной симисторной защитой, дублирующей работу реле. При возникновении постоянного напряжения на выходе усилителя, и невозможности "оторвать" его от выхода с помощью реле, мощный симистор с совершенно автономными цепями управления замыкает выход усилителя на землю, обеспечивая абсолютную защиту АС от повреждения постоянным током.

Все эти защиты позволяют усилителям "Park" надежно работать в любых условиях эксплуатации и уверенно держать честь торговой марки.