

Еще раз об усилителях мощности

В прежние годы, когда хорошая звуковоспроизводящая аппаратура являлась большой редкостью, изготовление усилителей мощности звуковой частоты (УМЗЧ) на дому было повальным увлечением радиолюбителей.

Если просмотреть журналы “Радио” за последние 20 лет, то в каждом из них найдется статья, посвященная УМЗЧ. Почти во всех этих статьях есть фраза о том, что в предыдущем номере опубликована схема, имеющая массу недостатков, а предлагаемая схема от этих недостатков свободна. Однако в следующем номере выяснялось, что и эта схема имеет свои дефекты, и так до бесконечности. Опытный специалист сразу видел, что большинство конструкций не выдерживает никакой критики. Например, у многих усилителей было по 5–10 конденсаторов, корректирующих частотную характеристику. Ясно, что такая схема не обладает ни достаточной повторяемостью, ни надежностью.

Сейчас ситуация изменилась, однако многие радиолюбители продолжают поиск новых технических решений, позволяющих при минимальных габаритах и затратах получить максимум качества. К счастью, в последние годы появилась масса интегральных УМЗЧ, качество работы которых способно удовлетворить требования основной массы искушенных слушателей. Мы не говорим, конечно, о 10-ваттных микросхемах для переносной аппаратуры с коэффициентом гармоник 10%, которые могут только испортить слух. Не будем говорить и о ламповых усилителях, стоимостью в несколько тысяч долларов, предназначенных для определенного круга слушателей, для которых астральный эффект, создаваемый золочеными ручками, установленными снаружи лампами и собственно стоимостью усилителя, обеспечивает неповторимую звуковую картину.

В данной статье рассматриваются особенности применения двух популярных и недорогих интегральных УМЗЧ производства ST-Microelectronics (SGS-Thomson) – TDA7294 и TDA7250. Для творческих личностей предлагается также схема на дискретных компонентах, позволяющая получить несколько более высокие показатели, чем у интегральных УМЗЧ.

Усилитель на микросхеме TDA7294

Основные технические характеристики:

- напряжение питания – ±40 В;
- максимальная выходная мощность (музыкальная) – 100 Вт;
- максимальная рассеиваемая мощность – 50 Вт;
- максимальный выходной ток – 10 А;
- скорость нарастания выходного сигнала – 10 В/мкс;
- DMOS выходной каскад;
- наличие функций Mute/Standby;
- уровень шума, приведенный ко входу – менее 2 мкВ;

- коэффициент гармоник – 0.005% (1 кГц, 5 Вт);
- диапазон частот – от 20 Гц до 20 кГц;
- защита от перегрузки по току;
- защита от перегрева (145°C).

Задача создания высококачественной линейной микросхемы с использованием обычной биполярной технологии затруднена двумя основными проблемами, связанными с вторичным пробоем. Это ограничение по области безопасной работы (ОБР) оконечного каскада и, как следствие, ограничение по максимальной достижимой мощности, особенно при наличии высокой реактивной нагрузки. Кроме того, попытка использования предельных режимов безопасной работы требует создания сложной схемы защиты, которая должна следить за соблюдением

всех граничных условий ОБР. Лучшим способом решения указанных проблем является использование в выходном каскаде MOSFET транзисторов, которые гораздо более устойчивы к вторичному пробое и способны работать в режимах практически прямоугольной ОБР. Усилитель TDA7294 разработан на основе смешанной высоковольтной технологии, названной BCD 100 – Bipolar-CMOS Device.

Силовой каскад, выполненный по DMOS технологии, отмечен на структурной схеме (рис. 2) как MOS выходной каскад. Основная задача выходного каскада – обеспечение минимального коэффициента гармоник во всем диапазоне частот при максимальной выходной мощности и минимальном потреблении. Приведенная схема, включающая линейаризующий дифференциальный усилитель, успешно справляется с поставленными требованиями. Значительное снижение уровня нелинейных искажений типа “ступенька” достигается за счет компенсационной схемы, использующей прямую связь через емкость Миллера оконечного каскада, которая играет роль местной обрат-

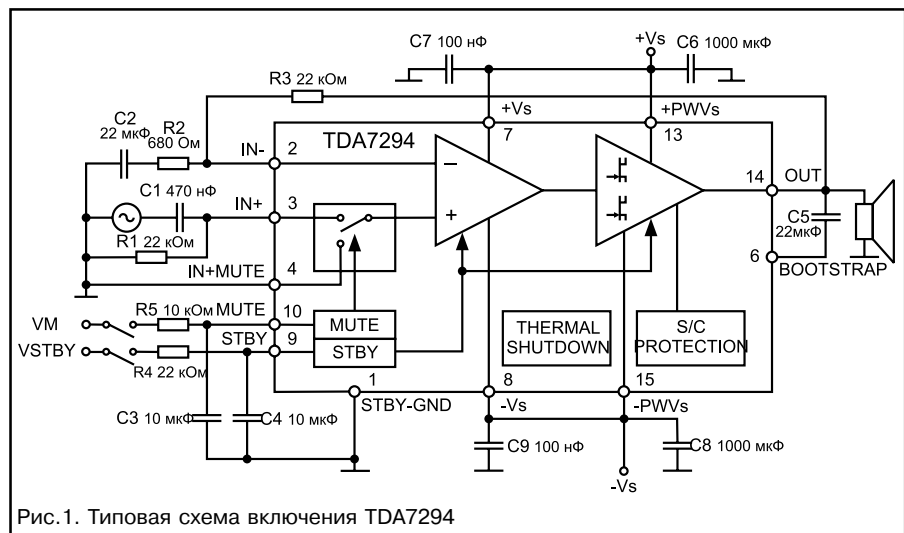


Рис. 1. Типовая схема включения TDA7294

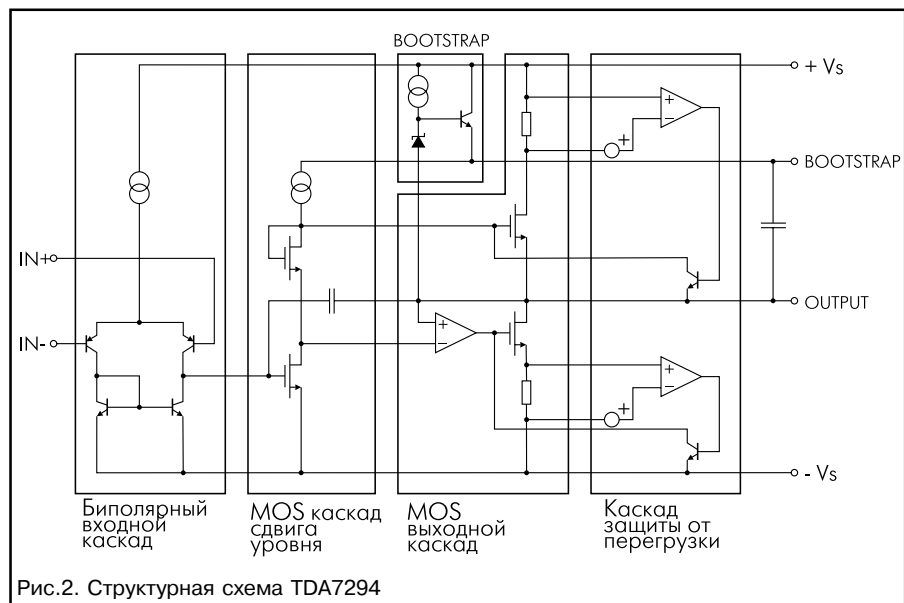


Рис. 2. Структурная схема TDA7294

ной связи по переменному току.

Благодаря отсутствию эффекта вторичного пробоя, ОБР для силового DMOS каскада ограничена только величиной

максимальной рассеиваемой мощности. Это значительно упрощает построение схемы защиты. Схема защиты, примененная в TDA7294, объединяет традиционную

схему ограничения тока с устройством тепловой защиты, настроенной на 145°C в рабочем режиме и на 150°C в дежурном режиме. В микросхеме предусмотрена также защита от воздействия статического электричества по каждому выводу.

Схема имеет режимы Mute (уменьшение громкости на 80 дБ) и Standby (дежурный режим, ток потребления 1 мА), включаемые логическими сигналами. Специальное устройство управления режимами исключает любые акустические шумы и щелчки при переключении и включении.

Типовая схема применения микросхемы TDA7294 изображена на рис. 1, а структурная схема – на рис. 2. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности для этой схемы приведена на рис. 4. Микросхема выпускается в корпусе MultiWatt15, позволяющем легко установить усилитель на теплоотвод. Площадь теплоотвода должна быть не менее 20 см² на 1 Вт рассеиваемой мощности, которую можно определить из графика, приведенного на рис. 3. В любом случае, темпе-

ратура кристалла не должна превышать 150°C. Зная максимальную температуру окружающей среды и тепловое сопротивление самой микросхемы (1°C/W), можно рассчитать необходимую эффективную площадь поверхности радиатора.

В случае, если усилитель работает на достаточно высокоомную нагрузку (например, 8 или 16 Ом), целесообразно использовать мостовое включение, как показано на рис. 5. При использовании мостовой схемы с усилителем, образованного двумя микросхемами TDA7294, можно снять 150 Вт на нагрузку 8 Ом при питании от источника ±25 В или 170 Вт на нагрузку 16 Ом при питании от источника ±35 В. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности для данной схемы при сопротивлении нагрузки 16 Ом приведена на рис. 6.

Как было сказано выше, особенностью данного усилителя является выходной каскад на MOSFET транзисторах, что позволяет получить малые потери по напряжению насыщения по сравнению с выходными каскадами на биполярных транзисторах. Поскольку MOSFET является полупроводниковым прибором, управляемым напряжением, в схеме присутствует т. н. "бутстрепная" емкость C5, обеспечивающая управление верхним транзистором выходного каскада выше напряжения питания усилителя. Заряжается она во время отрицательной полуволны выходного сигнала.

**Андрей Колпаков,
Владимир Лебедев**
kai@megachip.ru

Продолжение следует

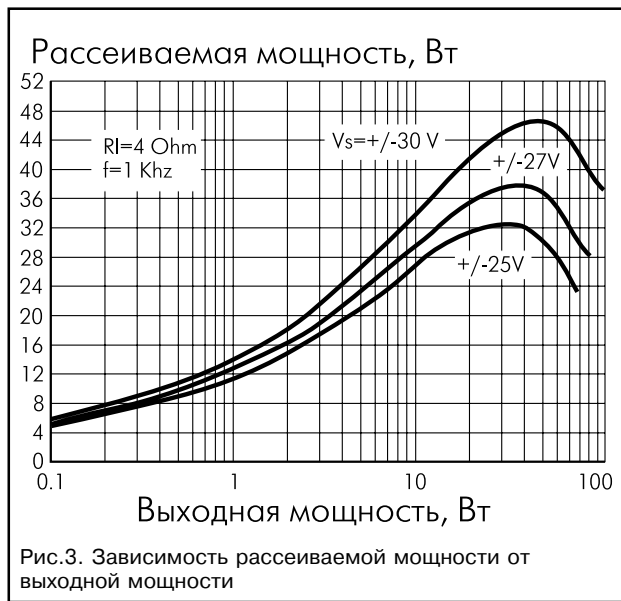


Рис.3. Зависимость рассеиваемой мощности от выходной мощности

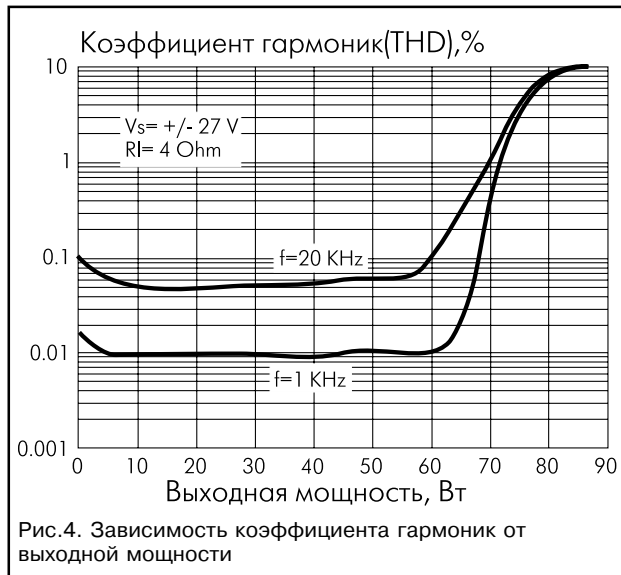


Рис.4. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности

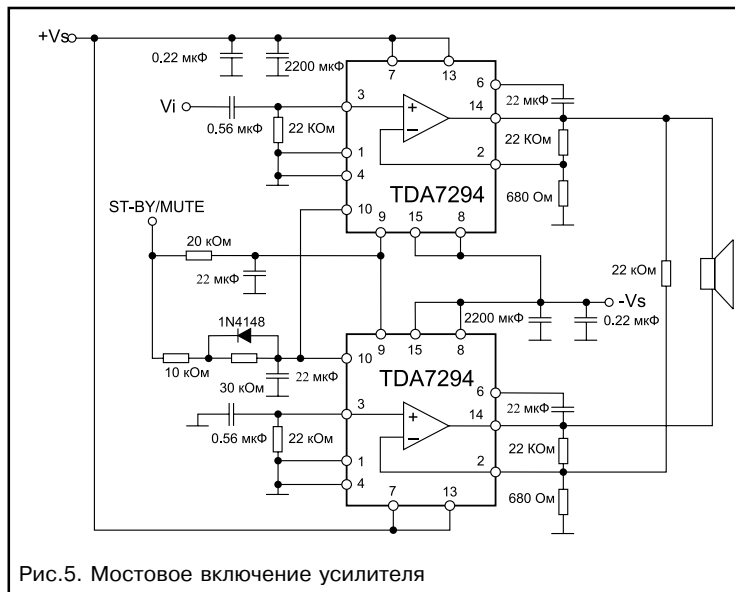


Рис.5. Мостовое включение усилителя

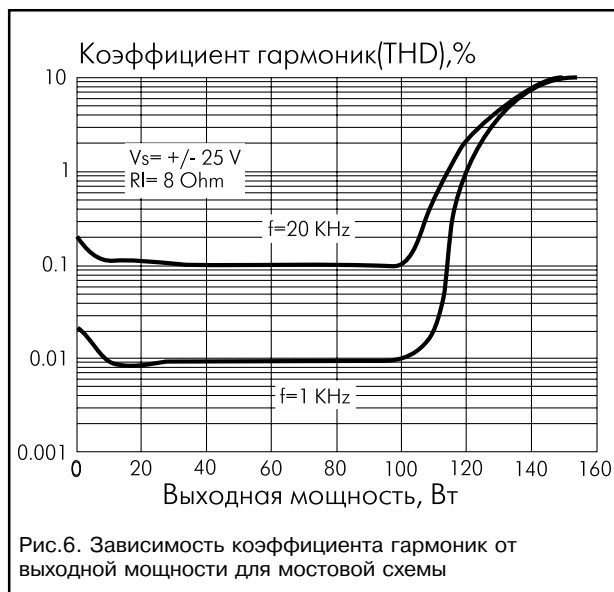


Рис.6. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности для мостовой схемы