

ЗАЩИТА ТРАНЗИСТОРНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ НЧ ОТ ПЕРЕГРУЗОК

Инж. С. БАТЬ, инж. Л. МИЩОШОВА

Короткие замыкания в цепи нагрузки бестрансформаторных транзисторных усилителей НЧ часто приводят к выходу из строя оконечных транзисторов. Для защиты их от перегрузки в цепи питания включают плавкие предохранители. В этом случае при замыканиях в цепи нагрузки ток через оконечные транзисторы резко возрастает, и они перегружаются по току в течение времени срабатывания плавкого предохранителя. Такой способ защиты приемлем для сплавных транзисторов П217, П210, которые хорошо выдерживают кратковременные перегрузки по току. Ток срабатывания плавких предохранителей необходимо выбирать примерно равным предельно допустимому значению тока коллектора оконечных транзисторов. Диффузионные транзисторы П601, П602, П605, ГТ804 очень чувствительны к перегрузкам по току, поэтому для оконечных ступеней на таких транзисторах, наряду с плавкими предохранителями, необходима быстродействующая электронная защита.

На рис. 1 показана принципиальная схема оконечной ступени усилителя НЧ с электронной защитой от перегрузки по току. Рассмотрим работу ограничителя тока эмиттера

транзистора ТЗ. Напряжение, приложенное к диоду Д2 складывается из напряжения смещения эмиттерного перехода транзистора ТЗ и падения напряжения на резисторе R7. При увеличении тока эмиттера транзистора ТЗ увеличивается падение напряжения на резисторе R7 и соответственно увеличивается напряжение, приложенное в прямом направлении к диоду Д2. Из-за нелинейности прямой ветви вольт-амперной характеристики кремниевого диода Д2 увеличение напряжения на нем приводит к резкому уменьшению его динамического сопротивления, которое шунтирует входную цепь транзистора ТЗ, препятствуя увеличению его базового, а, следовательно, и эмиттерного тока. Сильное шунтирование входной цепи транзистора ТЗ начинается при напряжении на диоде 0,6—0,7 В, которое устанавливается при токе эмиттера транзистора ТЗ равном 1,6—1,7 А. Таким образом, в аварийном режиме амплитуда тока эмиттера транзистора ТЗ практически не может превышать 1,7 А. Ана-

логичным образом ограничивается эмиттерный ток транзистора Т4. При коротком замыкании на выходе транзисторы Т1 и Т2 не выходят из строя, поскольку протекающий через них ток ограничивается резисторами R6 и R5.

Систему электронной защиты оконечных транзисторов от перегрузки по току необходимо использовать совместно с плавким предохранителем, срабатывающим при длительных коротких замыканиях в цепи нагрузки. В противном случае даже при наличии электронной защиты выходные транзисторы могут выйти из строя из-за превышения максимально допустимой рассеиваемой мощности. Ток срабатывания плавкого предохранителя должен быть примерно в три раза меньше максимально допустимого тока эмиттеров оконечных транзисторов в аварийном режиме. Например, в рассмотренном случае используется предохранитель на 0,5 А, в то время как электронная система защиты ограничивает ток эмиттеров оконечных транзисторов до 1,7 А.

На рис. 2 показана принципиальная схема высококачественного усилителя НЧ с защитой оконечной ступени от перегрузки по току с помощью нелинейной отрицательной обратной связи. Напряжение отрицательной обратной связи снимается с резисторов R20 и R21, включенных в коллекторные цепи оконечных транзисторов. В системе защиты используется нелинейность вольт-амперных характеристик диодов Д2 и Д3 и входных характеристик транзисторов Т4 и Т5. При работе оконечной ступени в номинальном режиме падение напряжения на резисторах R20 и R21 меньше, чем порог срабаты-

Рис. 1

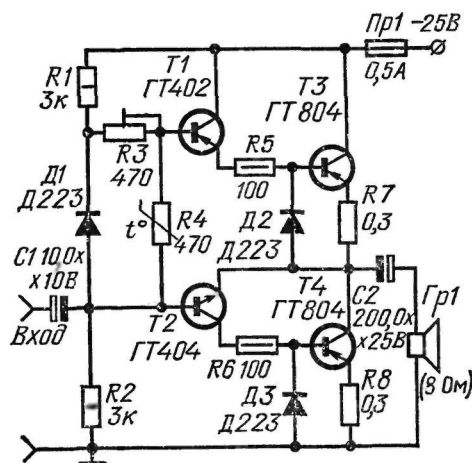
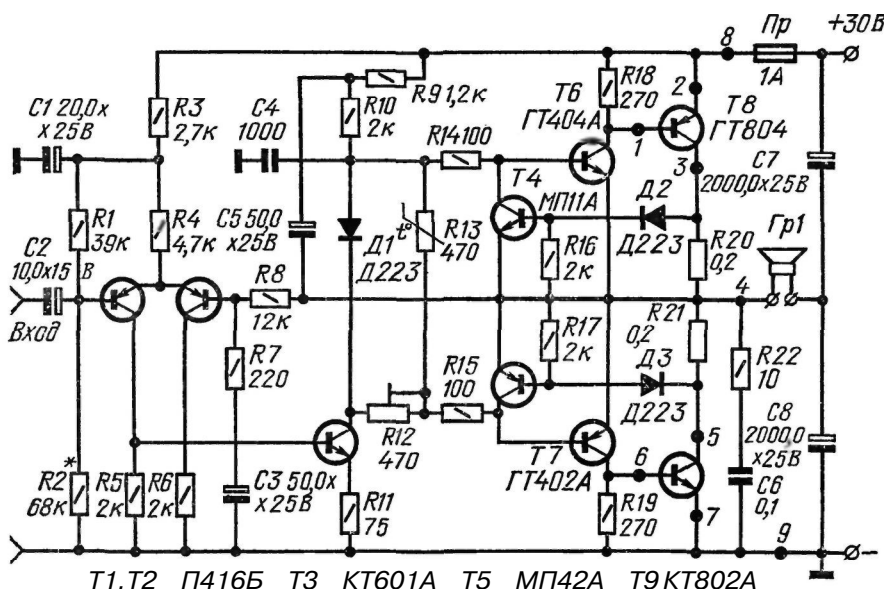


Рис. 2



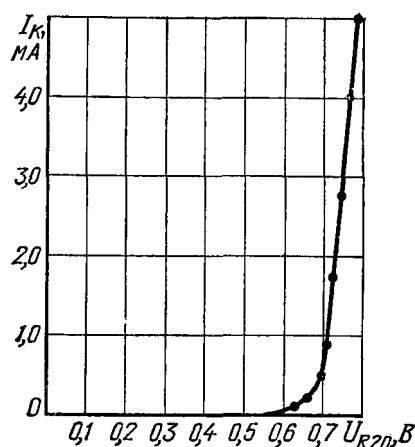


Рис. 3

ния системы защиты. В этом случае транзисторы $T4$ и $T5$ закрыты и на работу оконечного каскада не влияют. В аварийном режиме (при замыкании в цепи нагрузки) транзисторы $T4$ и $T5$ открываются и шунтируют входные цепи предоконечных транзисторов $T6$ и $T7$, препятствуя росту тока через предоконечные и оконечные транзисторы. На рис. 3 показана зависимость коллекторного тока

транзистора $T4$ от величины падения напряжения на резисторе $R20$. По этому графику можно определить напряжение срабатывания системы защиты. В данном случае его можно считать равным 0,65 В. Максимальное значение коллекторного тока выходных транзисторов в аварийном режиме рассчитывается по формуле

$$I_{к.макс} = \frac{U_{пор}}{R_{20}},$$

где: $U_{пор}$ пороговое напряжение срабатывания системы защиты.

Пользуясь этим соотношением, можно определить сопротивление резисторов в коллекторных цепях оконечных транзисторов по заданным значениям предельно допустимых токов в аварийном режиме.

Усилитель НЧ, схема которого показана на рис. 2, обеспечивает выходную мощность 15 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом при коэффициенте нелинейных искажений не более 0,5%. Рабочий диапазон частот усилителя 30 Гц—20 кГц, чувствительность со входа — 0,25 В. Усилитель смонтирован на печатной плате, показанной на рис. 4.

Оконечные транзисторы $T8$ и $T9$ укреплены на радиаторах площадью

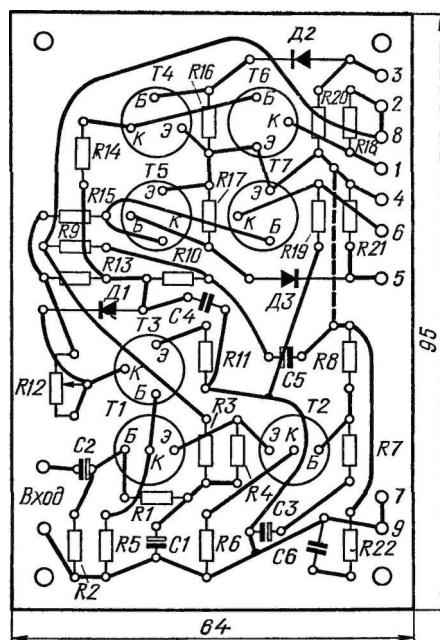


Рис. 4

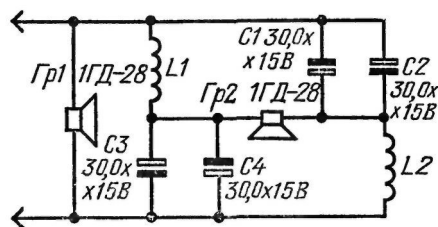
10 см², а конденсаторы $C7$ и $C8$ установлены на шасси усилителя рядом с печатной платой.

СТЕРЕОДИН

Желание повысить качество звуковоспроизведения в монофонической аппаратуре зачастую заставляет радиолюбителей прибегать к значительным усложнениям схем усилителей НЧ. Между тем, существуют способы получения псевдостереофонического звучания даже в простейших аппаратах без их существенной переделки.

Один из таких способов предлагает автор публикуемой ниже заметки инженер Б. Богосов. Свое устройство Б. Богосов назвал стереодином. Он получил на него авторское свидетельство № 344607. Стереодин пригоден для работы усилителя НЧ на два параллельно включенных громкоговорителя, расположенных на передней панели акустического агрегата. Характерной особенностью предлагаемого устройства является возможность его применения в любом усилителе НЧ в том числе и бестрансформаторном. Стереодин можно использовать и для прослушивания программ радиотрансляционной сети.

Принципиальная схема стереодина, позволяющего получить псевдостереофонический эффект, при-



ведена на рисунке. Громкоговорители $Гр1$ и $Гр2$ включены синфазно в области низших звуковых частот и противофазно в области средних и высших звуковых частот. Слушатель различает направление источника звука в основном по разности фаз приходящих к нему сигналов. Если сигналы синфазны, то слушатель воспринимает источник звука расположенным прямо перед собой. Если же сигналы сдвинуты по фазе, то источник звука воспринимается смещенным в сторону от центрального положения. В нашем случае за счет

искусственного сдвига фаз, создаваемого стереодином, создается впечатление пространственного смешения звуков высших и средних частот.

Таким образом, наблюдается звуковая панорама, характерная для стереофонического звучания. Разумеется, в отличие от стереофонического звучания, данная звуковая панорама не может дать представления об истинном месте расположения источников звука. Однако, при прослушивании музыкальных программ улучшается четкость и раздельность звучания различных компонентов «звуковой картины», появляется «прозрачность» звучания, т. е. наблюдаются те качества, которые отличают стереофонический звук от монофонического. Детали стереодина размещены вместе с громкоговорителями на фронтальной панели, расстояние между центрами отверстий для громкоговорителей 250 мм. Конденсаторы $C1$ — $C4$ электролитические ЭМ-Н. Катушки индуктивности $L1$ и $L2$ намотаны на каркасах диаметром 20 мм и длиной 20 мм. Обмотки катушек содержат по 260 витков провода ПЭВ-2 0,4.

Инж. Б. БОГОСОВ