

УСИЛИТЕЛИ НЧ МОЩНОСТЬЮ 1 Вт ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ

На рис. 1 приведена схема усилителя низкой частоты, который предназначен для работы с электропроигрывателем, содержащим пьезокерамический звукосниматель. Номинальная мощность усилителя 1 Вт, чувствительность около 100 мВ, полоса частот усиливаемых колебаний 30 Гц...15 кГц, максимальный ток, потребляемый от сетевого стабилизированного выпрямителя, 280 мА. Усилитель выполнен из общедоступных радиодеталей.

Звукосниматель *B1* подключен ко входу согласующего каскада, выполненного на транзисторе *V1* и работающего в режиме эмиттерного повторителя. Такой каскад отличается высоким входным сопротивлением, что необходимо для обеспечения нормальной работы пьезокерамического звукоснимателя. Параллельно звукоснимателю включена корректирующая цепочка *R1C1*, ослабляющая воспроизведение высоких частот звукового спектра.

Режим работы транзистора *V1* определяется делителем напряжения *R2R3* и резисторами *R4...R6*, причем резистор *R6* является нагрузкой эмиттерного повторителя. С этой нагрузки сигнал, усиленный по мощности, через разделительный конденсатор *C4* поступает на регулятор громкости *R7* и далее, через конденсатор *C5*, — на первый каскад усиления сигнала по напряжению, выполненный на транзисторе *V2* по схеме с общим эмиттером.

Второй каскад усиления по напряжению собран на транзисторе *V3*. Напряжение на базу этого транзистора подается с коллектора транзистора *V2* через конденсатор *C6*. Нагрузкой коллекторной цепи транзистора *V3* являются резисторы *R14*, *R15*. Усиленное напряжение в основном выделяется на резисторе *R14*.

Выходной каскад собран по бестрансформаторной двухтактной последовательно-параллельной схеме, работающей в классе «АВ» на транзисторах *V4...V7*. Основное преимущество усилителя класса «АВ» перед усилителем класса «А» — сравнительно высокий КПД, достигающий при максимальном сигнале 70...75%, и зависимость потребляемой мощности от уровня усиливаемого сигнала. Искажения, вносимые таким усилителем с цепями отрицательной обратной связи, не превышают 1...1,5%.

Каждое плечо выходного каскада состоит из двух эмиттерных повторителей, один из которых собран на составном транзисторе структуры *p-n-p* (*V4*, *V6*), а другой — на искусственном эквиваленте транзистора *n-p-n* (*V5*, *V7*). Резисторы *R17*, *R18*, включенные между базой и эмиттером каждого из мощных транзисторов *V6*, *V7*, служат для обеспечения температурной стабилизации.

Для нормальной работы выходного каскада напряжение в точке «а» должно равняться половине питающего напряжения (—6 В). С этой точки на делитель *R11R12* снимается напряжение, которое вместе с падением напряжения на резисторе *R16* определяет смещение на базе транзистора *V3*. При таком включении последние два каскада (*V3...V7*) оказываются охваченными отрицательной обратной связью по постоянному и переменному напряжению, благодаря чему обеспечивается жесткая стабилизация режимов работы транзисторов и уменьшаются нелинейные искажения усиливаемого сигнала.

Конденсатор *C10* и резистор *R19* совместно с резистором *R10* создают между выходом и первым каскадом усиления (*V2*) еще одну цепь отрицательной обратной связи по переменному напряжению, глубину которой регулируют подбором резистора *R19*.

С целью увеличения переменного напряжения сигнала, поступающего на базы транзисторов *V4*, *V5*, в каскаде на транзисторе *V3* применена положительная обратная связь по питанию, для чего правый конец резистора *R14* подключен к минусу источника питания через динамическую головку *B2*. Резистор *R13* и конденсатор *C7* образуют развязывающий фильтр, предотвращающий самовозбуждение усилителя из-за возможных паразитных связей между каскадами через источник питания.

В усилителе можно использовать транзисторы МП39, МП40, МП41 (*V1*, *V2*, *V3*, *V4*), МП35, МП36, МП37 (*V5*), П214 (*V6*, *V7*). Транзисторы *V6*, *V7* снабжены теплоотводящими П-образными радиаторами из дюралюминия толщиной 1...1,5 мм (рис. 2).

Все постоянные резисторы могут быть типа МЛТ-0,5, МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125. Переменный резистор *R7* СПЗ-4 группы «В» с выключателем. Электролитические конденсаторы К50-6, ЭМ (*C2*).

Усилитель питается от стабилизированного выпрямителя, обеспечивающего на выходе напряжение 12 В при токе до 300 мА.

УНЧ выполнен на печатной плате из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 мм, размером 170×70 мм. Внешний вид платы и размещение деталей на ней видны на рис. 3.

Конструктивное оформление усилителя и сетевого блока питания может быть самым разнообразным. Однако если их предполагается смонтировать в корпусе электропроигрывателя, то регулятор громкости *R7* следует установить на панели вблизи звукоснимателя.

Налаживание усилителя начинают с проверки монтажа и устранения выявленных ошибок. Затем к усилителю подключают громкоговоритель *B2*, источник питания и с помощью высокоомного вольтметра проверяют режимы работы транзисторов. Сначала измеряют напряжение в точке «а» и, если оно отличается от требуемой величины, подбирают его резистором *R11*. Затем в цепь коллектора транзистора *V6* включают миллиамперметр со шкалой 30...50 мА и подбором резистора *R15* добиваются тока покоя, равного 10...12 мА. Во время замены резисторов *R11*, *R15* питание усилителя надо отключать, чтобы предотвратить выход из строя отдельных резисторов выходного каскада. Режим работы транзистора *V2* устанавливают резистором *R8*, а транзистора *V1* — резистором *R2*, с помощью которого добиваются напряжения в точке «б» делителя *R1R2*, равного —3,8 В.

Установив рекомендуемые режимы, измеряют общий ток покоя усилителя (15...17 мА) и проверяют качество работы усилителя при воспроизведении грамзаписи с различной громкостью. Если при малой громкости будут заметны искажения, нужно подбором резистора *R15* несколько увеличить ток покоя в цепи коллектора транзистора *V6*.

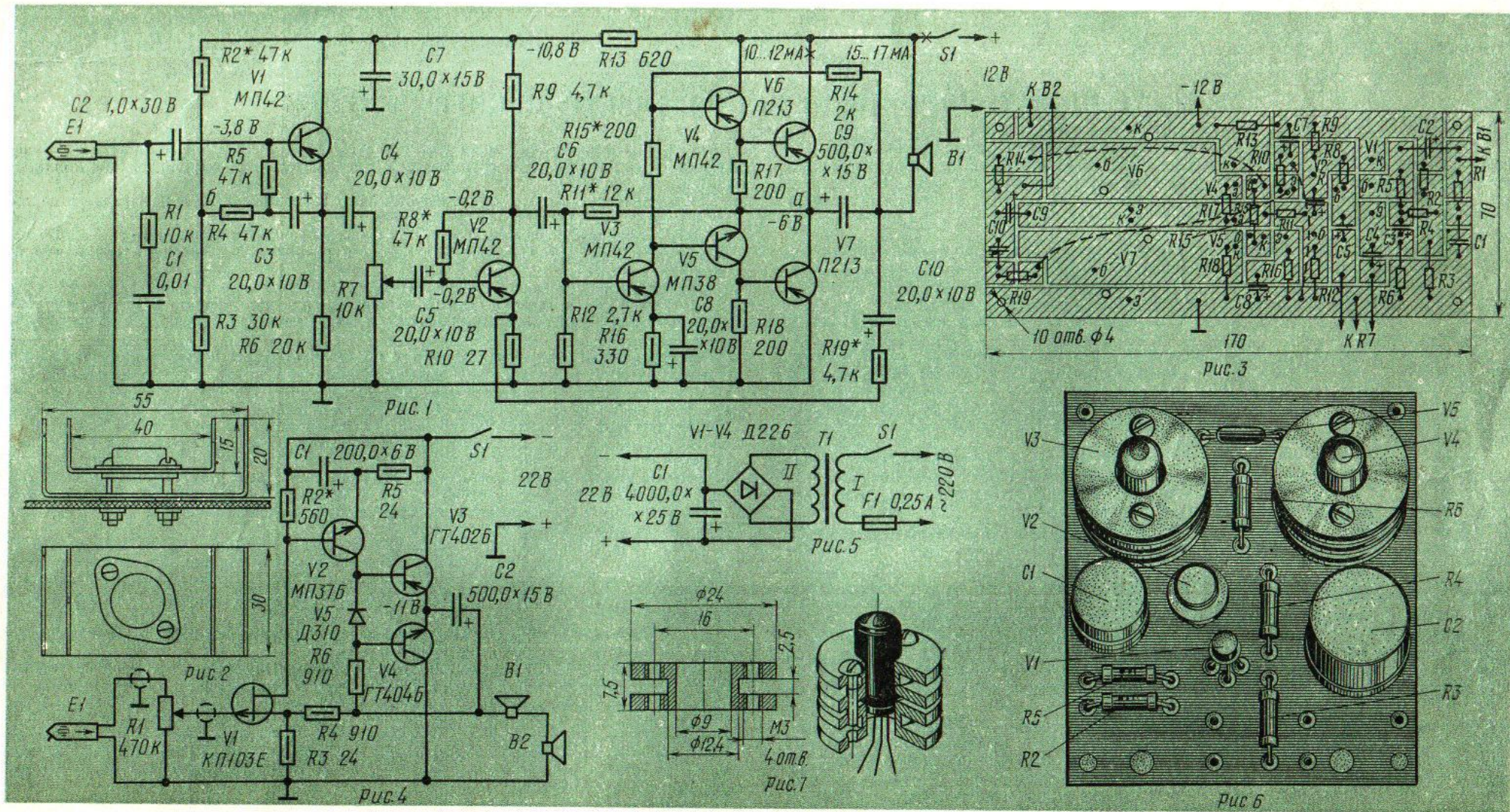
Как указывает автор схемы В. Борисов, хорошо отрегулированный усилитель обеспечивает качественное воспроизведение грамзаписи.

Используя более современные полупроводниковые приборы, Г. Крылов разработал простой усилитель низкой частоты, принципиальная схема которого приведена на рис. 4. Такой усилитель может работать с любым электропроигрывающим устройством, содержащим звукосниматель с пьезокерамической головкой. Питается он от сети переменного тока с помощью выпрямителя, обеспечивающего на выходе постоянное напряжение 22 В при токе около 400 мА. Номинальная выходная мощность 1 Вт, коэффициент гармоник около 1%, максимальная мощность до 2 Вт, чувствительность около 210 мВ, рабочий диапазон частот 50...15 000 Гц.

Напряжение, развиваемое звукоснимателем *B1*, поступает на регулятор громкости *R1* и далее — на затвор полевого транзистора *V1*, который включен по схеме с общим истоком. Так как такой транзистор обладает большим входным сопротивлением, то применять какие-либо согласующие каскады нет необходимости. Положительное смещение на затворе транзистора получается автоматически, за счет включения в цепь истока резистора *R3*, на котором ток истока создает падение напряжения. Нагрузкой в цепи стока служит резистор *R2*.

Предоконечный каскад усиления собран на транзисторе *V2* по схеме с общим эмиттером. Режим работы этого транзистора и температурная стабилизация обеспечиваются резисторами *R2*, *R5*. С целью устранения отрицательной обратной связи по переменному току, которая в этом каскаде не нужна, резистор *R5* заблокирован конденсатором *C1*. Связь между всеми каскадами усилителя гальваническая.

Выходной каскад собран по двухтактной, последовательно-параллельной схеме с использованием транзисторов *V3*, *V4* различной проводимости. Это, как и в предыдущей схеме усилителя, позволило отказаться от применения фазоинверсного каскада. Сигнал, усиленный предоконечным усилителем, подается на базы транзисторов *V3*, *V4*.



V3, V4. Диод V5, включенный между базами транзисторов выходного каскада, позволяет получить необходимое стабильное напряжение смещения, обеспечивающее работу выходного каскада в режиме класса «АВ». Нагрузкой рассматриваемого каскада являются две последовательно соединенные динамические головки B3, B2, включенные в цепи эмиттеров транзисторов V3, V4.

Для улучшения характеристик усилитель охвачен отрицательной обратной связью, напряжение которой подается через резистор R4 с головок B2, B3 в цепь истока транзистора V1.

Питается усилитель от двухполупериодного выпрямителя, выполненного по общеизвестной мостовой схеме (рис. 5). В нем применен простейший емкостной фильтр (C1).

При монтаже полевой транзистор КП103Е (V1) можно заменить на КП103Ж; МП37Б (V2) — на МП38, МП38А с коэффициентом передачи тока не менее 40; ГТ402Б (V3) — на ГТ402Г; ГТ404Б (V4) — на ГТ404Г.

Головки B3, B2 типа ГД-40Р, постоянные резисторы МЛТ-0,5, переменный резистор (R1) СП-1 группы «В», электролитические конденсаторы К50-6. В выпрямителе использован самодельный силовой трансформатор T1, выполненный на сердечнике ШЛ16×20 мм. Обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-1 0,2; обмотка II — 180 витков провода ПЭВ-1 0,67. Можно использовать и унифицированный трансформатор ТН13-127/220-50.

Усилитель смонтирован на плате размером 75×65×1,5 мм из листового гетинакса. Размещение деталей на плате показано на рис. 6. Они соединены между собой изолированным жестким проводом.

Транзисторы V3, V4 снабжены радиаторами (рис. 7) из дюралюминия.