

Микрофон – ведущему...

Вообще-то в этой статье речь пойдёт об аналоговых микшерных устройствах, позволяющих объединять звуковые программы в одну от двух и более источников. Самое простое смесительное устройство может быть осуществлено по ниже приводимой схеме (рис. 1).

“Общие” провода двух источников звуковых программ соединяются между собой непосредственно, а фазные – через одинаковые по сопротивлению резисторы R1 и R2 – рис. 1 (источников может быть больше, чем два). Части отдельных выходных токов ЗЧ источников, после микширования (смешения), будут общими для нагрузки. Точка соединения резисторов относительно общего провода и будет точкой снятия готового общего (смешанного) сигнала, который, впоследствии, может быть подан для дальнейшей обработки и усиления. Конечно же, сопротивления резисторов R1 и R2 должны быть разными, в зависимости от выходных сопротивлений (импедансов) источников отдельных программ и их мощности, на практике, обычно, этим пренебрегают и устанавливают сопротивления резисторов одинаковыми, довольствуясь тем, что оба источника развязаны относительно друг друга и мало нагружаются общим потребителем.

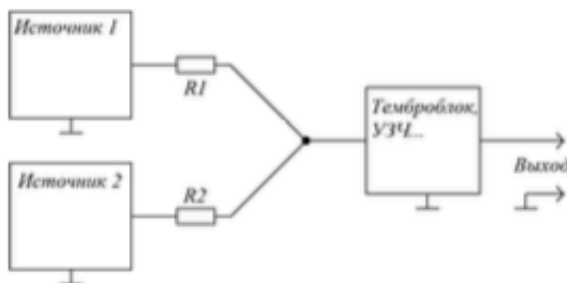


Рис. 1. Базовая схема микшерного устройства

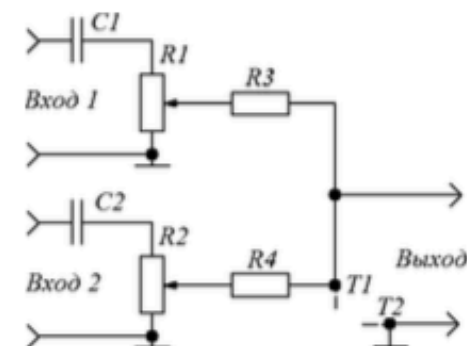


Рис. 2. Пассивное микшерное устройство (микшер) с регуляторами и защитой от постоянных напряжений (гальваническая развязка входов). Схема принципиальная электрическая

Приведение уровней смешиваемых сигналов к общему или заданному соотношению производится регуляторами в источниках ЗЧ программ. Например, имеется два магнитофона: на одном записана (торжественная) речь, на другом – музыкальный фон, который должен сопровождать эту речь. В определённой пропорции (речь должна быть чётко слышна на фоне приглушённой музыки) общая программа подаётся на запись или непосредственно в трансляцию (на вход УЗЧ). Сразу встаёт проблема: как отрегулировать уровни сигналов в нужной пропорции (линейные выходы магнитофонов (и не только), обычно, не имеют отдельных регуляторов), встаёт необходимость о введении собственных регуляторов в схему самого простого из пассивных (не имеющих активных элементов – транзисторов, микросхем) микшеров, схема которого показана на рис. 1.

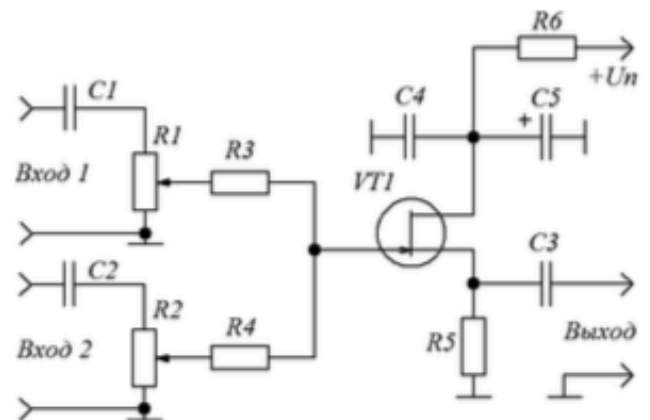


Рис. 3. Пассивный микшер с использованием буферного усилителя общего (сведённого) сигнала. Микшер может быть расширен за счёт подключения дополнительных входов с регуляторами. Схема принципиальная электрическая

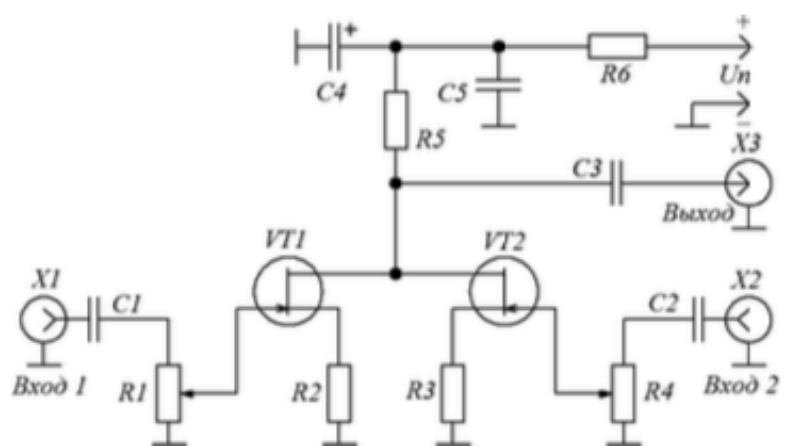


Рис. 4. Активный микшер на два входа. Схема принципиальная электрическая

На **рис. 2** приведена схема микшера на два входа, уже содержащая встроенные регуляторы уровня сигнала и конденсаторы защиты входов микшеров от постоянных напряжений, которые могут присутствовать на выходах источников ЗЧ программ.

Сигналы ЗЧ с выходов источников поступают на входы микшерного устройства, проходят через разделительные по постоянному току конденсаторы С1 и С2 и поступают на переменные резисторы R1 и R2, с движков которых, через "объединяющие" резисторы R3 и R4, сигналы поступают на общий выход для дальнейшей обработки, записи или усиления. Между точками T1 и T2 (**рис. 2**) можно ещё включать однотипные комбинации из конденсаторов, переменных и постоянных резисторов, тем самым увеличивая количество входов микшера.

Пассивные смесители (микшеры) получили большое распространение из-за простоты, малого уровня вносимых шумов (шумы резисторов, при прохождении через них токов и при перемещении движков потенциометров), однако, они не позволяют усиливать смешиваемые сигналы, т.е., имеющие недостаточный уровень для формирования общей программы. Одно дело, когда должен быть усилен общий сигнал, тогда после смешения подключается усилитель, например, как на **рис. 3**, другое дело, когда требуется усилить один (или несколько) из смешиваемых сигналов, доведения его (или их) до уровня одного (или нескольких) достаточно мощного. На **рис. 4** представлена схема уже активного смесителя (микшера), также на основе двух источников, количество входов для которых может быть увеличено до требуемого.

По отношению к **рис. 2** здесь добавлен буферный усилитель на полевом транзисторе VT1, включенный по схеме с общим стоком (источковый повторитель), что достаточно полностью "изолирует" последующие устройства от входного микшера, обеспечивая последнему высокое входное сопротивление. На резисторе R5 выделяется общее (смикшированное) напряжение ЗЧ, которое через разделительный конденсатор С3 поступает на последующую технику. Следует отметить, что выходное сопротивление устройства здесь низкое, что благоприятно сказывается на частотной характеристике выходного сигнала при подключении соединительного экранированного кабеля достаточной длины (ёмкость центральной жилы относительно экранирующей оплётки, при высоком выходном сопротивлении, будет "заваливать" верхние частоты ЗЧ программы). Резистор R6 и конденсаторы С4 и С5 – средства развязки микшера по источнику питания.

На входах X1 и X2 активного микшера (**рис. 4**) установлены разделительные конденсаторы С1 и С2 для защиты от возможного попадания постоянного напряжения, которое может нарушить работу устройства. Части ЗЧ напряжений смешиваемых сигналов с движков потенциометров R1 и R2 поступают на затворы полевых транзисторов VT1 и VT2, усиливаются ими и выделяются на общей нагрузке – резисторе R5, через

разделительный конденсатор С3 комплексный сигнал поступает на выход микшера X3. Резисторы R2 и R3 обеспечивают отрицательную обратную связь в каскадах по току, что способствует меньшим искажениям усиливаемых сигналов. Резистор R6 и конденсаторы С4 и С5 – детали развязки по питанию. Количество входов микшера может быть увеличено: входы у них с транзисторами индивидуальны, а нагрузочный резистор – общий. Для входов микшера в цепях затворов полевых транзисторов часто устанавливают постоянные резисторы (между затворами и общим проводом), между затворами и движками переменных резисторов устанавливают разделительные конденсаторы, мотивируя свой выбор уменьшением шорохов при регулировании, при перемещении движков потенциометров, однако, приведённая на **рис. 4** схема позволяет перемещением движков уменьшать сопротивление утечек в цепях затворов и этим снижает уровень фона и наводок на каскады, переменные резисторы, если они исправны, не вносят дополнительных шумов при регулировке. Резисторы, применяемые в микшерах, для снижения уровня шумов, следует применять помощнее (потенциометры – до 2 Вт, постоянные – 0,25...0,5 Вт). Разделительные конденсаторы в цепях сигналов лучше использовать неполярные, в крайнем случае, – танталовые (меньше шумят и более стабильны во времени). До 10 мкФ можно найти конденсаторы и в SMD исполнении. Если предусматривается использование микшеров на входе высокочувствительной прецизионной аппаратуры, то следует подбирать номиналы одноимённых деталей с малым допуском, обращать внимание на микрофонные эффекты (которые могут создать керамические конденсаторы, благодаря пьезоэффекту), питать усилители микшеров хорошо сглаженным, лучше стабилизированным, напряжением. Обычно сопротивления потенциометров выбирают в пределах 100 кОм ... 1,0 МОм, резисторы в истоковых цепях транзисторов – 100...1000 Ом, стоковых – 10...100 кОм, в зависимости от напряжения питания и количества подключённых транзисторов (чем больше транзисторов, тем меньше сопротивления). Поскольку полевые транзисторы работают в высокоомных цепях по входам, ёмкости переходных конденсаторов могут быть малыми (0,1...1,0 мкФ), С3 на **рис. 4** – 1,0...10 мкФ (в зависимости от желания пропускать колебания низких частот, например, для сабвуферов и входного сопротивления, последующих за микшером устройств).

Микшеры бывают разные (например, с коррекцией по частотным характеристикам и выходным сопротивлениям и уровням сигналов в каждом канале), кроме обычных, для "сведения" сигналов от разных источников монофонических сигналов существуют специализированные, например, для объединения в моно-сигналов из стерео- или quadro-каналов. На основе микшерных устройств строят целые пульты, с помощью которых звукооператоры управляют акустикой больших помещений, реализуют музыкальные картины,

подключают различные эффекты, сортируют источники сигналов, включают и поддерживают на необходимом уровне сигналы с микрофонов, например, – радиомикрофонов. Микшерные устройства также используют в профессиональной звукозаписи, когда записи голоса солиста и музыкальных инструментов сводятся воедино для устранения нюансов, возникающих при записи, например, через один микрофон (плохая проработка отдельных инструментов, значительное колебание по уровню относительного звучания оркестра и вокалиста). Звучание инструментов в оркестре также сводится к приемлемому уровню (звучание, например, трубы и скрипки, гитары значительно различаются). Используются микшеры и в деле выделения или подавления нежелательных сигналов...

Существуют и другие специализированные по назначению микшеры. С одним из таких устройств и познакомимся ниже. Устройство позволяет услышать голос ведущего дискотеки, торжественного вечера, синхронного переводчика с иностранного языка, комментатора, не прерывая существующего звукового фона, а просто приглушая его автоматически на время действия собственного голоса. Подобное устройство было описано, например, в [1, 2]. Его перевод на отечественные детали, дополнения и свою разработку платы предлагает автор данной статьи о микшерах.

На рис. 5 приведена принципиальная схема специализированного микшера, упомянутого выше.

В период отсутствия комментариев, фоновый сигнал ЗЧ поступает на вход устройства "музыка", проходит разделительный конденсатор С1 в базовой цепи транзистора VT1, усиливается им и выделяется на резисторе R3 в эмиттерной цепи (каскад включен по схеме "общий коллектор" и представляет собой эмиттерный повторитель). Пройдя через резисторы R4 и R6 управляемого делителя напряжения, через разделительный

конденсатор С2, сигнал поступает в базовую цепь транзистора VT2, усиливается по току (каскад представляет собой эмиттерный повторитель) и выделяется на нагрузке – переменном резисторе R8, пройдя через разделительный конденсатор С4. Для обеспечения прохода ЗЧ колебаний всего слышимого диапазона в низкоомных цепях, ёмкости конденсаторов выбраны достаточно большими, для обеспечения минимальных шумов и долговечности, следует применять здесь неполярные конденсаторы, в крайнем случае, полярные – танталовые. Конденсаторы необходимой ёмкости можно набрать из нескольких, соединяя их параллельно, для такой возможности на монтажной плате микшера предусмотрены отверстия, кроме того, возможен монтаж и SMD-конденсаторов, которые монтируются со стороны печатных проводников. С движка потенциометра R8 сигнал поступает для обработки и усиления на оконечную ЗЧ технику (темброблоки, усилители). Ведущий (комментатор) произносит фразы в микрофон, подключенный с правой стороны схемы рис. 5. ЗЧ колебания из микрофона поступают в базовую цепь транзистора VT6 через разделительный конденсатор С7, усиливаются транзистором VT6 и поступают на базу транзистора VT5, имеющую гальваническую связь с коллектором предыдущего транзистора. Далее, сигнал разделяется, через резистор R7, усиленный с микрофона сигнал поступает в канал фона, также этот сигнал поступает на транзистор VT4 – эмиттерный повторитель, после усиления по току ЗЧ, напряжение сигнала выделяется на нагрузке повторителя – резисторе R11 и через разделительный конденсатор С5, резистор R10 и выпрямительный германиевый диод VD1 заряжает конденсатор С3 до напряжения открывания ключевого транзистора VT2, который подключает нижний (по схеме рис. 5) резистор R5 управляемого делителя напряжения (аттенюатора)

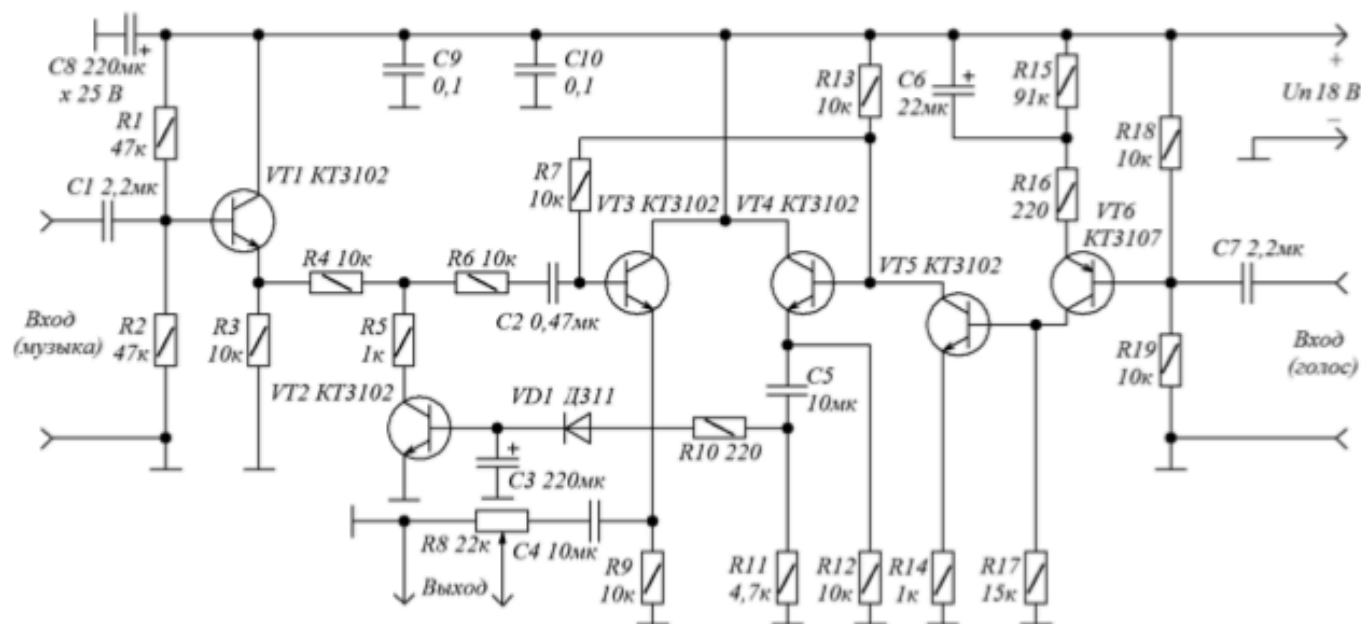


Рис. 5. Микшерное устройство для ведущего. Схема принципиальная электрическая

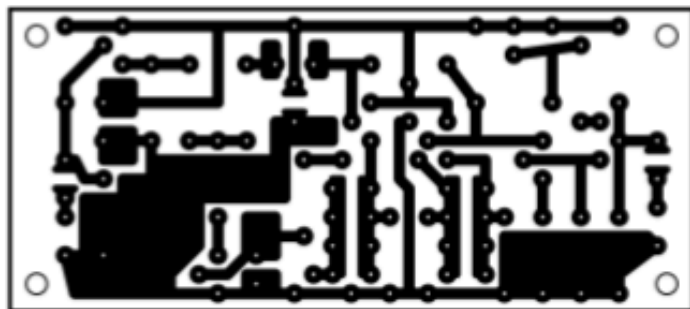


Рис. 6. Эскиз монтажной платы микшерного устройства.
Размеры платы: 90x40x1,5 мм

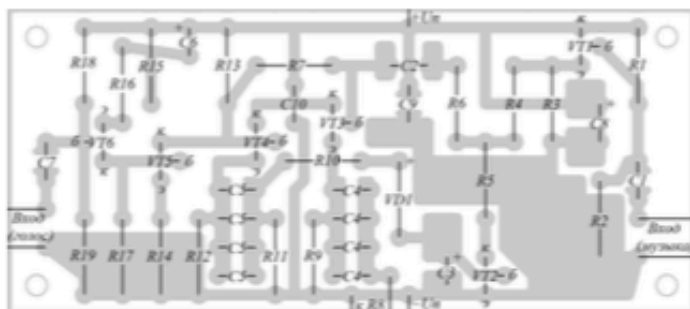


Рис. 7. Эскиз расположения деталей на плате микшерного устройства

к общему проводу, снижая, таким образом, напряжение ЗЧ музыкального фона на базе транзистора VT3, а, значит, и на выходе микшерного устройства, при этом голос комментатора будет главенствовать над фоновой музыкой, обеспечивая автоматическую регулировку.

На рис. 6 приведён эскиз монтажной платы автоматического микшера, на рис. 7 – эскиз расположения деталей на этой плате. Плата изготовлена методом ЛУТ из стеклотекстолита, фольгированного с двух сторон, и имеет размеры 90x40x1,5 мм. Фольга со стороны установки деталей служит экраном для устранения наводок и соединяется с проводником общего провода на противоположной стороне платы (за счёт вывода одного из резисторов вблизи присоединения минусового провода питающего напряжения). Для прохода выводов деталей через плату, в ней просверлены отверстия диаметром 0,7 мм. Для исключения замыканий отверстия, не имеющие контакта с общим проводом, со стороны установки деталей раззенкованы с помощью сверла диаметром до 5 мм.

При подборе деталей предпочтение отдавалось резисторам с рассеиваемой мощностью 0,25 Вт как менее шумящим, при прохождении через них тока, хотя пойдут и менее мощные, например, 0,125 Вт. Транзисторы с большим коэффициентом усиления по току устанавливались во входных каскадах и, далее, по направлению к выходу, коэффициент усиления по току транзисторов уменьшается. С конденсаторами – парадокс: для снижения доли вносимых шумов и обеспечения долговечности, при неизменных параметрах, оксидные конденсаторы в цепях прохождения сигналов

заменены неполярными, например, типа К10-17 или их аналогами, известно, имеющими меньшие ёмкости, для набора указанных на схеме ёмкостей в 10 мкФ приходится соединять конденсаторы параллельно. Вначале, решив, что по два конденсатора в 4,7 мкФ будет достаточно, решил, всё-таки, измерить их ёмкости и от удивления глаза мои расширились... Оказывается, ёмкости одной партии конденсаторов, приобретённых ранее с обозначениями на корпусах "475" (4,7 мкФ – по паспорту) были в пределах 3 мкФ, другой (более поздней) – не превышали 2,3 мкФ... Пришлось устанавливать по 4 конденсатора параллельно, чтобы хоть как-то приблизиться к требуемому значению (10 мкФ). Проверил и другие конденсаторы, и везде был значительный недостаток ёмкостей относительно декларируемых, причём, по упованию производителей на разброс параметров, этот разброс, почему-то, всегда бывает значительным и только в меньшую сторону... Что же делать? Пришлось выходить из положения путём замены конденсаторов, например, С1 и С7 (рис. 5) на конденсаторы с указанными на их боках "475", другие – подбирать из ряда конденсаторов с большими задекларированными ёмкостями, как минимум, выше на одну-три ступени в ряде номиналов. Ёмкости, добавленные к родной схеме конденсаторов развязки по питанию, можно изменять в достаточно широких пределах, в зависимости от качества "очистки" от фона и помех напряжения питания. С8 – 100,0...1000,0 мкФ, С9 и С10 – 0,1...1,0 мкФ. Все детали перед сборкой на плату следует обязательно проверять!

Активные элементы – транзисторы зарубежного производства, решил заменить на (популярные пока) комплементарные КТ3102-КТ3107. На входах – с индексами Е и Д, и далее – Б, А. Сопротивление переменного резистора R8 (рис. 1) следует выбирать в пределах 20...47 кОм.

Ознакомимся с техническими данными по автоматическому микшеру из [1]:

- микшер рассчитан на подключение динамического микрофона с сопротивлением 600 Ом;
- входное сопротивление входа музыкального сопровождения – 22 кОм;
- номинальный входной уровень – 775 мВ;
- выходное сопротивление микшера – около 100 Ом.

В примечании редакции есть рекомендации: применять транзисторы КТ315, КТ342, КТ361, желательно, чтобы транзисторы VT1 и VT6 (рис. 5) имели низкий уровень шума. Диод VD1 можно заменить любым кремниевым диодом.

В [2] указано, что устройство позволяет снижать уровень музыкального фона на 20 дБ при разговоре перед микрофоном, и восстанавливать его прежний уровень через 0,5...1 сек после окончания сообщения. Время восстановления зависит от ёмкости конденсатора С3 (рис. 5). Отмечу, что это время зависит и от сопротивления резистора R10 и от типа диода (на родной схеме указан германиевый диод SFD106, в комментариях [1] –

любой кремниевый). На практике можно использовать диоды от Д2, Д9 до ГД508, от Д220 до КД522, в зависимости от того, каким должен быть порог срабатывания ключа на VT2 (начало ограничения громкости фона). На сайте Редакции размещен эскиз монтажной платы микшера в среде SPRINT LAYOUT 6.0. Скачайте файл, откройте в соответствующей программе, внесите изменения, необходимые под имеющиеся детали, затем изготовьте шаблон методом ЛУТ – монтажную плату.

Автоматический микшер – устройство, которое работает в тракте усиления сигналов, соответственно, должно питаться хорошо отфильтрованным напряжением (лучше: стабилизированным), быть размещено в металлическом корпусе с возможностью заземления последнего. На панелях корпуса располагаются входы: микрофона и канала сопровождения, выход готового (управляемого) сигнала, регулятор уровня выходного сигнала и ответная часть соединителя под напряжение питания. Для возможности регулировки уровня сигнала фонового канала, а также порога срабатывания устройства от микрофона можно установить дополнительные регуляторы – как подстроечные, так и переменные резисторы, дополнительные пассивные смесители (микшеры), что превратит предлагаемый микшер в небольшой микшерный пульт.

Удобно применение данного устройства для выездного сольного концерта, когда негромкий голос барда (или, если хотите, – менестреля) будет поддержан звуковым сопровождением, например, на собственной электрогитаре. Для этого случая следует так отрегулировать ключевой каскад, чтобы его срабатывание и выключение были как можно короче, уменьшить ёмкость конденсатора С3. В этом случае тихий голос певца будет слышен и разборчив на фоне громкого музыкального сопровождения, исключая перегрузки и искажения.

Обычно на популярных ток-шоу ряд оппонентов стараются перекричать всех, чтобы, с одной стороны, заглушить альтернативное мнение, с другой – выделить своё... Замахиваются даже на ведущих... При применении таких автоматических микшеров пусть попробуют...

Рисунок печатной платы (файл [mv_lay.zip](#)) вы можете загрузить с сайта журнала:

<http://www.radioliga.com> (раздел "Программы")

Литература

1. Автоматический микшер. - Радио, 1979, №7, стр. 61.
2. Смеситель тип "Федер". - Радио, телевизия, электроника (НРБ), 1978, №8, стр. 19...20.

