

Работа №1. Усилитель звуковой частоты (УЗЧ)



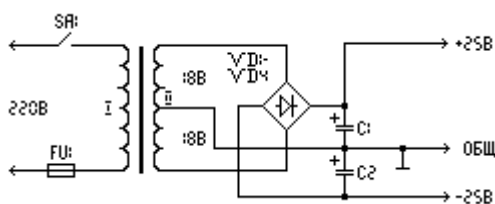
Основные технические характеристики

Номинальная выходная мощность на нагрузке сопротивлением 4Ом	20Вт
Коэффициент нелинейных искажений	0,7%
Рабочий диапазон воспроизводимых частот	от 20 до 20 000Гц
Диапазон регулировки тембра на частоте 31,5Гц – ±15дБ, на частоте 18кГц – ±10 дБ	
Чувствительность при номинальной выходной мощности	1В
Входное сопротивление	10кОм
Средний потребляемый ток при наибольшей громкости усиливаемого сигнала	1А.

Блок питания (БП)

Для питания радиотехнических устройств на транзисторах или интегральных микросхемах используют не только гальванические элементы и батареи, но и сетевые блоки питания.

Для питания большей части современных мощных усилителей ЗЧ традиционным стало применение так называемого двуполярного источника со средней общей "заземленной" точкой.

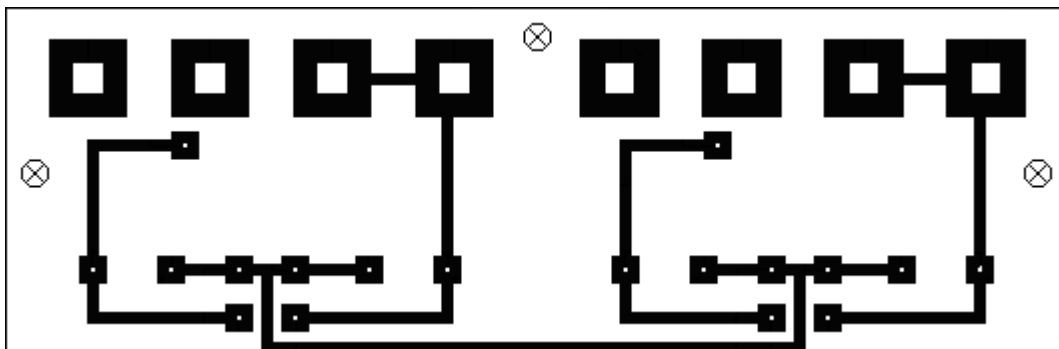


Сетевой трансформатор, понижающий с двумя вторичными обмотками, каждая из которых имеет вывод от середины. При напряжении сети 220В на каждой из половин этой обмотки действует переменное напряжение 18В. Суммарное напряжение обеих половин обмотки (36В) подается на двухполупериодный выпрямитель, диоды VD1-VD4 которого соединены по мостовой схеме. Оксидные конденсаторы C1 и C2 сглаживают пульсации выпрямленного напряжения. В результате получается двуполярный источник нестабилизированного напряжения $\pm 25В$. На выводе его верхнего (по схеме) плеча относительно "общего" провода должно быть напряжение + 25В, на выводе нижнего - 25В.

Внимание: в первичных обмотках сетевых трансформаторов выпрямителей, используемых для питания различной радиоаппаратуры, действует сравнительно высокое напряжение. Поэтому надо придерживаться элементарного правила: не касаться руками контактов и проводников цепи первичной обмотки трансформатора, а любые изменения в монтаже делать только после отключения блока от сети.

В данной работе рекомендую использовать трансформатор, мощностью не менее 70Вт, с ленточным броневым магнитопроводом.

Все детали БП, за исключением трансформатора, крепятся на печатной плате.



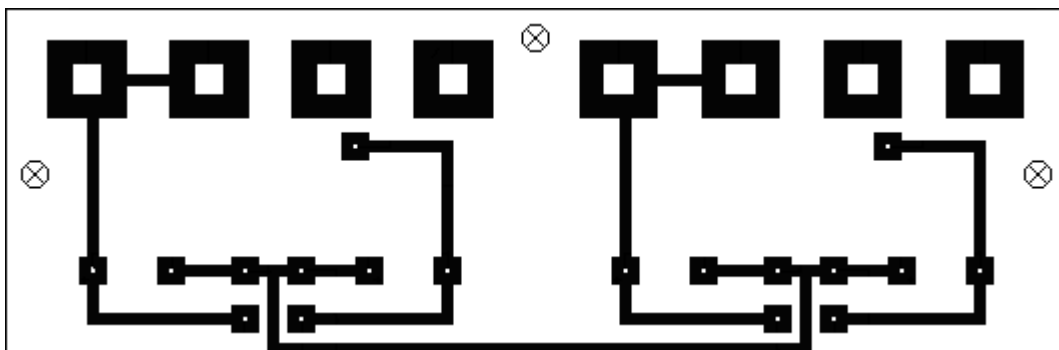
Изготовление печатной платы

Измерить длину и ширину печатной платы на чертеже и нанести масштаб на фольгированном текстолите со стороны фольги.

Отрезать заготовку с помощью ножовки по металлу и обработать торцы напильником.

Обезжирить заготовку, протерев её спиртом или ацетоном.

Используя компьютерные технологии, произвести зеркальное отображение монтажной схемы.



Наложить лист бумаги рисунком вниз на фольгированную часть текстолита и с помощью горячего утюга, выполняя гладильные движения, перенести рисунок на текстолит (приклеить рисунок к текстолиту).

Не отрывая лист бумаги с рисунком от текстолита, опустить заготовку в ванну с водой на 10-30 минут, после чего аккуратно лист бумаги удалить (оторвать). Оставшиеся частицы листа бумаги на текстолите можно удалить с помощью ластика, не повреждая рисунок.

С помощью маркера навести слабо отпечатанные токопроводящие дорожки.

Приготовить раствор хлорного железа (0,5литра воды, 250грамм хлорного железа) и опустить заготовку в раствор на 20-30минут.

Промыть заготовку под струёй воды.

Протереть заготовку ацетоном, удалить краску.

Просверлить отверстия, предварительно их накернив.

Зачистить токопроводящие дорожки наждачной бумагой и облудить.

Комплектность

C1, C2 – 4400мкф*63В.

VD1-VD4 – КД202В.

T1.

SA1.

FU1 – 0,5A.

Общие требования к монтажу и сборке работы

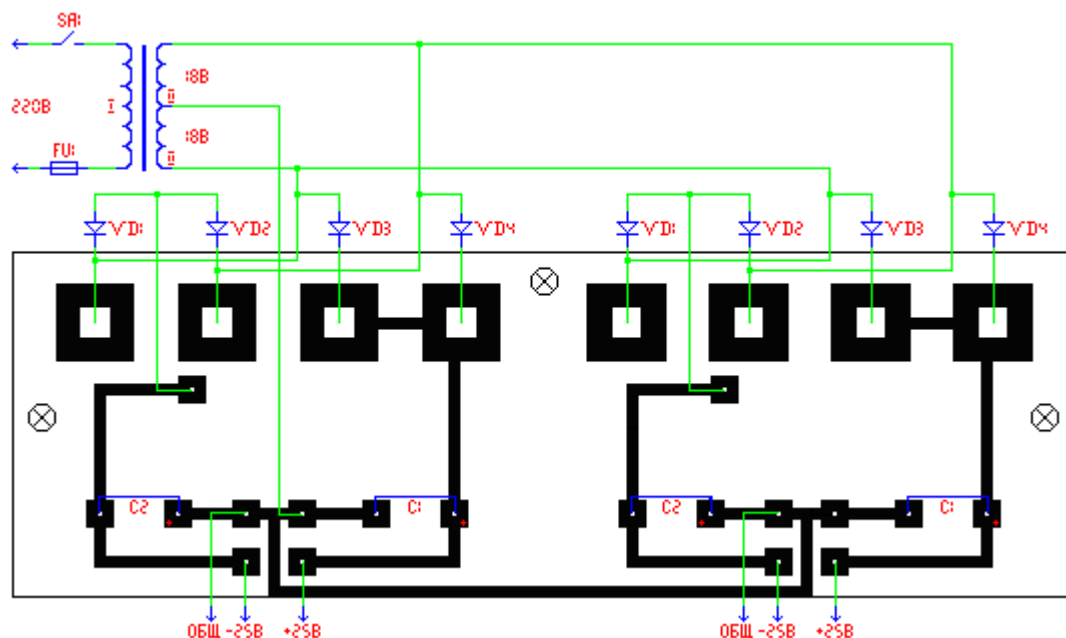
Все компоненты монтируются на печатной плате методом пайки.

Для предотвращения отслаивания токопроводящих дорожек и перегрева элементов время пайки одного контакта не должно превышать более 2-3 секунд.

Порядок выполнения монтажных работ

Отформовать и облудить выводы компонентов.

В соответствии с монтажной схемой на печатной плате впаять компоненты.



Следуя схеме, припаять провода желательно с изоляционным покрытием разных цветов, “+25В” – красный, “-25В” – синий, общий – белый. Это предотвратит ошибочное подключение к нему цепей питания усилителя мощности, предусилителя.

Подключить питание.

Порядок выполнения наладочных работ

Визуально проверить собранное устройство на наличие повреждённых компонентов.

Внимательно проверить правильность монтажа.

С помощью АВОметра проверить, не возникло ли в процессе пайки замыканий между токоведущими дорожками, при обнаружении, удалить их паяльником.

Проверить правильность установления полупроводников.

Проверить исправность полупроводников.

Проверить правильность установки электролитических конденсаторов.

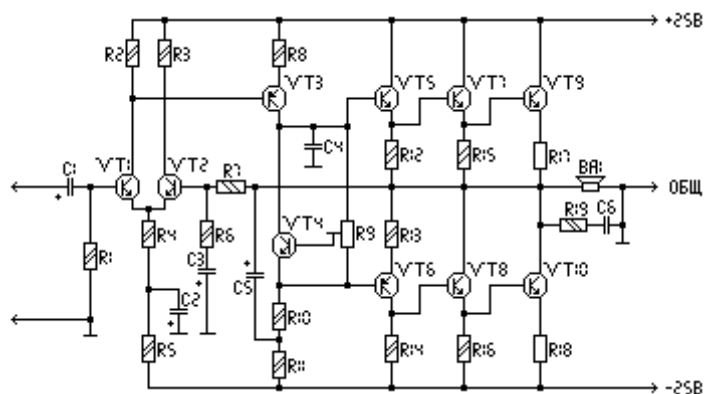
Проверить полярность подключения питания.

Испытание блока питания заключается в проверке равенства напряжений на выходах каждого из плеч при токе нагрузки около 1А. Для этого к каждому из них подключают соответствующие эквиваленты нагрузки – проволочные резисторы сопротивлением по 20...25Ом на мощность рассеяния не менее 10Вт и подключив блок к сети (через плавкий предохранитель), измеряют напряжения на них. Если сопротивления эквивалентов нагрузки одинаковы, то и напряжение на выходах плеч блока питания должно быть одинаковым – около 25 В.

Для защиты двуполярного источника питания от перегрузок, случайных замыканий на выходах, в его цепи "+25В" и "-25В" желательно включить плавкие предохранители на ток 2А.

Усилитель мощности

Характерные особенности этого блока УЗЧ: двуполярное питание, дифференциальный каскад на входе и подключение нагрузки (ВА1) к выходному каскаду без разделительного конденсатора большой емкости, т.е. непосредственное. Его номинальная выходная мощность на нагрузке сопротивлением 4Ом – 20Вт; коэффициент нелинейных искажений - не более 0,7%; рабочий диапазон воспроизводимых частот – от 20 до 20 000Гц; чувствительность при номинальной выходной мощности – 1В; входное сопротивление – 10кОм; средний потребляемый ток при наибольшей громкости усиливаемого сигнала – около 1А.



Входной дифференциальный каскад, образованный транзисторами VT1 и VT2, поддерживает на выходе усилителя относительно общего провода источника двуполярного питания нулевое напряжение. Для этого усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью, сигнал которой через резистор R7 подается на базу транзистора VT2. Если постоянное напряжение на выходе усилителя становится отличным от нуля, на выходе дифференциального каскада появляется соответствующий сигнал. Он усиливается последующими каскадами и изменяет режим их работы по постоянному току так, чтобы напряжение на выходе усилителя мощности поддерживалось на нулевом уровне.

Если параметры транзисторов дифференциального каскада идентичны и транзисторы работают в одинаковых температурных условиях, то и постоянное напряжение на нагрузке усилителя будет равно нулю. В этом случае постоянный ток через звуковую катушку головки ВА1 не протекает, поэтому и разделительного конденсатора в его цепи может не быть.

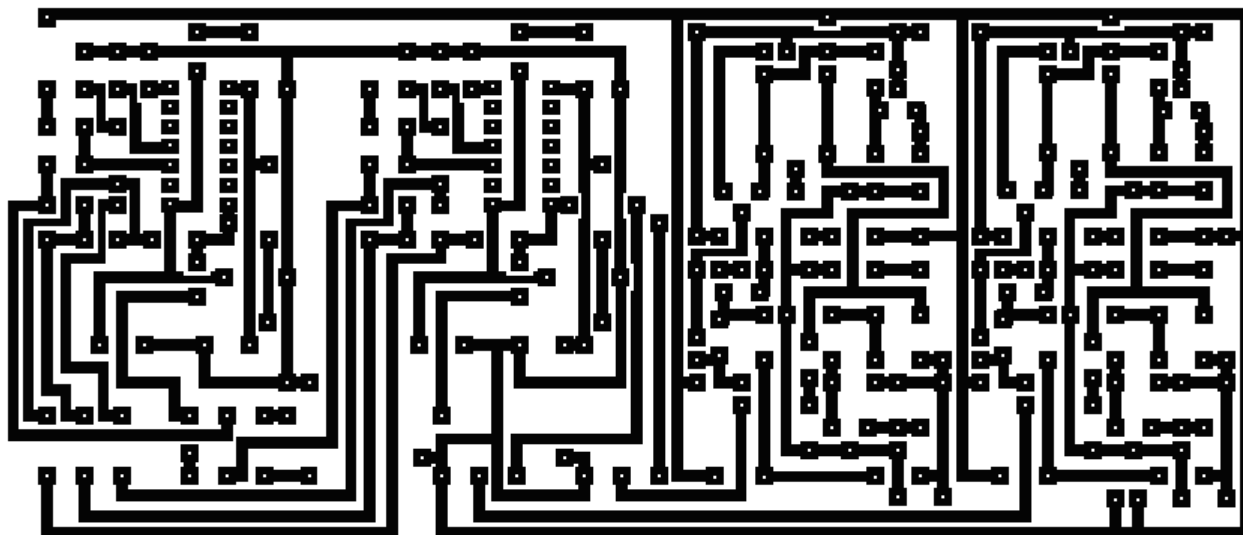
Входной сигнал ЗЧ усиленный транзистором VT1 дифференциального каскада, снимается с нагрузочного резистора R2 и подается непосредственно на базу транзистора VT3, а с его нагрузочного транзистора VT4 – на вход трехкаскадного двухтактного усилителя мощности на транзисторах VT5-VT10. Динамическая головка (или головки) громкоговорителя ВА1 преобразует усиленный сигнал в звук.

Транзистор VT4 и подключенный параллельно ему построечный резистор R9 образуют узел, который создает на базах выходных каскадов начальное напряжение смещения, устраняющее искажения типа "ступенька". Одновременно транзистор VT4, который должен иметь тепловой контакт с выходным транзистором VT10, термостабилизирует режим работы транзисторов по постоянному току.

Исходный режим работы выходных транзисторов VT9 и VT10 (ток покоя) устанавливают построечным резистором R9 при налаживании усилителя. Конденсатор C4 и цепь R19C6 предотвращают нежелательное возбуждение усилителя на высших частотах звукового диапазона. Цепь из резистора R6 и конденсатора C3 ограничивает глубину

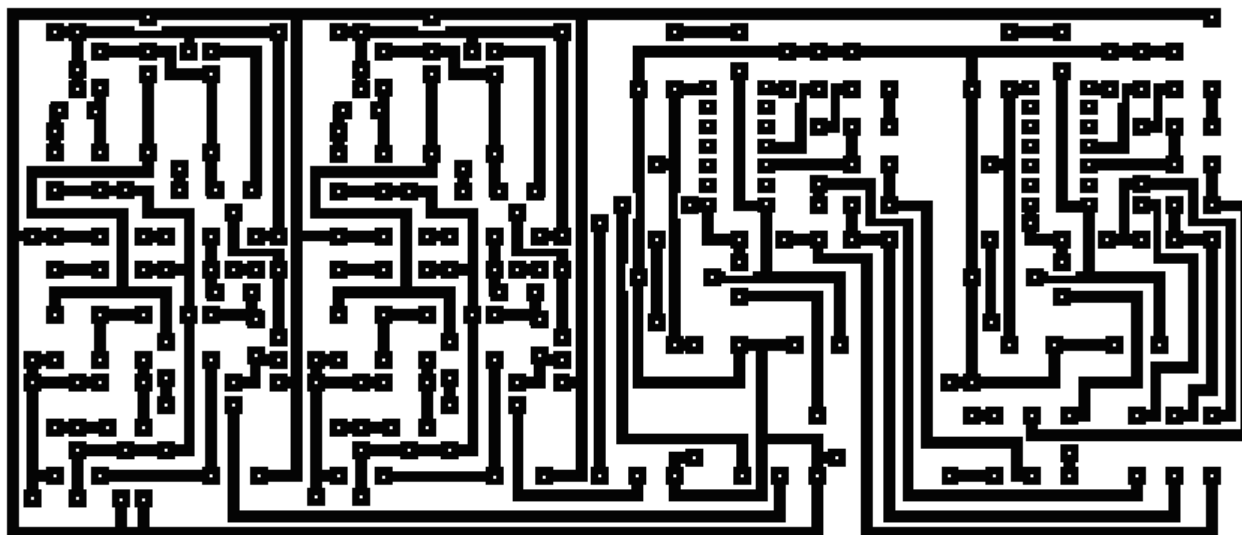
отрицательной обратной связи между выходом усилителя мощности и транзистором VT2 дифференциального каскада.

Все его детали, кроме транзисторов VT4, VT9 и VT10 смонтированы на печатной плате, выполненной из одностороннего фольгированного материала.



Изготовление печатной платы

Используя компьютерные технологии, произвести зеркальное отображение монтажной схемы на лист бумаги.



Наложить лист бумаги рисунком вниз на фольгированный текстолит и с помощью горячего утюга, выполняя гладильные движения, перенести рисунок на текстолит, если рисунок пропечатался некачественно, с помощью маркера наводим его.

Отрезать заготовку по образовавшемуся контуру при перенесении рисунка с помощью ножовки по металлу и обработать торцы напильником.

Приготовить раствор хлорного железа (0,5литра воды, 250грамм хлорного железа) и опустить заготовку в раствор на 20-30минут.

Промыть заготовку под струёй воды.

Протереть заготовку ацетоном, удалить краску.

Просверлить отверстия, предварительно их накернив.

Зачистить токопроводящие дорожки наждачной бумагой и облудить.

Комплектность

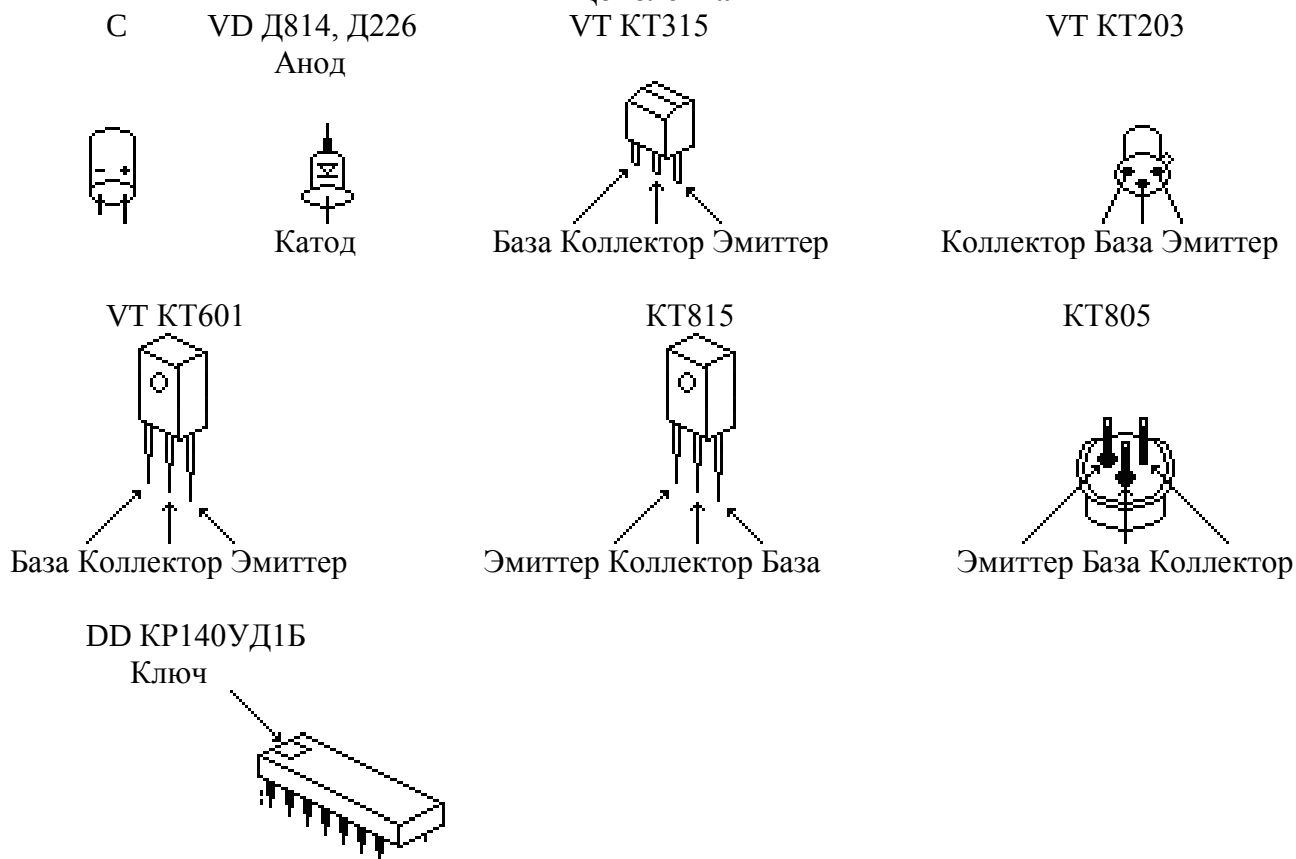
R1, R7 – 10к, R2, R3 – 1,5к = 1к5, R4, R5 – 5,6к = 5к6, R6, R11 – 1к, R8, R13 – 150 = к15, R9 – 2.2к = 2к2, R10 – 3,9к = 3к9, R12, R14 – 510 = к51, R15, R16 – 100 = к10, R17, R18 – 0,2.

C1, C2 – 20мкф*16В, C3 – 50мкф*25В, C4 – 1000 = 102, C5 – 20мкф*50В, C6 – 0,1мкф = 104.

VT1, VT2, VT4 – KT315B, VT3, VT6 – KT203A, VT5 – KT601A, VT7, VT8 – KT815B, VT9, VT10 – KT805A.

Резисторы R17 и R18 в эмиттерных цепях выходных транзисторов VT9 и VT10 – это отрезки провода марки ПЭММ диаметром 0,3...0,5мм соответствующего сопротивления, свитые наподобие спирали. Наматывают их на оправке диаметром 6...8мм.

Цоколёвка



Общие требования к монтажу и сборке работы

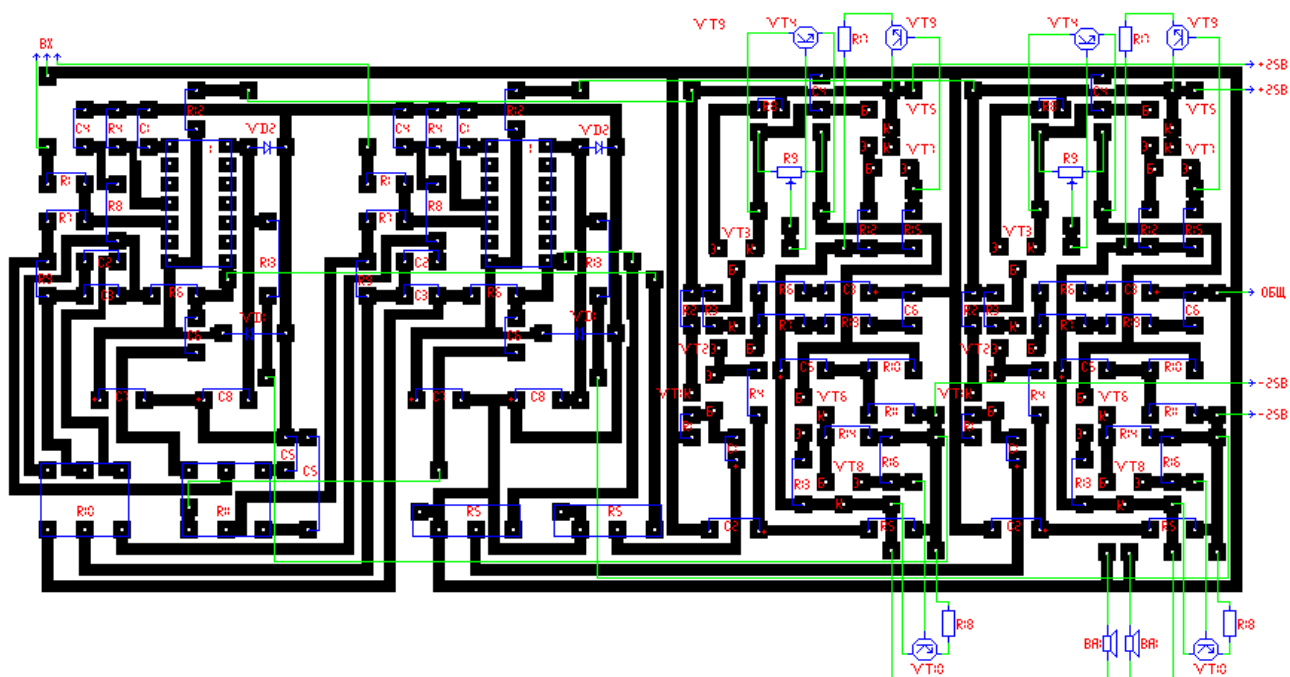
Все компоненты монтируются на печатной плате методом пайки.

Для предотвращения отслаивания токопроводящих дорожек и перегрева элементов время пайки одного контакта не должно превышать более 2-3 секунд.

Порядок выполнения монтажных работ

Отформовать и облудить выводы компонентов.

В соответствии с монтажной схемой на печатной плате впаять компоненты.



Транзисторы VT7 и VT8 устанавливают на пластинчатых теплоотводах, которые затем в вертикальном положении крепят на плате винтами. Мощные выходные транзисторы VT9 и VT10, находящиеся вне платы, устанавливают на ребристых теплоотводах. Для лучшего охлаждения размещают их на задней стенке корпуса УЗЧ.

Транзистор VT4, предназначенный для выполнения функции термостабилизирующего элемента соединяют с контактными выводами 3...5 отрезками гибкого провода, приклеивают или крепят жестяной скобой на теплоотводе транзистора VT9 таким образом, чтобы между ними был надежный тепловой контакт.

Подключить питание.

Порядок выполнения наладочных работ

Визуально проверить собранное устройство на наличие повреждённых компонентов.

Внимательно проверить правильность монтажа.

С помощью АВОметра проверить, не возникло ли в процессе пайки замыканий между токоведущими дорожками, при обнаружении, удалить их паяльником.

Проверить правильность установления полупроводников.

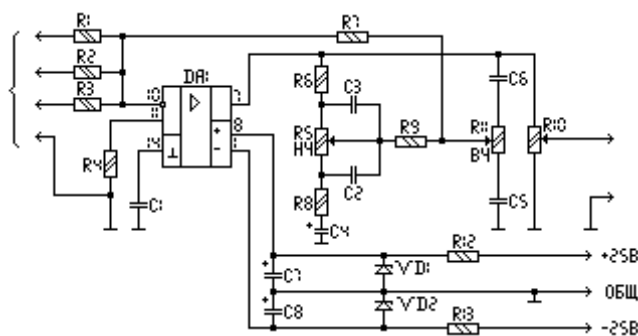
Проверить исправность полупроводников.

Проверить правильность установки электролитических конденсаторов.

Проверить полярность подключения питания.

На выводы транзисторов VT4, VT9 и VT10, а также контакты входных и выходных цепей надевают отрезки изоляционной трубки длиной по 10...12мм. После тщательной проверки монтажа движок подстроечного резистора R9 устанавливают в среднее положение, а в коллекторную цепь транзистора VT9 включают миллиамперметр на ток 100...200мА. Затем, не подключая к выходным контактам 14 и 15 нагрузку, включают двупольярный источник питания и, медленно перемещая движок резистора R9 из стороны в сторону, устанавливают в коллекторной цепи выходных транзисторов ток в пределах 50...70мА. При этом напряжение между выходными контактами 14 и 15, измеренное вольтметром постоянного тока, не должно превышать 0,1В.

Предусилитель



Построенный на базе операционного усилителя KP140УД1Б (DA1), обеспечивает предварительное усиление входного сигнала ЗЧ до напряжения, необходимого для нормальной работы усилителя мощности, и, кроме того, позволяет вручную корректировать тембр по высшим и низшим частотам звукового диапазона. Питается от того же источника двуполярного напряжения, что и усилитель мощности, но через стабилизатор, образованный резисторами R12, R13 и стабилитронами VD1, VD2. Стабилизированное напряжение +12,6В подают на вывод 8 операционного усилителя - 12,6В – на вывод 1.

У предусилителя три входа. Их резисторы R1-R3 рассчитаны на подключение разных источников сигнала.

Сигнал от звукоснимателя или с линейного выхода магнитофона подают на входной контакт 4, с выхода радиоприемника – на входной контакт 3, от микрофона – на входной вывод 2. Чувствительность предусилителя при выходном напряжении 1В соответствует: по входу "Звукосниматель" или "Магнитофон" - 250мВ, по входу "Радиоприемник" – 20мВ, по входу "Микрофон" – 3мВ. Рабочий диапазон частот – 20...20 000Гц; диапазон регулировки тембра на частоте 31,5Гц – ± 15 дБ, на частоте 18кГц – ± 10 дБ. Коэффициент нелинейных искажений не превышает 0,5%.

Сигнал источника колебаний ЗЧ через соответствующий ему резистор (R1-R3) поступает на инвертирующий вход (вывод 10) операционного усилителя DA1. С его выхода (вывод 7) усиленный сигнал, подвергнувшийся воздействию цепей узла коррекции, поступает к переменному резистору R10, выполняющему функцию регулятора громкости, а с его движка – на вход усилителя мощности. Раздельная по частотам регулировка тембра осуществляется путем изменения глубины частотно-зависимой обратной связи, охватывающей (через резистор R7) операционный усилитель. Желаемый тембр по низшим частотам устанавливают переменным резистором R5 "НЧ", по высшим – переменным резистором R11 "ВЧ".

Комплектность

R1 – 1М, R2 – 100к = к10, R3, R6 – 4,7к = 4к7, R4, R12, R13 – 1к, R5, R10, R11 – 47к, R7 – 200к = М20, R8 – 470 = к47, R9 – 2,7к = 2к7.

C1 – 100 = 101, C2 – 0,47мкф = 474, C3 – 0,047 = 473, C4 – 100мкф*16В, C5 – 0,033мкф = 333, C6 – 2200 = 222, C7, C8 – 200мкф*25В.

VD1, VD2 – Д814Г.

DA1 – KP140УД1Б.

Переменные резисторы могут быть любого типа, но, желательно, с линейной зависимостью группы А.