

Б. С. ИВАНОВ

**В ПОМОЩЬ  
радио -  
кружку**



«Радио и связь»

**Б. С. ИВАНОВ**

# **В ПОМОЩЬ радио - кружку**

3-е издание,  
переработанное и дополненное



Москва  
«Радио и связь»  
1990



ББК 32.84  
И20  
УДК 621.396.6:001.92

**Иванов Б. С.**

И20 В помощь радиокружку. — 3-е изд., перераб. и доп. —  
М.: Радио и связь, 1990. — 128 с.: ил.

ISBN 5-256-00655-X.

Описываются различные радиолюбительские конструкции: измерительные приборы, усилители звуковых частот, переговорные устройства, переключатели новогодних гирлянд, зарядные устройства и др. По сравнению со вторым изданием (1987 г.) материал существенно обновлен.

Для широкого круга радиолюбителей.

И 2302020200-020 47-90  
046(01)-90

ББК 32.84

Научно-популярное издание

**ИВАНОВ БОРИС СЕРГЕЕВИЧ**  
**В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ**

Руководитель группы МРБ И. Н. Сусл ова

Редактор И. Н. Сусл ова

Обложка художника В. Ф. Громова

Художественный редактор Н. С. Шеин

Технический редактор Л. А. Горшкова

Корректор Т. С. Власкина

**ИБ № 1980**

Сдано в набор 29.05.89

Подписано в печать 10.11.89

T-16385

Формат 60×90/16

Бумага тип. № 2

Гарнитура литературная

Печать высокая

Усл. печ. л. 8,0

Усл. кр.-отт. 8,5

Уч.-изд. л. 10,04

Тираж 250 000 экз. (2-й завод: 50 001 — 100 000 экз.) Изд. № 22650 Зак. № 54. Цена 80 к.

Издательство «Радио и связь», 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Типография издательства «Радио и связь», 101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

ISBN 5-256-00655-X

© Иванов Б. С., 1990

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Читательская почта, поступающая в адрес издательства и автора, свидетельствует о том, что интерес к книге «В помощь радиокружку» не ослабевает. Первое издание ее вышло в 1982 г., второе — в 1987 г. В каждом из них были помещены описания разнообразных конструкций из многих областей радиолюбительского творчества. Причем подборка конструкций второго издания отличалась от первого и была составлена по многочисленным просьбам читателей — юных радиолюбителей, руководителей радиокружков, радиоконструкторов.

Конечно, просьб было намного больше, чем удалось удовлетворить. Поэтому и появилось новое, третье издание, в котором помещены описания измерительных приборов и усилителей звуковых частот, переговорных устройств и электронных игр, зарядных устройств и переключателей новогодних гирлянд. Впервые в книге даны полезные советы, которые наверняка пригодятся на практике.

Как и в предыдущем издании, в этом подобраны конструкции, выполненные на широкодоступных радио-деталях.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

### ПРОБНИКИ ДЛЯ «ПРОЗВОНКИ» МОНТАЖА

Прежде чем приступить к налаживанию собранной конструкции, нужно «прозвонить» ее монтаж, т. е. проверить правильность всех соединений в соответствии с принципиальной схемой. Для этих целей радиолюбители часто пользуются сравнительно громоздким прибором — омметром или авометром, работающим в режиме измерения сопротивлений.

Нередко такой прибор может заменить компактный пробник, задача которого — сигнализировать о целостности той или иной цепи. Особенно удобны пробники при «прозвонке» многопроводных жгутов и кабелей. Одна из возможных схем пробника приведена на рис. 1. В нем три маломощных транзистора, два резистора, светодиод и источник питания.

В исходном состоянии все транзисторы закрыты, поскольку на их базах относительно эмиттеров нет напряжения смещения. Если же соединить между собой выводы «К электроду» и «К зажиму», в цепи базы транзистора VT1 потечет ток, значение которого зависит от сопротивления резистора R1. Транзистор откроется, и на его коллекторной нагрузке — резисторе R2 появится падение напряжения. В результате откроются транзисторы VT2 и VT3 и через светодиод HL1 потечет ток. Светодиод вспыхнет, что и послужит сигналом исправности проверяемой цепи.

Пробник выполнен несколько необычно: все его детали смонтированы в небольшом пластмассовом корпусе (рис. 2), который крепят к ремешку (или браслету) от наручных часов. Снизу к ремешку (напротив корпуса) при-

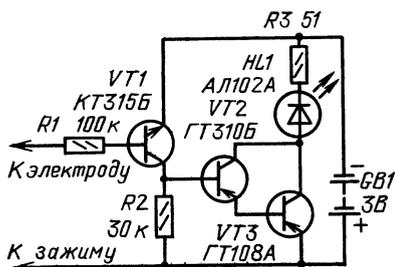


Рис. 1. Пробник со светодиодом

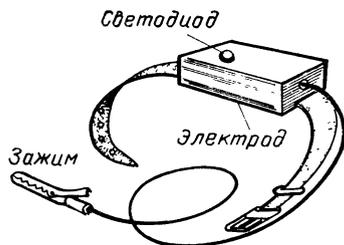


Рис. 2. Внешний вид пробника

крепляют металлическую пластину электрод — соединенную с резистором R1. Когда ремешок застегнут на руке, электрод прижат к ней. В этом случае пальцы руки выполняют роль щупа пробника. При использовании браслета никакой дополнительной пластины — электрода не понадобится — вывод резистора R1 соединяют с браслетом.

Зажим пробника подсоединяют, например, к одному из концов проводника, который нужно отыскать в жгуте или «прозвонить» в монтаже. Касаясь пальцами поочередно концов проводников с другой стороны жгута, нужный проводник находят по появлению свечения светодиода. В данном случае между щупом и зажимом оказывается включенным не только сопротивление проводника, но и сопротивление части руки. Тем не менее проходящего через эту цепь тока достаточно, чтобы пробник «сработал» и светодиод вспыхнул.

Транзистор VT1 может быть любой из серии КТ315 со статическим коэффициентом (или просто коэффициентом — так для краткости будем писать дальше) передачи тока не менее 50, VT2 и VT3 — любые маломощные низкочастотные, соответствующей структуры и с коэффициентом передачи не менее 60 (VT2) и 20 (VT3).

Светодиод АЛ102А экономичен (потребляет ток около 5 мА), обладает небольшой яркостью свечения. Если она будет недостаточна для ваших целей, установите светодиод АЛ102Б. В этом случае ток потребления возрастет в несколько раз (конечно, только в момент индикации).

Источник питания — два аккумулятора Д-0,06 или Д-0,07, соединенные последовательно. Выключателя питания в пробнике нет, поскольку в исходном состоянии (при разомкнутой базовой цепи первого транзистора) транзисторы закрыты, и ток потребления ничтожен — он соизмерим с током саморазряда источника питания.

Пробник можно собрать на транзисторах одинаковой структуры, например по приведенной на рис. 3 схеме. Правда, он содержит несколько больше деталей, чем предыдущая конструкция, но зато его входная цепь оказывается защищенной от внешних электромагнитных полей, приводящих иногда к ложному вспыхиванию светодиода.

В этом пробнике работают кремниевые транзисторы серии КТ135, характеризующиеся малым обратным током коллекторного перехода в широком диапазоне температур. При использовании транзисторов с коэффициентом передачи

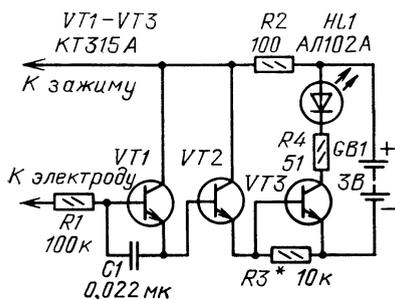


Рис. 3. Вариант пробника на транзисторах одинаковой структуры

тока 25...30 входное сопротивление пробника составляет 10...25 МОм. Повышение входного сопротивления нецелесообразно из-за возрастания вероятности ложного индицирования внешними наводками и посторонними проводимостями.

Достаточно большое входное сопротивление достигнуто применением составного эмиттерного повторителя (транзисторы VT1 и VT2). Конденсатор C1 создает глубокую отрицательную обратную связь по переменному току, исключаящую ложную индикацию от воздействия внешних наводок.

Как и в предыдущем случае, в исходном режиме устройство практически не потребляет энергии, так как сопротивление подключенной параллельно источнику питания цепи HL1R4VT3 в закрытом состоянии транзистора составляет 0,5...1 МОм. Потребляемый ток в режиме индикации не превышает 6 мА.

Корректировать входное сопротивление прибора можно подбором резистора R3, предварительно подключив ко входу цепочку резисторов общим сопротивлением 10...25 МОм и добиваясь минимальной яркости светодиода.

А как быть, если нет светодиода? Тогда вместо него можно использовать в обоих вариантах малогабаритную лампу накаливания на напряжение 2,5 В и потребляемый ток 0,068 А (например, лампу МН 2,5-0,068). Правда, в этом случае придется уменьшить сопротивление резистора R1 примерно до 10 кОм и подобрать его точнее по яркости свечения лампы при замкнутых входных проводниках.

Не меньший интерес у радиолюбителей могут вызвать пробники со звуковой индикацией. Схема одного из них, прикрепляемого к руке с помощью браслета, приведена на рис. 4. Он состоит из чувствительного электронного ключа на транзисторах VT1, VT4 и генератора звуковой частоты (ЗЧ), собранного на транзисторах VT2, VT3 и миниатюрном телефоне BF1. Частота колебаний генератора равна частоте механического резонанса телефона. Конденсатор C1 снижает влияние наводок переменного тока на работу индикатора. Резистор R2 ограничивает ток коллектора транзистора VT1, а значит, и ток эмиттерного перехода транзистора VT4. Резистором R4 устанавливают наибольшую громкость звучания телефона, резистор R5 влияет на надежность работы генератора при изменении питающего напряжения.

Звуковым излучателем BF1 может быть любой миниатюрный телефон (например, ТМ-2) сопротивлением от 16 до 150 Ом. Источник питания —

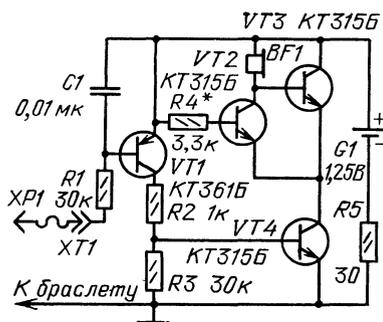


Рис. 4. Схема пробника со звуковой индикацией

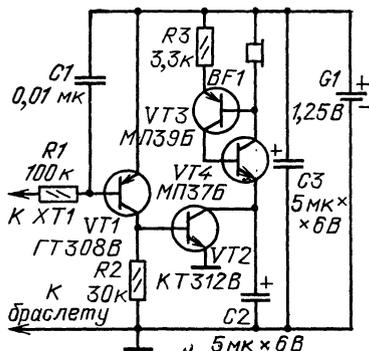


Рис. 5. Вариант пробника со звуковой индикацией

аккумулятор Д-0,06 или элемент РЦ53. Транзисторы — любые кремниевые соответствующей структуры, с коэффициентом передачи тока не менее 100 и обратным током коллектора не более 1 мкА.

Детали пробника можно смонтировать на изоляционной планке или плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Планку (или плату) помещают, например, в металлический корпус в виде наручных часов, с которым соединен металлический браслет. Напротив излучателя в крышке корпуса вырезают отверстие, на боковой стенке укрепляют миниатюрное гнездо разъема ХТ1, в которое вставляют удлинительный проводник с щупом ХР1 (им может быть зажим «крокодил») на конце.

Несколько иная схема пробника приведена на рис. 5. В нем используются как кремниевые, так и германиевые транзисторы. Причем совсем не обязательно делать конструкцию малогабаритной, сам индикатор можно собрать в небольшой шкастулке, а браслет и щуп соединять с ним гибкими проводниками.

Конденсатор С2 шунтирует по переменному току электронный ключ, а конденсатор С3 — источник питания.

Транзистор VT1 желательно подобрать с коэффициентом передачи тока не менее 120 и обратным током коллектора менее 5 мкА, VT2 — с коэффициентом передачи не менее 50, VT3 и VT4 — не менее 20 (и обратным током коллектора не более 10 мкА). Звуковой излучатель BF1 — капсуль ДЭМ-4 (или аналогичный) сопротивлением 60...130 Ом.

Пробники со звуковой индикацией потребляют несколько больший ток по сравнению с предыдущими, поэтому при больших перерывах в работе желательно отключать источник питания.

Если при «прозвонке» монтажа нужно не только контролировать целостность соединительных проводников между цепями конструкций, но и примерное сопротивление различных участков, воспользуйтесь пробником-омметром, схема которого приведена на рис. 6. Диапазон измеряемых им сопротивлений — от единиц ом до 25 МОм.

Нетрудно заметить, что основу омметра составляет пробник, схема которого была приведена на рис. 3. Только в омметре параллельно резистору R3

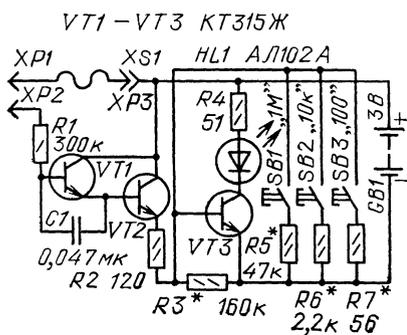


Рис. 6. Схема пробника-омметра

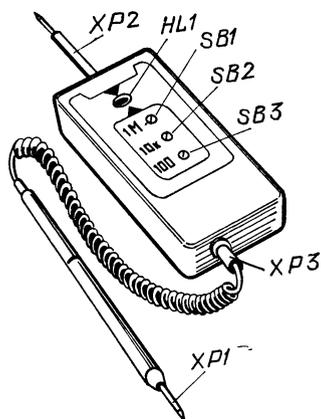


Рис. 7. Внешний вид пробника-омметра

подключают (в зависимости от диапазона измерений) один из резисторов R5—R7.

Пока щупы XP1 и XP2 пробника никуда не подключены, транзисторы закрыты и пробник почти не потребляет ток от источника GB1. Но стоит подключить щупы, например к выводам какого-нибудь резистора, как в цепи базы составного транзистора VT1VT2 потечет ток. Сопротивление участка коллектор—эмиттер транзистора VT2 уменьшится и в его цепи также потечет ток, который создаст на эмиттерном переходе транзистора VT3 падение напряжения. Оно будет тем больше, чем меньше сопротивление проверяемого резистора и чем больше сопротивление нижнего плеча делителя (резистора R3 и одного из резисторов R5—R7). В показанном на схеме положении кнопочных выключателей SB1—SB3 этого напряжения будет достаточно для открывания транзистора VT3 и зажигания светодиода при сопротивлении проверяемого резистора (или цепи) менее 25 МОм. Если же нажать кнопку выключателя SB1, светодиод зажжется только при сопротивлении до 1 МОм. При нажатии остальных кнопок светодиод будет реагировать лишь на сопротивление, не превышающее обозначенного у кнопки предела.

Транзисторы могут быть серий КТ306, КТ312, КТ315 с любым буквенным индексом, но возможно большим коэффициентом передачи и меньшим обратным током коллектора. Светодиод — АЛ102А, АЛ102Г, АЛ307А. Резисторы — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Остальные детали — любого типа.

Детали пробника размещают в корпусе (рис. 7) размерами 95×50×22 мм, изготовленном из цветного органического стекла. На верхней стенке корпуса укреплены кнопочные выключатели и светодиод. Через переднюю стенку выступает щуп XP2, на задней установлено гнездо XS1, в которое вставляют вилку XP3, соединенную многожильным монтажным проводом достаточной длины с щупом XP1 (им может быть зажим «крокодил»).

Налаживание пробника сводится к установке выбранных пределов измерения. Сначала подключают щупы пробника к цепочке последовательно соединенных резисторов общим сопротивлением 25 МОм и подбором резистора R3 добиваются минимальной яркости свечения светодиода. Затем щупы подключают к резистору сопротивлением 1 МОм и тех же результатов добиваются подбором резистора R5 при нажатой кнопке выключателя SB1. Аналогично поступают на оставшихся пределах измерения. Следует заметить, что светодиод вспыхивает тем резче, чем больше коэффициент передачи тока транзистора VT3.

Максимальный ток, потребляемый пробником в режиме измерения, не превышает 10 мА.

## ПРОБНИКИ-ИНДИКАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Проверяя монтаж транзисторной конструкции и режимы работы ее каскадов, достаточно бывает убедиться в наличии напряжения на том или ином участке цепи, а также определить его полярность и характер (постоянное или переменное). Здесь и пригодится простой пробник (рис. 8), содержащий всего восемь деталей. Его рабочий диапазон составляет 2...30 В для постоянного и 1,5...21 В (действующее значение) для переменного тока. Потребляемый пробником ток равен 3 мА и не зависит от измеряемого напряжения, что важно при подключении пробника к маломощным цепям.

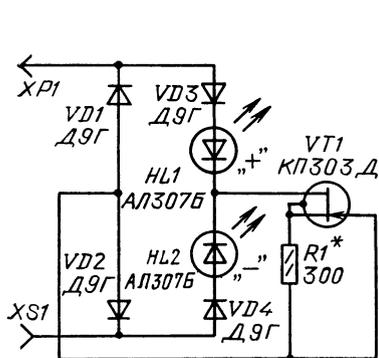


Рис. 8. Схема пробника-индикатора напряжения

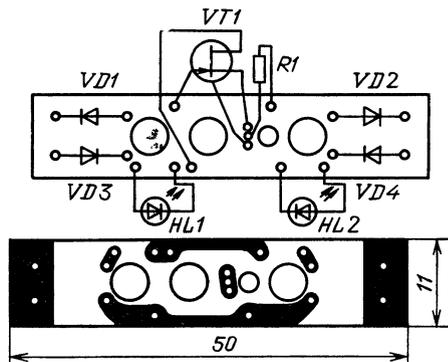


Рис. 9. Печатная плата пробника-индикатора напряжения

На диодах VD1—VD4 собран по мостовой схеме выпрямитель, в плечи моста включены светодиоды HL1 и HL2 — индикаторы напряжения. В диагонали моста стоит стабилизатор тока, выполненный на полевом транзисторе VT1.

В гнездо XS1 вставляют проводник с зажимом — его соединяют с общим проводом конструкции. Щупом же XP1 касаются нужных цепей монтажа. Если на зажиме минус, а на щупе плюс напряжения, горит светодиод HL1 «+». При обратной полярности зажигается светодиод HL2 «-». Когда пробник подключают к цепям переменного тока, светятся оба индикатора. Яркость их не зависит от измеряемого напряжения (в указанных выше пределах) остается постоянной, поскольку ток в их цепи поддерживается стабилизатором постоянным.

Пробник удобно смонтировать в корпусе автомобильного индикатора или в другом прозрачном корпусе. Внутрь корпуса вставьте печатную плату (рис. 9) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. К проводникам на концах платы припаяйте облуженные с обеих сторон полоски медной фольги (размерами 10×10 мм) так, чтобы они немного не доходили до отверстий под выводы диодов, а затем загните полоски на другую сторону платы. Образуется электрические контакты, с помощью которых плата будет в дальнейшем соединена со щупом и проводом от гнезда XS1.

Плата рассчитана под миниатюрные детали. Диоды могут быть Д9Г—Д9Л или КД102, КД103 с любым буквенным индексом. Вместо КП303Д подойдет транзистор КП303Г, КП303Е, КП307 с индексами А—В, Ж. Начальный ток стока должен быть не менее 3 мА. Светодиоды — любые, но возможно меньших габаритов.

После монтажа индикатора его налаживают — подбирают резистор по заданному току стабилизации. Вначале вместо резистора подключают цепочку из последовательно соединенных переменного резистора сопротивлением 1...2 кОм и постоянного резистора сопротивлением 100 Ом. Отключив от светодиодов вывод стока транзистора, подключают к нему плюс источника питания напряжением 4...6 В, а минус источника соединяют с затвором. Перемещением движка переменного резистора устанавливают ток 3 мА, измеряют полученное сопротивление цепочки и впаивают в плату постоянный резистор такого же сопротивления. Если будет установлен транзистор с начальным током стока

3 мА, резистор вообще не нужен — затвор транзистора соединяют с истоком.

Готовую плату закрывают со стороны печатных проводников изоляционной лентой или декоративной пленкой с отверстиями под светодиоды, а со стороны деталей — отрезком темной фотопленки, после чего вставляют плату в корпус и подключают к щупу и гнезду.

Думается, что при отсутствии автоиндикатора вы сможете самостоятельно разработать монтажную или печатную плату под имеющийся корпус.

Возможен и другой вариант схемного решения индикатора, показанный на рис. 10. Он состоит всего из пяти деталей. Правда, потребляемый им ток вдвое больше тока, потребляемого предыдущим индикатором, и несколько поднялся нижний предел измеряемых напряжений — до 3 и 2,1 В соответственно для постоянного и переменного токов.

Стабилизатор тока выполнен на транзисторах VT1 и VT2. Он нагружен на встречно-параллельно включенные светодиоды HL1 и HL2. Гнездо XS1 (или зажим «крокодил») соединяют с общим проводом контролируемого устройства, а щупом XP1, как и в предыдущем индикаторе, касаются интересующих точек монтажа. Если на щупе плюс напряжения, вспыхивает светодиод HL2, если минус — HL1. Одновременное зажигание обоих светодиодов свидетельствует о наличии между щупом и зажимом (гнездом) переменного напряжения.

Кроме указанных на схеме, подойдут транзисторы КП303Е, КП303Г, КП302Г. Светодиоды — любые из серий АЛ1102, АЛ307.

Детали этого пробника можно смонтировать на плате (рис. 11) из фольгированного материала.

Интересен светозвуковой пробник-индикатор, позволяющий прозвонить монтаж, убедиться в наличии постоянного или переменного напряжения от 5 до 400 В, определить полярность постоянного напряжения.

В пробнике-индикаторе (рис. 12) использованы три цифровые микросхемы, на которых собраны три узла световой индикации и узел звуковой индикации. Кроме того, на входе пробника стоит лампа накаливания HL4, которая начинает светиться, как только напряжение на входе превысит 150 В.

Познакомимся с работой пробника. Пока щупы XP1 и XP2 никуда не подключены, светодиоды не светятся, а генератор звуковой частоты, собранный на микросхеме DD3, не работает.

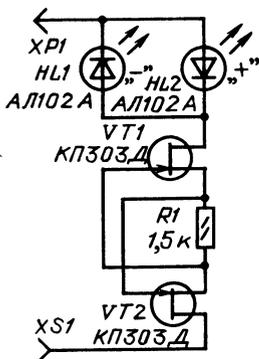


Рис. 10. Схема упрощенного пробника-индикатора напряжения

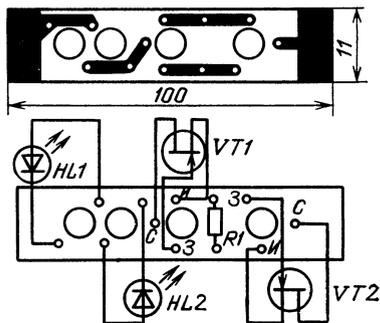


Рис. 11. Печатная плата упрощенного пробника-индикатора напряжения

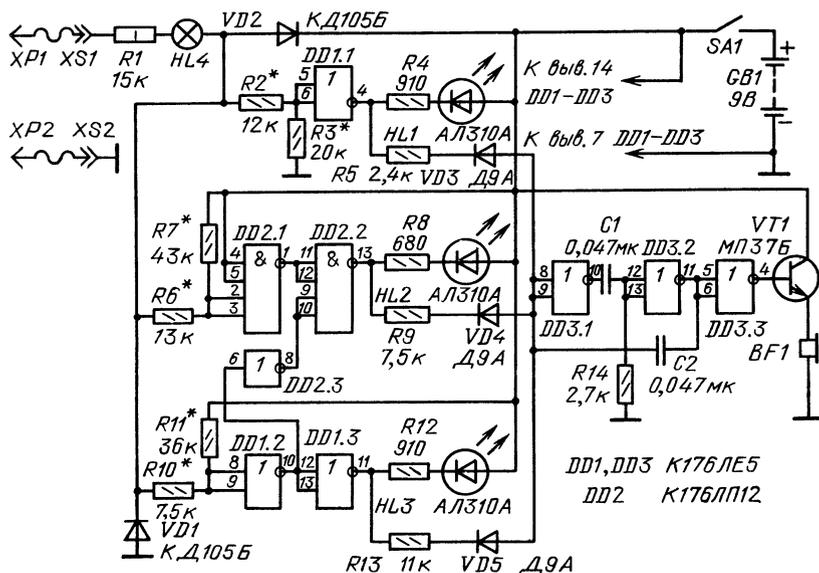


Рис. 12. Схема светозвукового пробника

Когда же щупы подключены к источнику постоянного тока, причем на  $XP1$  — плюс напряжения, а на  $XP2$  — минус, на вход элемента  $DD1.1$  окажется поданным напряжение высокого уровня (логическая 1). Элемент переключится в нулевое состояние, и светодиод  $HL1$  вспыхнет, сигнализируя о положительной полярности на щупе  $XP1$ . Одновременно включится генератор ЗЧ. Из головного телефона  $BF1$  раздастся звук, тональность которого зависит от сопротивления резистора  $R5$ . Поскольку элементы  $DD2.2$  и  $DD1.3$  не изменяют своего состояния, светодиоды  $HL2$  и  $HL3$  останутся погашенными.

При изменении полярности напряжения на щупах элемент  $DD1.1$  окажется в единичном состоянии, в такое же состояние перейдут элементы  $DD2.1$  и  $DD1.2$ . На выходе элемента  $DD1.3$  появится напряжение низкого уровня (логический 0), поэтому вспыхнет светодиод  $HL3$  и включится генератор ЗЧ — теперь тональность звука будет зависеть от сопротивления резистора  $R13$ . Элемент же  $DD2.2$  останется в прежнем состоянии — ведь на его входах будут разные уровни сигналов (из-за включения инвертора  $DD2.3$ ). Светодиод  $HL2$  гореть не будет.

В случае подачи на щупы пробника переменного напряжения начнут поочередно вспыхивать светодиоды  $HL1$  и  $HL3$  — с частотой переменного напряжения.

Во время «прозвонки» монтажа щупы оказываются замкнутыми через исправные соединительные цепи. Тогда напряжение на выводах 2 и 3 элемента  $DD2.1$  оказывается ниже порога срабатывания, а на выводах 8, 9 элемента  $DD1.2$  — выше. Элемент переключится в нулевое состояние. Вспыхнет светодиод  $HL2$  и зазвучит сигнал в головном телефоне. Тональность сигнала в этом случае зависит от сопротивления резистора  $R9$ .

Разнотональная звуковая сигнализация удобна тем, что она помогает быстрее распознавать вид сигнала на входных щупах пробника.

Для пробника подойдут резисторы МЛТ-0,125 (R1 — МЛТ-1), конденсаторы К10-7В, диоды КД105 (VD2 и VD1) и Д9 (VD3—VD5) с любым буквенным индексом, светодиоды серий АЛ310, АЛ307, любые транзисторы из серий МП37, МП38. Вместо микросхем К176ЛЕ5 подойдут К176ЛА7 без переделки печатной платы. Элементы DD2.1 и DD2.2 микросхемы К176ЛП12 нетрудно заменить элементами 2И—НЕ других микросхем этой серии, а вместо DD2.3 использовать оставшийся элемент микросхемы DD1 или DD3 (соединив оба его входа). Конечно, при такой замене придется изменить схему печати на плате.

В случае использования перечисленных деталей часть их монтируют на плате, чертеж которой приведен на рис. 13. Плату и остальные детали пробника размещают в небольшом корпусе, например, корпусе-упаковке от наручных часов. К верхней крышке корпуса крепят головной телефон ТМ-2В или аналогичный, без «рупора», и лампу накаливания СМН 6,3-20 (HL4), а напротив светодиодов в крышке сверлят отверстия. На боковой стенке корпуса размещают входные гнезда XS1, XS2 и малогабаритный выключатель питания.

Налаживание пробника сводится к более точному подбору (если это понадобится) резисторов R2, R3, R6, R7, R10, R11. Начать можно с режима «прозвонки». Замкнув входные щупы, подбором резисторов R6, R7 добиваются напряжения на выводах 2, 3 элемента DD2.1 примерно 4,3 В, т. е. немного ниже порога срабатывания элемента микросхемы К176ЛП12. На входах же элемента DD1.2 подбором резисторов R10, R11 устанавливают напряжение около 3,9 В, т. е. несколько больше порога срабатывания элемента. В то же время при разомкнутых щупах напряжение на обоих входах указанных элементов должно превышать порог срабатывания.

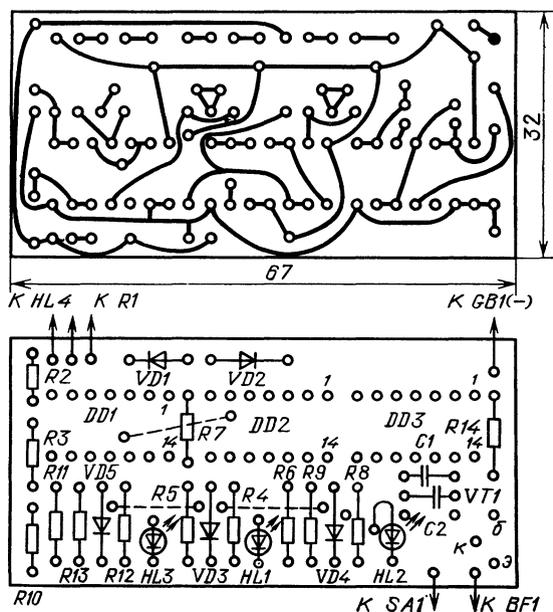


Рис. 13. Печатная плата светозвукового пробника

При подаче на вход пробника постоянного напряжения 5 В и более напряжение на выводах 5, 6 элемента DD1.1 должно превышать порог срабатывания — этого добиваются подбором резисторов R2, R3.

В заключение следует напомнить об одной особенности пробника — цепи с напряжением более 100 В нужно проверять возможно быстрее, во избежание выхода из строя резистора R1.

## ПРОСТЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБНИКИ

Сегодня в радиокружках разрабатывают и собирают немало электронных устройств, в которых используются цифровые интегральные микросхемы. Поскольку основными входными и выходными сигналами их являются напряжения высокого и низкого уровней (соответственно логические 1 и 0), для индикации их используют разнообразные логические пробники, т. е. пробники, реагирующие лишь на уровни напряжений логических сигналов.

На страницах популярной радиолюбительской литературы можно найти немало схем, порою очень насыщенных радиоэлементами, логических пробников. Но на первых порах достаточно иметь самый простой пробник, скажем, собранный по схеме, приведенной на рис. 14. В нем всего один транзистор и светодиод, включенный в коллекторную цепь транзистора.

Если на щупы XP2 и XP3 подано напряжение питания, но щуп XP1 никуда не подключен, светодиод горит «вполнакала». Такой режим обеспечивается подбором резистора R2, задающим напряжение смещения на базе транзистора. Когда же щуп XP1 будет касаться вывода микросхемы, на котором логический 0, транзистор закроется и светодиод погаснет. И, наоборот, при подключении этого щупа к цепи с логической 1 транзистор откроется настолько, что светодиод вспыхнет ярким светом.

Подобные режимы будут справедливы лишь при питании пробника от источника проверяемой конструкции. Если же для работы пробника используется автономный источник, например батарея 3336, щуп XP3 дополнительно соединяют с общим проводом конструкции.

Пробник можно использовать и для «прозвонки» монтажа; тогда его питают от батареи, а щупом XP1 и проводником, соединенным с щупом XP3, касаются нужных участков проверяемых цепей. Если между ними есть соединение, светодиод гаснет. В пробнике можно использовать любой маломощный

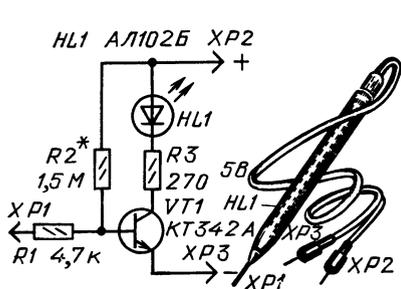


Рис. 14. Схема и внешний вид логического пробника с одним светодиодом

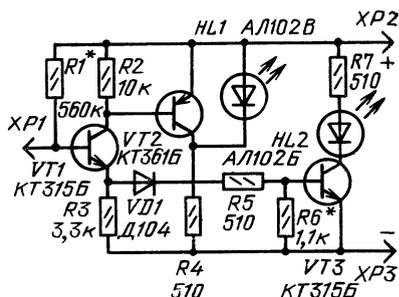


Рис. 15. Схема логического пробника с двумя светодиодами

кремниевый транзистор со статическим коэффициентом передачи тока не менее 100. Вместо АЛ102Б подойдет любой светодиод серий АЛ102, АЛ307.

Детали пробника предварительно монтируют на макетной панели и подбирают резистор R2 такого сопротивления, чтобы светодиод горел «вполнакала». После этого детали размещают внутри корпуса использованного фломастера, а светодиод устанавливают в отверстие на боковой стенке корпуса. Из фломастера выводят два многожильных монтажных проводника со шупами ХР2 и ХР3 на концах. Шупом ХР1 может быть отрезок стального провода или швейная игла, закрепленная на конце корпуса фломастера.

А вот другая конструкция пробника (рис. 15), в котором работают два светодиода. Пробник позволяет не только контролировать логические уровни в различных цепях устройств, но и проверять наличие импульсов, а также приблизительно оценивать их скважность (отношение периода следования импульсов к их длительности). Кроме того, он позволяет фиксировать и «третье состояние», когда логический сигнал находится между 0 и 1. В этих целях в пробнике установлены светодиоды разного цвета свечения: зеленого (НЛ1) и красного (НЛ2).

На транзисторе VT1 выполнен усилитель, повышающий входное сопротивление пробника. Далее следуют электронные ключи на транзисторах VT2 и VT3. Первый из них управляет светодиодом зеленого свечения, второй — красного.

Если напряжение на шупе ХР1 относительно общего провода (минус источника питания) более 0,4 В, но менее 2,4 В («третье состояние»), транзистор VT2 открыт, светодиод НЛ1 не горит. В то же время транзистор VT3 закрыт, поскольку падения напряжения на резисторе R3 недостаточно для полного открывания диода VD1 и создания нужного смещения на базе транзистора. Поэтому светодиод НЛ2 также не светится.

Как только напряжение на входном шупе пробника станет менее 0,4 В, транзистор VT2 закроется и загорится светодиод НЛ1, индицируя логический 0. При напряжении на шупе ХР1 более 2,4 В открывается транзистор VT3, загорается светодиод НЛ2 — он индицирует логическую 1.

В случае поступления на вход пробника импульсного напряжения скважность импульсов приблизительно оценивают по яркости свечения того или иного светодиода.

Кроме указанных на схеме, для пробника подойдут транзисторы серий КТ312, КТ201 (VT1, VT3), КТ203 (VT2), любой кремниевый диод (VD1), светодиоды серий АЛ102, АЛ307, АЛ314 зеленого (НЛ1) и красного (НЛ2) свечения.

Детали пробника размещают в любом подходящем по габаритам корпусе, а на поверхности его располагают светодиоды. Из корпуса выводят многожильные монтажные проводники в изоляции и припаивают к их концам шупы.

Налаживая пробник, подбором резистора R1 добиваются отсутствия свечения светодиодов в исходном состоянии — при отключенном шупе ХР1. Подав же на этот шуп напряжение 2,4 В (относительно шупа ХР3), подбором резистора R6 добиваются зажигания светодиода НЛ2. Яркость свечения, а значит, предельно допустимый ток через светодиод ограничивают резисторами R4 и R7.

## ПРОБНИКИ-ГЕНЕРАТОРЫ

Если предыдущие пробники являлись своеобразными анализаторами состояния цепей проверяемых конструкций, индикаторами наличия того или иного сигнала, то пробник-генератор — это источник сигнала, который подают на различные каскады устройства и контролируют прохождение сигнала через них.

Существуют пробники, формирующие сигналы звуковой (ЗЧ), промежуточной (ПЧ) или радиочастоты (РЧ), встречаются комбинированные пробники, на выходные щупы которых выводятся одновременно, скажем, сигналы звуковой и радиочастоты, промежуточной и звуковой частот.

Вот, к примеру, пробник-генератор (рис. 16), собранный на двух транзисторах по схеме несимметричного мультивибратора. Частота его основных колебаний около 1 кГц. Иначе говоря, он пригоден для проверки, например, усилителей ЗЧ. Однако благодаря импульсному характеру сигнала и применению высокочастотных транзисторов, помимо основной частоты выходные напряжения мультивибратора содержит большое число гармонических составляющих — спектр выходного сигнала пробника-генератора простирается до 8 МГц!

Выходное сопротивление пробника низкое, что позволяет проверять им как высокоомные, так и низкоомные цепи конструкций.

Транзисторы могут быть, кроме указанных на схеме, другие высокочастотные, соответствующей структуры. Конденсаторы — КЛС, КДС, К10-7, резисторы — МЛТ-0,125, кнопочный выключатель — МПЗ-1.

Детали пробника-генератора смонтированы на плате (рис. 17) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Плата укреплена в корпусе (рис. 18). Щупом ХР1 служит отрезок толстого медного провода 5, который вплавляют в плату 11 и дополнительно закрепляют на ней витками проволоки 4. Щуп ХР2 — зажим «крокодил», соединенный с платой многожильным монтажным проводом в изоляции.

Детали корпуса и толкатель кнопки 6 изготовлены из органического стекла. Нижняя стенка 12, две боковые 8 и верхняя 3 склеены дихлорэтаном. Внутрь корпуса сначала вставляют плату с укрепленным между контактными стойками 7 элементом 316, а затем вдвигают заглушки 2 и 9 так, чтобы плата вошла в их пазы. Толкатель 6 перед установкой платы фиксируют сверху в стенке 3, а после крепления заглушек винтами 10 отпускают. Снаружи на щуп ХР1 надевают отрезок поливинилхлоридной трубки 1.

Проверяя радиоустройство, щуп ХР2 генератора подключают к общему проводу (или шасси) конструкции, а щупом ХР1 касаются входных или выходных цепей каскадов. Когда же дойдете до высокочастотных входных каскадов, не обязательно подключать щуп ХР2 — сигнал будет поступать на проверяемые каскады за счет емкостной связи между щупом и общим проводом устройства. Если проверяете радиоприемник с магнитной антенной, достаточно приблизить к ней щуп ХР1.

Подобный пробник может быть собран на одной цифровой интегральной

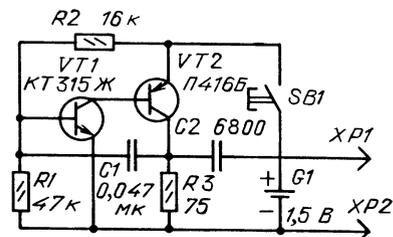


Рис. 16. Схема пробника-генератора



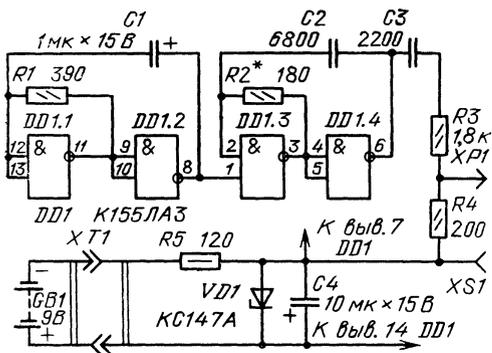


Рис. 19. Схема пробника-генератора на микросхеме

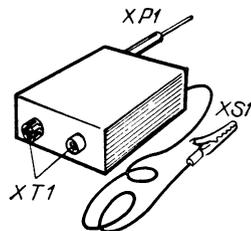


Рис. 20. Внешний вид пробника-генератора на микросхеме

но и добиться устойчивой работы пробника при снижении напряжения источника до 6 В.

Постоянные резисторы возьмите МЛТ-0,125 (R5—МЛТ-0,5), конденсаторы—любого типа, но возможно меньших габаритов. Детали монтируют на небольшой плате и проверяют пробник в действии. Подбором резистора R2 (если это необходимо) устанавливают частоту колебаний генератора РЧ равной 232 кГц.

Затем плату покрывают эпоксидной смолой до получения формы, показанной на рис. 20. Щуп XP1 (медный провод диаметром 1,5 и длиной 50 мм) припаивают к точке соединения выводов резисторов R3, R4 и надевают на щуп резиновую или поливинилхлоридную трубку такой длины, чтобы оголенный конец щупа составлял 5...6 мм. Щуп XP2 (зажим «крокодил») соединяют с общим проводом пробника многожильным монтажным проводом в изоляции.

Колодку с контактами для подключения батареи «Крона» можно не прикреплять к плате, а расположить рядом и вместе с платой покрыть эпоксидной смолой. После полной полимеризации смолы получившийся блок зачищают напильником и мелкозернистой наждачной бумагой.

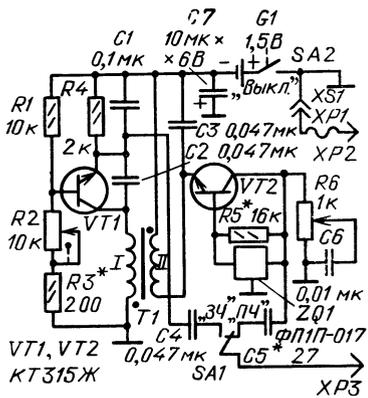
Пробник не имеет отдельного выключателя питания и начинает работать сразу после подключения к разъему батареи или аккумулятора.

Работа с этим пробником проста. Подключив зажим к шасси (или к общему проводу) проверяемого устройства, касаются щупом входных и выходных цепей исследуемого каскада. Если каскад исправен, в динамической головке (или громкоговорителе) будет слышен сигнал низкого тона.

Поскольку сигнал пробника достаточно большой и может перегрузить входные каскады радиоприемника, иногда целесообразно отключать зажим от шасси или включать между щупом и проверяемыми цепями конденсатор небольшой емкости (нужно подобрать экспериментально). При проверке только низкочастотных каскадов, желательно шунтировать выход пробника (или проверяемую цепь) конденсатором емкостью 1000...2000 пФ, чтобы снять радиочастотную составляющую сигнала.

Если же нужной микросхемы не найдете, соберите пробник на транзисторах по приведенной на рис. 21 схеме. Он также выдает сигналы промежуточной и звуковой частот, но выходной сигнал не прямоугольной, а синусоидальной формы.

Рис. 21. Схема пробника-генератора сигналов ПЧ и ЗЧ



Выходной сигнал генератора ЗЧ и глубину модуляции регулируют переменным резистором R2, а выходной сигнал генератора ПЧ устанавливают переменным резистором R6. Частота генератора ЗЧ составляет примерно 1 кГц, а генератора ПЧ —  $465 \pm 2$  кГц.

Тот или иной сигнал подается на щупы XP2 и XP3 пробника через переключатель SA1.

В пробнике можно использовать транзисторы серий КТ301, КТ306, КТ312, КТ315 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25, переменный R2 — СПЗ-3, СПЗ-4 или другой, совмещенный с выключателем питания SA2, R6 — СПО-0,5 сопротивлением 1 кОм или 680 Ом. Конденсатор C5 — КТ-2, КТМ, КДМ; C7 — К50-6, К53-1; остальные — КЛС, КМ, К10-7. Трансформатор — выходной от малогабаритных («карманных») транзисторных радиоприемников, например «Алмаз», «Нейва». В качестве обмотки I используется половина высокоомной первичной обмотки.

Пьезокерамический фильтр ZQ1 может быть ФП1П-011—ФП1П-017. Переключатель рода работы SA1 — МТ-1. Источник питания G1 — элемент 332, 343 или дисковый аккумулятор Д-0,1.

Детали пробника размещают в корпусе (рис. 22), изготовленном из изоляционного материала (корпус может быть и готовый). Щупом XP3, как и в предыдущей конструкции, служит отрезок толстого медного провода с заостренным концом, а щупом XP2 — зажим «крокодил», к которому подпаян многожильный монтажный провод достаточной длины с вилкой XP1 на конце — ее вставляют в гнездо XS1, укрепленное на задней стенке корпуса.

Изготовленный пробник нужно наладить. Для этого движок переменного резистора R2 устанавливают в верхнее по схеме положение, а резистора R6 —

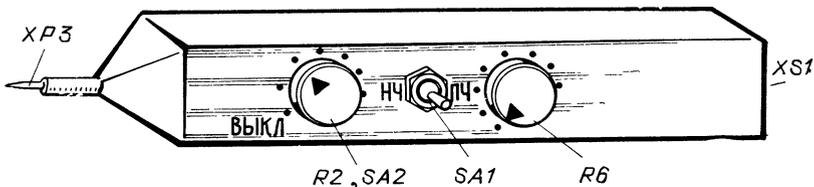


Рис. 22. Внешний вид пробника-генератора сигналов ПЧ и ЗЧ

в нижнее. В разрыв провода обмотки I (т. е. в цепь питания первого каскада — на транзисторе VT1) включают миллиамперметр на 1 мА. Подбором резистора R3 устанавливают ток равным 0,5 мА. Затем миллиамперметр включают в разрыв провода обмотки II, и подбором резистора R5 устанавливают ток примерно 0,4 мА.

Далее желательно измерить частоты генератора ПЧ и проверить устойчивость его работы при подключении его к низкоомным цепям проверяемого устройства. Устойчивой работы добиваются подбором конденсатора C5 (от 10 до 36 пФ).

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ КОНДЕНСАТОРОВ

Не так уж часто приходится проверять конденсаторы, устанавливаемые в собираемые конструкции. Обычно доверяют маркировке, нанесенной на корпусе. И все же случается, что конструкция либо не работает, либо перестает работать из-за неисправности какого-то конденсатора. Поэтому прежде чем впасть конденсатор в печатную (или монтажную) плату, желательно проверить его, убедиться, что он не содержит таких дефектов, как внутренний обрыв выводов, замкнутых обкладок, значительной утечки. Особенно это касается конденсаторов большой емкости, в частности оксидных.

Для быстрой проверки конденсаторов емкостью не менее 50 пФ подойдет прибор (рис. 23), содержащий цифровую микросхему, светодиод, стрелочный индикатор и несколько других деталей.

На элементах DD1.1 — DD1.3 собран генератор прямоугольных импульсов, следующих с частотой около 75 кГц (она зависит от сопротивления резистора R1 и емкости конденсатора C1). Через инвертор DD1.4 импульсы генератора поступают на цепь нагрузки — она составлена из резисторов R2, R3, конденсатора C2 и проверяемого конденсатора Cx. Параллельно резистору R2 подключен через диод VD1 стрелочный индикатор PA1.

Детали цепи нагрузки подобраны так, что при подключении кнопкой SB2 источника питания GB1 через индикатор протекает ток около 15 мкА. Если же параллельно конденсатору C2 будет подключен кнопкой SB1 исправный проверяемый конденсатор, ток возрастет и будет находиться в пределах 40 ... 60 мкА независимо от емкости конденсатора. Эти пределы принимают за нормальные и отмечают на шкале (или на стекле индикатора), скажем, цветным сегментом.

Следует учитывать, что при проверке конденсаторов емкостью более 5 мкФ стрелка индикатора вначале резко отклоняется в сторону конечного деления шкалы (100 мкА), а затем возвращается в пределы сегмента. При проверке полярных оксидных конденсаторов их плюсовой вывод обязательно соединяют с гнездом XS1 («+»).

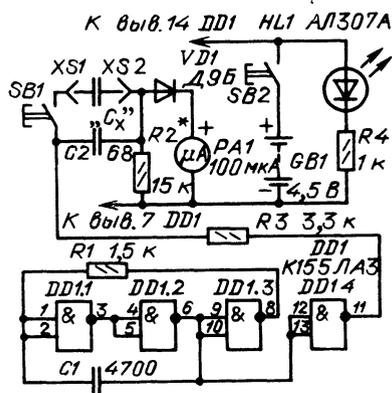


Рис. 23. Схема прибора для проверки конденсаторов

В случае подключения испытываемого конденсатора с внутренним обрывом стрелка индикатора останется на делении 15 мкА. Если же выводы конденсатора замкнуты (конденсатор пробит), стрелка индикатора может отклониться за конечное деление шкалы. При подключении конденсатора с утечкой стрелка индикатора выйдет за пределы сегмента, если сопротивление утечки менее 60 кОм.

Напряжение питания прибора контролируется светодиодом HL1, ток через который ограничен резистором R4.

Деталей в приборе немного, и их можно разместить в любом подходящем корпусе, габариты которого определяются стрелочным индикатором и источником питания.

Налаживают прибор в такой последовательности. Нажав кнопку SB2, убеждаются в отклонении стрелки индикатора на деление 15 мкА. В случае отклонения показаний более чем на 20% нужно подобрать резистор R3.

Далее подключают к гнездам XS1 и XS2 конденсатор емкостью 250 пФ и, нажав кнопку SB1 (конечно, одновременно с SB2), замечают показания стрелочного индикатора. Подбором резистора R2 доводят стрелку индикатора до деления 50 мкА (середина сегмента). Замкнув после этого гнезда, убеждаются в отклонении стрелки индикатора за конечное деление шкалы.

Конденсатор можно проверять иначе — измерять его емкость. Для этих целей во многих случаях окажется достаточным собрать приставку к авометру, позволяющую измерять емкость конденсаторов от 100 пФ до 1 мкФ. Схема такой приставки приведена на рис. 24.

На транзисторах VT1, VT2 и трансформаторе T1 собран генератор импульсов, частоту следования которых можно изменять переключателем SA1. Со вторичной обмотки трансформатора сигнальная генератора поступает через диод VD1 на переменный резистор R6 — это регулятор установки своеобразного «нуля» отсчета. С его движка сигнал поступает через один из эталонных конденсаторов C2—C5 или проверяемый конденсатор (его подключают к зажимам «Cx») на выпрямительный диод VD2 и авометр, подсоединенный к зажимам XS3 и XS4.

Пользуются приставкой так. В зависимости от емкости проверяемого конденсатора устанавливают переключателем один из пределов измерения. К при-

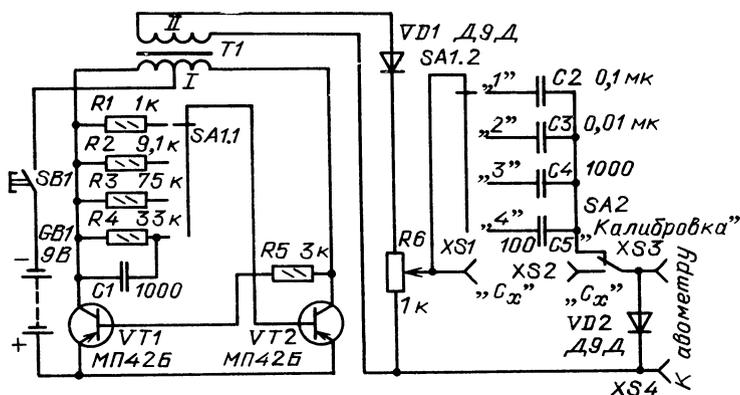


Рис. 24. Схема прибора-приставки для измерения емкости конденсаторов

меру, в положении «1» переключателя можно измерять емкости от 0,1 до 1 мкФ, в положении «2» — от 0,01 до 0,1 мкФ, в положении «3» — от 1000 пФ до 0,01 мкФ, в положении «4» — от 100 до 1000 пФ.

Переключатель SA2 устанавливают в положение «Калибровка» и переменным резистором R6 добиваются отклонения стрелки авометра на десятую часть шкалы. Тогда вся шкала будет соответствовать десяти «единицам» выбранного диапазона измерений. Поэтому удобно пользоваться, например, шкалой постоянных напряжений до 10 В — стрелку индикатора устанавливают на одно деление 1 В.

Подключают к зажимам XS1 и XS2 проверяемый конденсатор и переводят переключатель SA2 в положение «Сх». По отклонению стрелки авометра судят о емкости конденсатора. К примеру, стрелка отклонилась на 2,5 деления, а переключатель SA1 стоит в положении «3». Значит, емкость конденсатора равна  $1000 \text{ пФ} \times 2,5 = 2500 \text{ пФ}$ . Точность измерений зависит в основном от точности подбора емкости эталонных конденсаторов.

Трансформатором в этом пробнике может быть согласующий трансформатор от радиоприемников марки «ВЭФ» («ВЭФ-12», «ВЭФ-201», «ВЭФ-204»). Транзисторы — любые из серий МП39—МП42 с коэффициентом передачи тока не менее 50. Диоды — любые из серий Д2, Д9. Источник питания — «Крона», но лучше работают две батареи 3336, соединенные последовательно.

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДИОДОВ

Полупроводниковые диоды — одни из распространенных радиодеталей, использующиеся в радиочастотных каскадах и детекторах радиоприемников, усилителях ЗЧ, выпрямителях и других узлах радиолюбительских конструкций. Как правило, диоды проверяют авометром или омметром, касаясь щупами выводов диода в одной и другой полярности. Пользоваться таким способом можно лишь при проверке сравнительно мощных диодов, допускающих значительный прямой ток — ведь в измерительной цепи авометра или омметра при измерении малых сопротивлений может протекать ток в десятки и даже сотни миллиампер!

Вот почему проверять диоды, особенно маломощные, рекомендуется с помощью приборов, обеспечивающих небольшой ток в измерительной цепи. Схема одного из подобных приборов приведена на рис. 25. Индикаторами в нем работают малогабаритные лампы накаливания, сигнализирующие об исправности диода, обрыве или замыкании его выводов (иначе говоря, пробое

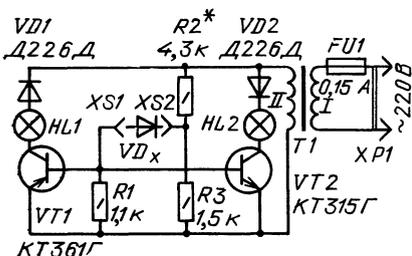


Рис. 25. Схема пробника для проверки диодов

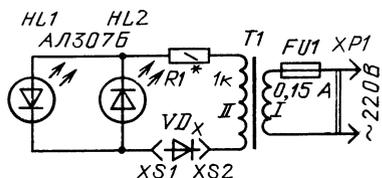


Рис. 26. Вариант пробника со светодиодами

диода). При этом в цепи исследуемого диода протекает ток 2...3,5 мА в зависимости от напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора питания Т1.

В пробнике использованы транзисторы VT1 и VT2 разной структуры. В коллекторные цепи транзисторов включены сигнальные лампы HL1 и HL2. Благодаря диодам VD1 и VD2 питание на транзисторы поступает поочередно: на VT1 — во время отрицательного полупериода переменного напряжения на верхнем по схеме выводе обмотки II трансформатора, а на VT2 — во время положительного полупериода.

В исходном состоянии, когда проверяемый диод не подключен, транзисторы закрыты. Когда же к гнездам XS1 и XS2 будет подключен диод VD<sub>x</sub> в указанной на схеме полярности, начнет периодически (с частотой сети) открываться транзистор VT1 и светиться лампа HL1. Если поменять полярность подключения диода, зажжется лампа HL2. В случае подключения пробитого диода (с замкнутыми выводами) загорятся обе лампы. При проверке же диода с обрывом (т. е. сгоревшего) ни одна из ламп светиться не будет.

По зажиганию той или иной лампы нетрудно судить об исправности диода, а также определять выводы анода и катода.

Вместо указанных на схеме, для пробника подойдут транзисторы серий МП39—МП42 (VT1) и МП35—МП38 (VT2). В любом варианте оба транзистора желательно подобрать с одинаковым или близким коэффициентом передачи тока, но не менее 50. Диоды — любые из серий Д7, Д226. Резисторы — МЛТ-0,25. Сигнальные лампы — на напряжение 6,3 В и ток 20 мА. Подойдут и другие лампы, с большим током (например, 0,068 А), но продолжительность проверки диода должна быть минимальной во избежание выхода из строя транзисторов.

Трансформатор питания — любой, с напряжением на обмотке II 6,3...10 В. Его можно выполнить на магнитопроводе сечением 2...3 см<sup>2</sup>. Обмотка I должна содержать 4400 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка II — 195 витков ПЭВ-1, 0,25.

Налаживание пробника сводится к подбору резистора R2 таким сопротивлением, чтобы при подключении к гнездам резистора сопротивлением 300 кОм и выше лампы не горели, а с резистором сопротивлением 300...1000 Ом — зажигались. Для этих же целей может понадобиться более точный подбор резисторов R1, R3.

Пробник значительно упростится, если использовать в нем светодиоды АЛ307 или АЛ310 с любым буквенным индексом (рис. 26). Подойдут и АЛ102, но яркость свечения их намного меньше. Трансформатор питания может быть с напряжением на обмотке II 5...20 В. В зависимости от этого напряжения, а также от используемых светодиодов, подбирают резистор R1, чтобы ток через светодиоды не превышал 5 мА.

Пробник может быть, конечно, с питанием от гальванических элементов или батареек. Схема одной из подобных конструкций и приведена на рис. 27. На трансисторах VT2 и VT3 собран мультивибратор, а на VT1 и VT4 — эмиттерные повторители. Поскольку при работе мультивибратора его транзисторы открываются и закрываются поочередно, то соответственно будут вести себя и транзисторы повторителей: когда открыт транзистор VT2, закрыт VT1, а при открывании VT3 закрывается VT4.

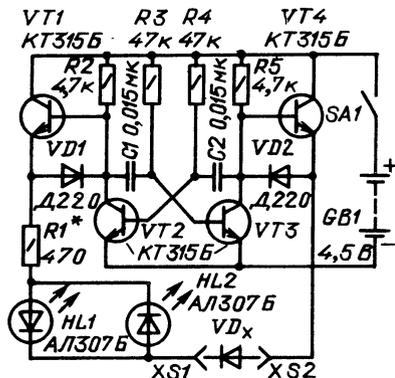


Рис. 27. Схема батарейного пробника для проверки диодов

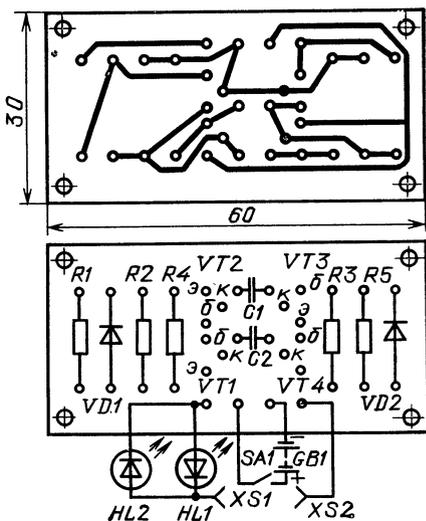


Рис. 28. Печатная плата батарейного пробника

Когда к гнездам XS1 и XS2 будет подключен проверяемый диод  $VD_x$  в указанной на схеме полярности, импульсы тока начнут протекать по цепи эмиттер — коллектор транзистора VT4, проверяемый диод, светодиод HL2, резистор R1, диод VD1, коллектор — эмиттер транзистора VT2. Вспыхнет светодиод HL2. При изменении полярности подключения проверяемого диода загорится светодиод HL1. Если диод пробит, горят оба светодиода. Сгоревший диод не вызовет, конечно, свечения ни одного светодиода.

Вместо указанных на схеме можно использовать другие транзисторы серии КТ315 или транзисторы МП35—МП38 с коэффициентом передачи тока не менее 50. С таким же параметром подойдут и транзисторы МП39—МП42, но полярность источника питания и включения диодов придется изменить. Диоды

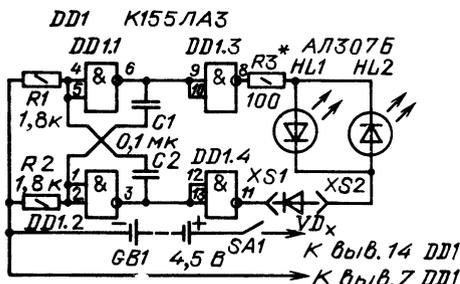


Рис. 29. Схема пробника на микросхеме

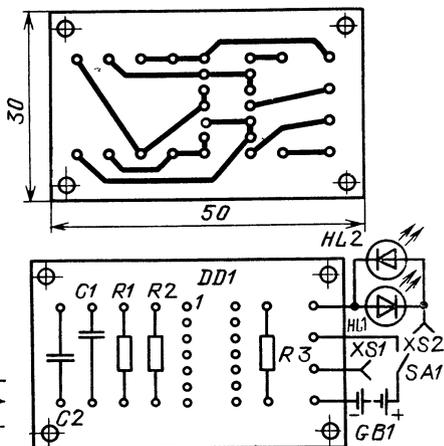


Рис. 30. Печатная плата пробника на микросхеме

Д220 заменимы на Д219А, Д220А, Д220Б и другие кремниевые. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы — КМ-6. Эти детали можно смонтировать на печатной плате (рис. 28) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита.

При налаживании пробника подбирают резистор R1, ограничивающий ток в цепи светодиодов, а значит и проверяемого диода, до 4...5 мА.

Схема еще одного батарейного пробника приведена на рис. 29. Он выполнен на одной микросхеме и работает аналогично предыдущей конструкции. На элементах DD1.1 и DD1.2 выполнен мультивибратор, элементы DD1.3 и DD1.4 выполняют роль повторителей.

Детали этого пробника смонтированы на печатной плате (рис. 30).

Налаживают пробник, как и в предыдущем случае, подбирая резистор R1 по заданному току через проверяемый диод и светодиоды.

Внешнее оформление описанных пробников для проверки диодов может быть любым и зависит от имеющихся возможностей самостоятельно изготовить корпус или использовать готовый.

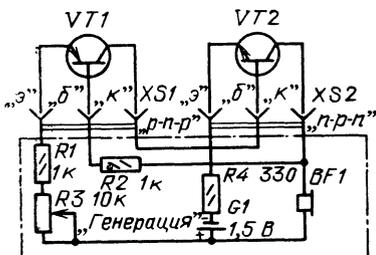
## ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАНЗИСТОРОВ

Биполярные транзисторы — до сих пор самые популярные детали в радиолюбительских конструкциях. Маломощные и мощные, низкочастотные и высокочастотные, германиевые и кремниевые — какие только разновидности не встречаются в конструкциях, собранных целиком на транзисторах или с использованием цифровых микросхем.

Но прежде чем устанавливать в конструкцию тот или иной транзистор, желательно убедиться в его работоспособности, а еще лучше — измерить коэффициент передачи тока, даже если он не оговорен в описании.

Проверять маломощные германиевые транзисторы любой структуры можно, например, с помощью пробника (рис. 31), в котором проверяемый транзистор работает в паре с образцовым (заранее проверенным и специально подобранным для пробника), но другой структуры. Если, скажем, проверяют транзистор структуры *p-n-p*, его выводы вставляют в гнезда разъема XS1, а в гнезда разъема XS2 вставляют выводы образцового транзистора структуры *n-p-n*. Тогда получится генератор, вырабатывающий колебания звуковой частоты, — они слышны в головном телефоне BF1. Звук будет лишь в случае исправности проверяемого транзистора. Момент возникновения генерации зависит от положения движка переменного резистора R3 «Генерация».

Кроме двух исправных образцовых германиевых транзисторов разной структуры, для пробника понадобятся миниатюрный телефон ТМ-2А, источник



питания G1 — элемент 316, 332, 343, 373, переменный резистор любого типа и постоянные резисторы МЛТ мощностью до 0,5 Вт. Разъемами XS1 и XS2 могут быть панельки под транзисторы, гнезда или зажимы.

Коэффициент передачи проверяемого транзистора нетрудно определять по по-

Рис. 31. Схема пробника для проверки маломощных транзисторов

ложению движка переменного резистора — чем в большем диапазоне его перемещения будет сохраняться звук в телефоне, тем большим коэффициентом передачи обладает транзистор.

Более универсален пробник (рис. 32), собранный на двух цифровых микросхемах К176ЛП1. Эта микросхема содержит три полевых транзистора с каналом *p*-типа и столько же — с каналом *n*-типа. При различных соединениях выводов микросхемы можно получить, например, три элемента НЕ, элемент ЗИЛИ — НЕ, элемент ЗИ — НЕ и некоторые другие. Применяя различные комбинации соединений выводов, можно использовать микросхему для решения разнообразных задач.

В нашем варианте применена такая комбинация соединений выводов, при которой микросхема DD1 работает в генераторе со сравнительно небольшой (единицы герц) частотой следования импульсов, а DD2 используется как инвертор.

Импульсы генератора поступают одновременно на инвертор и на гнездо XS3. Выход инвертора соединен с коллекторной (через резистор R3 и светодиода) и базовой (через резистор R4) цепями проверяемого транзистора. Если транзистор исправен, с частотой генератора будет вспыхивать соответствующий светодиод — HL2 с показанным на схеме транзистором структуры *p-n-p* или HL1 с транзистором структуры *n-p-n*. При неисправном транзисторе либо горят оба светодиода (транзистор пробит), либо не светится ни один (внутренний обрыв). Выводы транзистора, конечно, должны быть подключены к гнездам строго в соответствии с указанной на схеме маркировкой.

Помимо биполярных транзисторов, этот пробник позволяет проверять полевые, а также диоды и оксидные конденсаторы.

Проверяя полевой транзистор, нужно подключить сток к гнезду XS1, затвор — к XS2, исток — к XS3. При проверке диодов пользуются гнездами XS1 и XS3. Если диод исправен, вспыхивает один из светодиодов — в зависимости от полярности включения выводов диода. Те же гнезда используют и при проверке оксидных конденсаторов. С исправным конденсатором светодиоды будут вспыхивать поочередно, но гаснуть медленно — продолжительность гашения зависит от емкости конденсатора.

Остается добавить, что работоспособность пробника сохраняется при изменении напряжения питания от 9 до 5 В. Источником же питания может быть батарея «Крона», две последовательно соединенные батареи 3336 или мало-мощный выпрямитель.

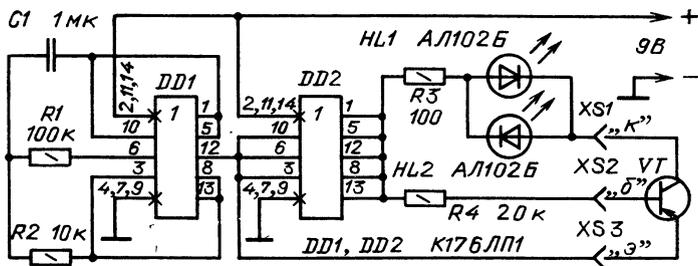


Рис. 32. Вариант пробника на микросхемах

В радиолюбительских разработках последних лет все чаще встречаются транзисторы средней и большой мощности. Особенно это заметно по усилителям ЗЧ. Вот почему для проверки подобных транзисторов нужен соответствующий измерительный прибор. Тем более, что пробники и приборы, используемые с маломощными транзисторами, для этих целей непригодны.

Несложный прибор для указанных целей можно собрать по схеме, приведенной на рис. 33. Он позволяет измерять основные параметры биполярных транзисторов любой структуры — обратный (начальный) ток коллектор — эмиттер  $I_{КЭК}$  и статический коэффициент передачи тока базы  $h_{21Э}$ .

В приборе использованы стрелочный индикатор PA1, источник питания GB1, переключатель структуры проверяемого транзистора SB2, включатель измерения SB1, переключатель режимов измерения SA1. Проверяемый транзистор VT1 подключают к зажимам XT1—XT3.

Когда к прибору подключают транзистор структуры *p-n-p*, переключатель SB2 ставит в показанное на схеме положение. Для проверки обратного тока коллектор — эмиттер, подвижный контакт переключателя SA1 устанавливают в крайнее левое по схеме положение. Вывод базы транзистора при этом соединяется через резистор R3 с выводом эмиттера, а в цепь коллектора включаются последовательно резистор R4 и измерительное устройство с током полного отклонения стрелки 1 мА — оно составлено из индикатора PA1, резисторов R8, R5 и диода VD1. Резистор R8 совместно с диодом образуют цепочку, защищающую индикатор от случайных перегрузок по току.

Коэффициент передачи тока измеряют при двух значениях тока базы транзистора. Когда переключатель SA1 устанавливают в положение «250», между базой и источником питания включается резистор R1 и в цепи базы протекает ток около 2 мА. Секция же SA1.3 подключает к измерительной цепи шунт R6, и полное отклонение стрелки индикатора будет при токе 500 мА. Иначе говоря, шкала индикатора окажется рассчитанной на измерение  $h_{21Э}$  до 250 ( $500 \text{ мА} : 2 \text{ мА} = 250$ ). При установке переключателя SA1 в положение «100» в цепи базы транзистора потечет ток примерно 10 мА, а шкала индикатора будет рассчитана на измерение  $h_{21Э}$  до 100, поскольку стрелка индикатора отклонится теперь на конечное деление шкалы при токе 1000 мА благодаря шунтированию измерительной цепи резистором R7.

При желании можно, конечно, расширить число пределов измерений, введя переключатель на большее количество положений и установив соответствующие

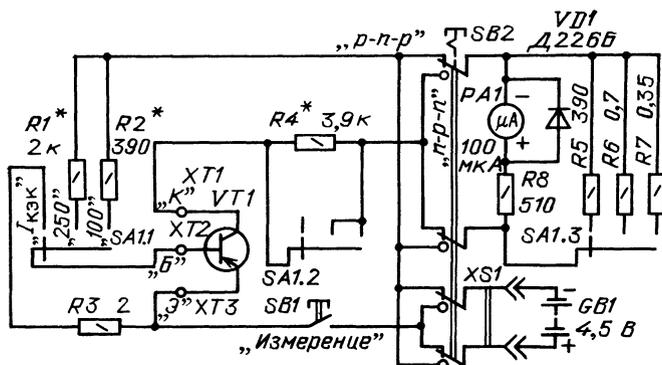


Рис. 33. Схема прибора для проверки транзисторов средней и большой мощности

резисторы в базовой цепи и шунты для получения нужных токов отклонения стрелки индикатора.

Сопротивление резистора в базовой цепи подсчитывают по формуле:  $R_6 = h_{21Э} U_{н.п} / I$ , где  $R_6$  — сопротивление в цепи базы ( $R_1$ ,  $R_2$  и т. д.), кОм;  $h_{21Э}$  — наибольший коэффициент передачи, измеряемый индикатором в выбранном режиме;  $U_{н.п}$  — напряжение источника питания;  $I$  — ток полного отклонения стрелки индикатора для данного поддиапазона. С учетом падения напряжения на эмиттерном переходе транзистора сопротивление резистора немного уменьшают по сравнению с расчетным значением.

Переключатель SA1 может быть галетный, например ПГК-3ПЗН. SB2 — кнопочный с фиксацией положения или движковый, скажем, переключатель диапазонов радиоприемника «Сокол». Кнопочный выключатель SB1 — любого типа, но контакты его, как и контакты переключателей, должны выдерживать ток до 1 А.

Стрелочный индикатор — М20 с током полного отклонения 100 мкА и сопротивлением рамки постоянному току 3000 Ом. Пригоден и другой индикатор, если пересчитать резисторы шунтов R5—R7 по формуле

$$R_{ш} = R_{ж} I_{ж} / (I_{д} - I_{ж}),$$

где  $R_{ш}$  — сопротивление резистора шунта, Ом;  $R_{ж}$  — суммарное сопротивление рамки индикатора и резистора R8, Ом;  $I_{ж}$  — ток полного отклонения стрелки индикатора, мА;  $I_{д}$  — предельный ток измерения данного диапазона, мА.

Перед монтажом шунтов желательно точнее подобрать их сопротивления. Для этого воспользуйтесь схемой проверки, приведенной на рис. 34. Понадобится образцовый индикатор PA2 с током полного отклонения стрелки 3, 500 и 1000 мА, источник питания напряжением около 9 В и током нагрузки до 1 А, переменный резистор R2 сопротивлением 4,7 кОм для малых токов и 30 Ом (проволочный) — для больших. Резистор R1 должен быть сопротивлением 4,7 кОм, 9 или 4,5 Ом в зависимости от тока измерительной цепи.

Сначала подбирают резистор R5. Установив с помощью переменного резистора R2 ток по образцовому индикатору PA2 равным 1 мА, подбирают резистор  $R_{ш}$  такого сопротивления, чтобы стрелка индикатора PA1, используемого для прибора, отклонилась до конечного деления шкалы.

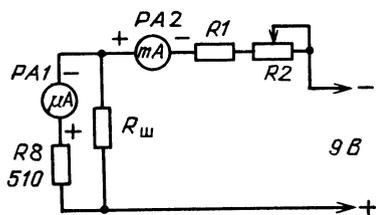


Рис. 34. Схема включения индикаторов при подборе шунта

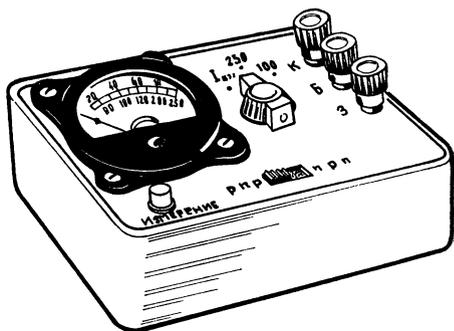


Рис. 35. Внешний вид прибора

Аналогично подбирают резисторы R6 и R7 (они проволочные), устанавливая в первом случае по образцовому индикатору ток в цепи 500 мА, а во втором — 1000 мА.

Вариант внешнего вида прибора показан на рис. 35. На лицевой панели укрепляют индикатор, кнопочный выключатель, переключатели и зажимы, на задней стенке — разъем XS1 для подключения источника питания. Источником может быть свежая батарея 3336, но лучшие результаты получаются со стабилизированным источником питания, рассчитанным на выходное напряжение 4,5 В и ток нагрузки до 1 А. Необходимость в таком источнике объясняется тем, что ток базы прямо пропорционален напряжению питания и при его изменении возрастает погрешность измерения.

Чтобы не перегреть транзистор, измерения следует проводить возможно быстрее.

## УСИЛИТЕЛИ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

### УСИЛИТЕЛЬ ЗЧ ПЕРЕНОСНОГО РАДИОПРИЕМНИКА

Для малогабаритного переносного радиоприемника достаточен усилитель ЗЧ, развивающий выходную мощность 50 мВт. Но значительно громче и «сочнее» работает приемник с усилителем большей мощности — 100...150 мВт. Поэтому для многих разрабатываемых конструкций радиоприемников вполне подойдет усилитель, схема которого приведена на рис. 36. На нагрузке сопротивлением 8...10 Ом, характерным для большинства малогабаритных динамических головок, его выходная мощность достигает 100 мВт, полоса пропускемых частот — 100...10 000 Гц, коэффициент гармоник — не более 5%. Если же допустить несколько больший коэффициент гармоник — до 10%, почти не ощутимый на слух, от усилителя можно получить выходную мощность до 200 мВт.

Входной сигнал на усилитель поступает с движка переменного резистора R1 — регулятора громкости, который может быть также резистором нагрузки детекторного каскада приемника. Цепочка C1R2 ограничивает нижнюю частоту полосы пропускания, а также уровень сигнала на первом каскаде усилителя.

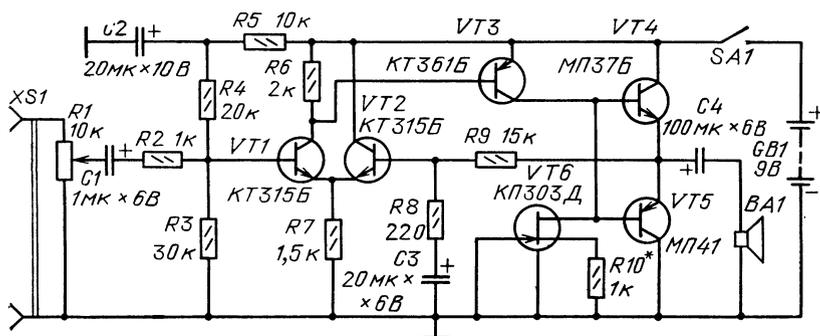


Рис. 36. Схема усилителя ЗЧ для переносного радиоприемника

Первый каскад усилителя — дифференциальный, он собран на транзисторах VT1 и VT2. Базовая цепь транзистора VT1 питается постоянным током через цепь R5C2, которая развязывает по переменному напряжению входную цепь от цепи питания и, таким образом, предотвращает самовозбуждение усилителя.

Нагрузкой каскада является резистор R6 — с него сигнал поступает на следующий каскад, выполненный на транзисторе VT4. Это усилитель напряжения, собранный по несколько необычной схеме, — его коллекторной нагрузкой служит стабилизатор тока, составленный из полевого транзистора VT6 и резистора R10.

Следующий каскад — выходной, усилитель мощности. Он выполнен на транзисторах VT4, VT5 разной структуры. Динамическая головка BA1 подключена к выходному каскаду через конденсатор C4. Благодаря использованию стабилизатора тока удалось устранить искажения типа «ступенька» при отсутствии смещения в выходном каскаде, а также значительно снизить ток покоя выходного каскада.

Нетрудно заметить, что второй транзистор дифференциального каскада включен эмиттерным повторителем, поэтому подаваемый на его базу сигнал будет действовать через общий эмиттерный резистор R7 на режим транзистора VT1. Вот почему на транзистор VT2 поданы два сигнала обратной связи с выхода усилителя — по постоянному напряжению (через резистор R9) и по переменному напряжению (через делитель, составленный резистором R9 и цепочкой R8C3). Они стабилизируют режим работы усилителя и его коэффициент усиления.

В дифференциальном каскаде могут работать другие транзисторы серии КТ315. Транзистор КТ361Б можно заменить на любой транзистор серий КТ203,

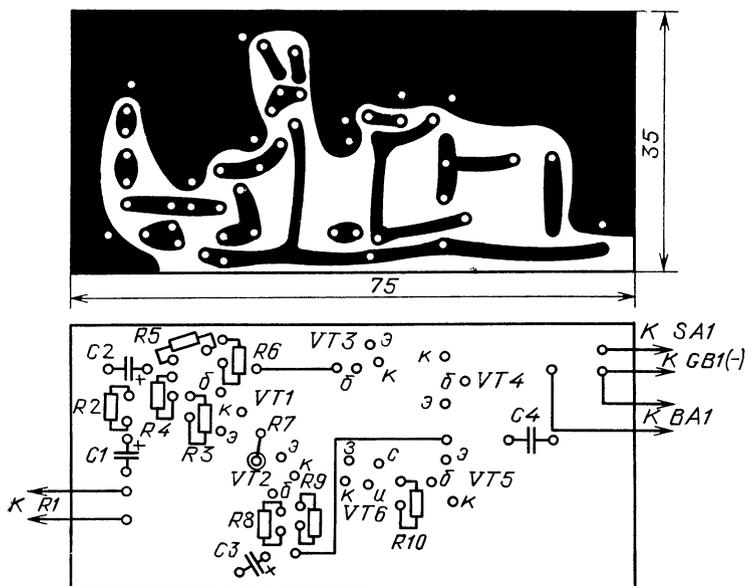


Рис. 37. Печатная плата усилителя ЗЧ

КТ361; МП37Б — на МП35—МП37; МП41 — на МП39—МП41; КП303Д — на другой транзистор этой серии. Выходные транзисторы VT4 и VT5 желательно использовать с коэффициентом передачи тока не менее 50. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, переменный — любого типа (он может быть совмещен с выключателем питания SA1), конденсаторы — К50-6, динамическая головка — 0,25ГД-10; 0,5ГД-30; 0,5ГД-31 или аналогичная.

Детали усилителя смонтированы на плате (рис. 37) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита, но их можно расположить и непосредственно на плате приемника. Резисторы устанавливают в вертикальном положении.

Налаживая усилитель, подбирают резистор R10 с таким сопротивлением, чтобы ток покоя усилителя (т. е. потребляемый усилителем ток при отсутствии входного сигнала) составлял 4...5 мА. При необходимости снизить коэффициент гармоник достаточно удалить перемычку между базами транзисторов VT4, VT5 и включить вместо нее любой диод серии Д9 — анодом к базе транзистора VT4.

## ПРОСТОЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

Всего одна интегральная аналоговая микросхема да четыре мощных малогабаритных транзистора — вот основные компоненты этого усилителя. В то же время параметры усилителя сравнительно высоки: номинальная выходная мощность на нагрузке 4 Ом достигает 2 Вт в каждом канале при входном сигнале амплитудой 0,25 В; коэффициент гармоник не превышает 1% (на частоте 1 кГц), диапазон пропускаемых частот лежит в пределах от 63 Гц до 12,5 кГц. Кроме того, усилитель не боится коротких замыканий в нагрузке, стабильно работает при снижении питающего напряжения на 3 В и повышении температуры окружающей среды до 50 °С.

Диапазон применений усилителя достаточно широк. Он пригоден для воспроизведения грамзаписи при подключении ко входу пьезоэлектрического стереофонического или монофонического звукоснимателя, для усиления звука переносного транзисторного радиоприемника во время туристских походов, для воспроизведения записей через автомобильный кассетный стереопроигрыватель и во многих других случаях. Причем в зависимости от назначения усилителя могут быть собраны либо оба канала, либо один.

Поскольку усилитель содержит два идентичных канала, на рис. 38 приведена схема одного из них — левого (или первого). Он содержит, условно выражаясь, два каскада. Первый каскад — половина микросхемы DA1, в которой сосредоточены, по сути дела, детали усилителя напряжения. Нумерация выводов, приведенная в скобках, относится ко второму усилителю микросхемы.

Входной сигнал на первый каскад поступает с разъема XS1 через регулятор громкости R1.1 (для второго канала — через R1.2) и конденсатор С1. Переменный резистор R2 — регулятор стереобаланса, позволяющий уравнивать усиления каналов.

Второй каскад усилителя — двухтактный эмиттерный повторитель на транзисторах VT1, VT2 разной структуры (это так называемая комплементарная пара транзисторов).

Весь усилитель охвачен двумя отрицательными обратными связями — по постоянному напряжению включением между выходом и входом делителя

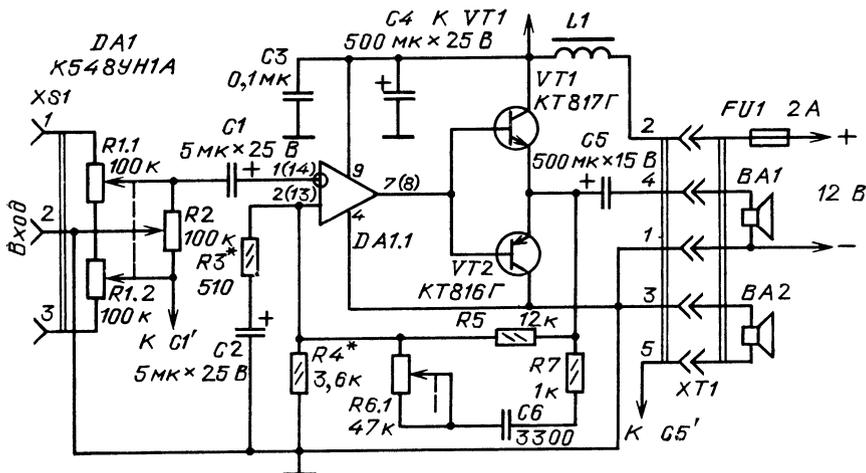


Рис. 38. Схема стереофонического усилителя мощности

R5R4, и по переменному напряжению — включением делителя R5R3C2. Глубину той или иной обратной связи можно регулировать подбором резисторов R4 и R3 соответственно.

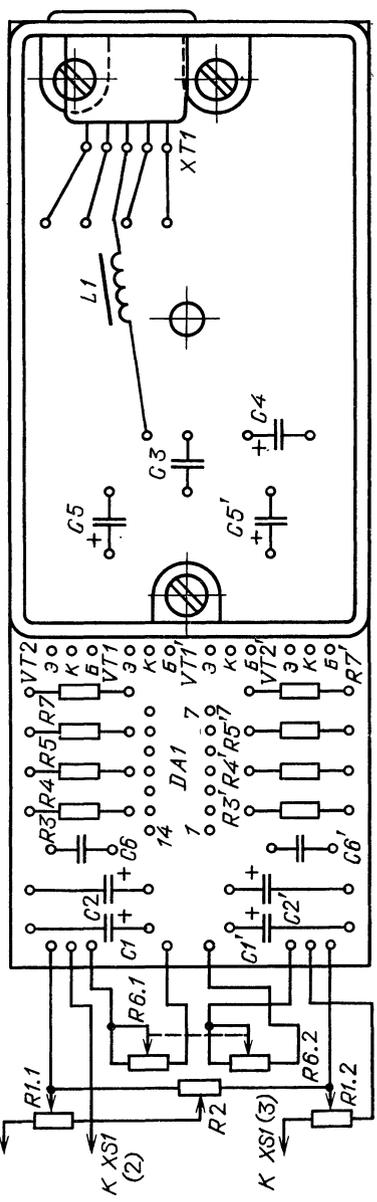
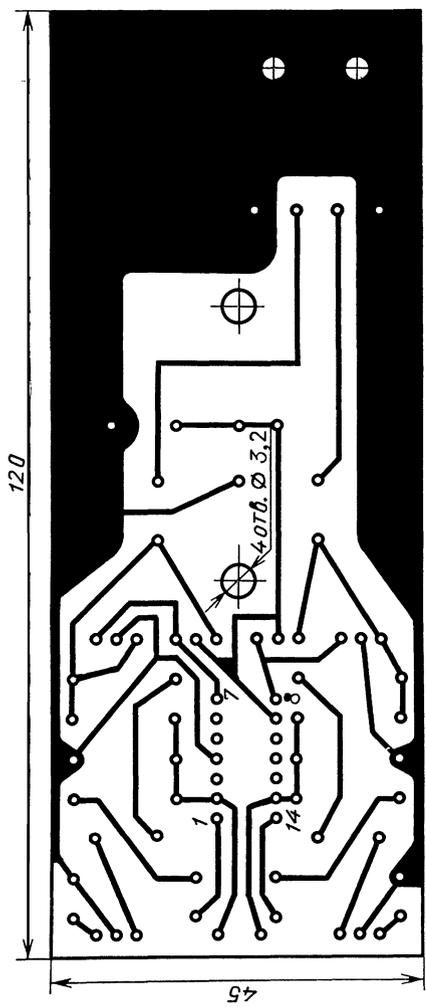
Параллельно резистору R5 включена цепь регулировки тембра по высшим частотам, состоящая из последовательно соединенных резисторов R7, R6.1 и конденсатора C6. Когда движок переменного резистора R6.1 установлен в нижнее по схеме положение, частотно-зависимая отрицательная обратная связь минимальна, и сигнал высших частот усиливается без ослабления. По мере перемещения движка вверх по схеме глубина обратной связи увеличивается, сигнал высших частот ослабляется.

Выходной каскад работает без начального напряжения смещения на базах транзисторов, а значит, при незначительном токе покоя. Это обеспечивает хорошую термостабильность режима транзисторов и позволяет уменьшить площадь поверхности теплоотвода. Правда, при этом возрастают искажения формы сигнала типа «ступенька», но они практически незаметны на слух благодаря большому запасу усиления используемой микросхемы.

Эта же микросхема позволяет решить проблему защиты выходных транзисторов от перегрузки при коротком замыкании в нагрузке — в микросхеме встроено устройство ограничения выходного тока (до 12 мА), поэтому коллекторные токи транзисторов не превышают предельно допустимых.

Каково назначение дросселя L1? Совместно с конденсаторами C3 и C4 он образует фильтр, который «работает» лишь при питании от бортовой сети автомобиля. Тогда при прослушивании записей во время движения автомобиля фильтр защищает усилитель от помех, проникающих из системы зажигания.

Возможно, у вас возникнет вопрос: нужно ли ставить два фильтрующих конденсатора (C3 и C4), когда емкость C4 сравнительно велика? Ответ может быть только утвердительный. Дело в том, что конденсатор C4 хорошо фильтрует лишь низкочастотные составляющие помех. Для высокочастотных же он представляет индуктивность, обладающую большим реактивным сопротив-





1,5 мм. Выходные транзисторы и гнездовая часть разъема ХТ1 установлены на кронштейне-теплоотводе (рис. 40), изготовленном из листового дюралюминиевого сплава АМц-П толщиной 2 мм. Транзисторы VT2 и VT2' закреплены на нем непосредственно, а VT1 и VT1' — через слюдяные прокладки толщиной 0,02 мм. Кронштейн соединен с платой винтами М3×6 с гайками. Дроссель закрепляют на печатной плате вместе с конденсатором С5. Для крепления используют гетинаксовую или текстолитовую планку толщиной 2,5 ... 3 мм.

С переменными резисторами плату желательно соединить экранированным проводом. Переменные резисторы могут быть укреплены на передней стенке корпуса усилителя, а входной разъем — на боковой или задней стенках. Гнездовую часть выходного разъема размещают на задней стенке. Корпус усилителя может быть самодельный или готовый подходящих габаритов.

Проверив монтаж усилителя, приступают к его налаживанию. Регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления, а регулятор стереобаланса — в среднее. На входы усилителя (гнезда 1 и 3 разъема XS1) подают синусоидальный сигнал частотой 1 кГц и амплитудой 100 мВ, а к выходам (разъем ХТ1) подключают вместо динамических головок эквиваленты нагрузок такого же сопротивления. Подбором резистора R3 или R3' добиваются одинаковых переменных напряжений на эквивалентах нагрузок.

Затем увеличивают входной сигнал до 300 мВ и с помощью осциллографа контролируют форму сигналов на выходах обоих каналов — ограниченные полуволны. Подбором резисторов R4 и R4' добиваются симметричного ограничения полуволн.

Если же осциллографа нет, подбором резисторов R4 и R4' устанавливают на эмиттерах транзисторов постоянное напряжение, равное половине напряжения питания.

После этого можно подключить вместо эквивалентов нагрузки динамические головки, подать на входы усилителя сигнал, скажем, с кассетного проигрывателя, и прослушивать записи.

## ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ ЗЧ

Многие радиолюбители увлекаются конструированием высококачественных усилителей для воспроизведения грамзаписей от электропроигрывающего устройства или для работы со стереофонической магнитофонной приставкой. И, конечно, одно из неперемных условий в этой работе — доступность элементной базы. Такое же условие было поставлено и при разработке предлагаемого варианта усилителя (рис. 41) — используемые в нем детали можно приобрести в магазине радиотоваров или на базе Роспосылторга.

Что же касается параметров стереоусилителя, то они достаточны для выполнения поставленной задачи: полоса пропускаемых усилителем сигналов лежит в пределах 40 ... 16 000 Гц при неравномерности частотной характеристики 1,5 дБ, чувствительность усилителя 50 мВ, входное сопротивление 50 кОм, номинальная мощность каждого канала на нагрузке сопротивлением 8 ... 10 Ом 8 Вт при коэффициенте гармоник не более 1%.

В усилителе есть отдельные регуляторы громкости по каждому каналу, что позволило обойтись без регулятора стереобаланса, и отдельные регулято-

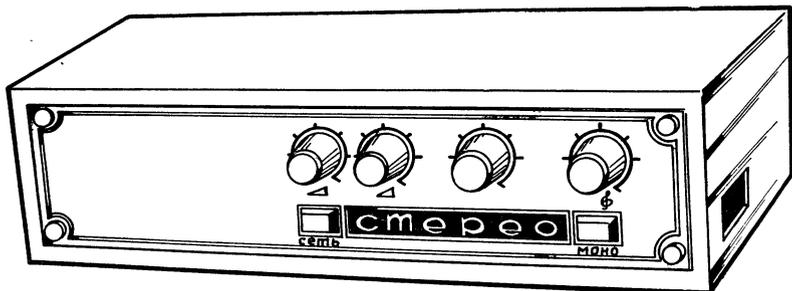


Рис. 41. Внешний вид высококачественного стереофонического усилителя ЗЧ

ры тембра по низшим и высшим частотам. Причем диапазон регулирования тембра на частотах 100 и 10 000 Гц составляет от +20 до -18 дБ.

Потребляемая усилителем мощность от сети не превышает 40 Вт при максимальной выходной мощности.

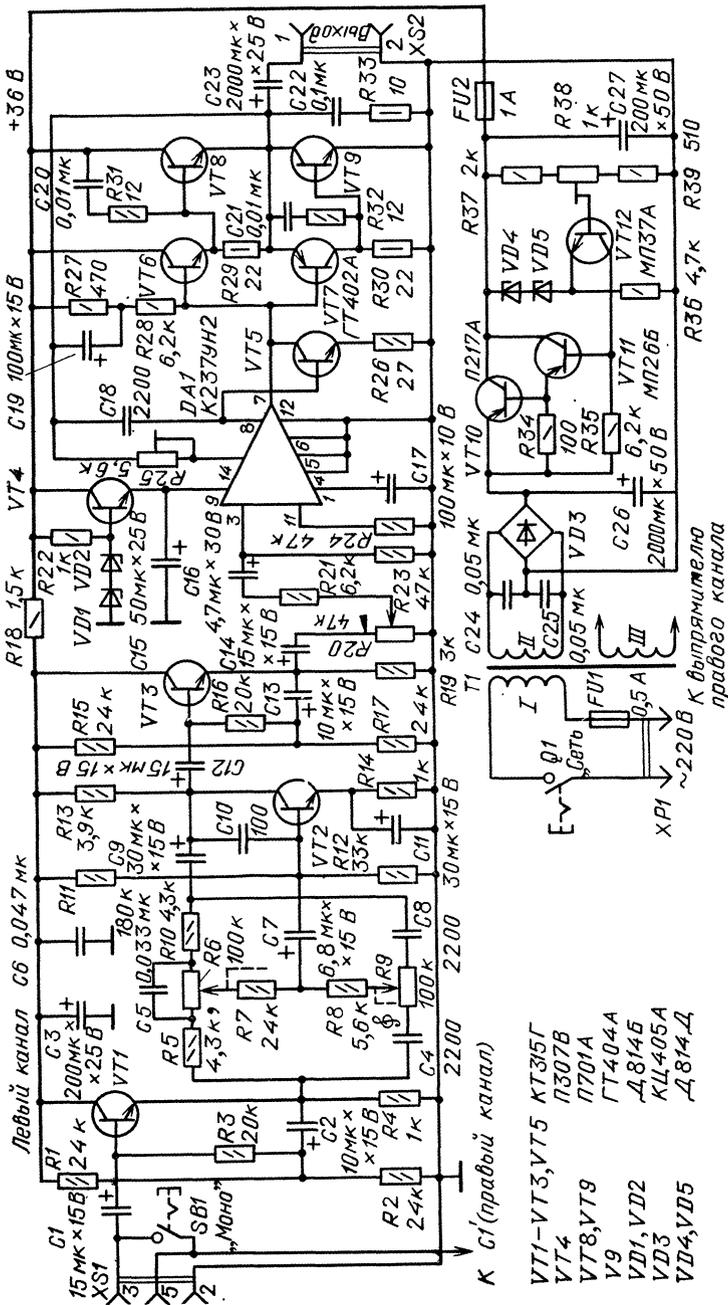
На рис. 42 приведена схема левого канала усилителя, правый собран по аналогичной схеме. Общими для обоих каналов являются кнопочный выключатель SB1 и трансформатор питания T1.

Входной сигнал, подаваемый на разъем XS1, поступает через конденсатор C1 на темброблок, собранный на транзисторах VT1—VT3. Каскад на транзисторе VT1 — эмиттерный повторитель. Он обеспечивает нормальную работу каскада регулирования тембра, который при данном схемном решении требует источника с низким выходным сопротивлением. В цепь базы транзистора VT1 через конденсатор C2 введена положительная обратная связь по переменному току, повышающая входное сопротивление усилителя.

На транзисторе VT2 выполнен активный регулятор тембра. Он представляет собой усилитель напряжения, охваченный частотно-зависимой отрицательной обратной связью. Такое построение этого каскада темброблока по сравнению с пассивными мостовыми регуляторами позволило получить на его выходе уровень среднечастотного сигнала почти такой же, как и на входе, при увеличении глубины регулирования тембра на 8...10 дБ. По низшим частотам тембр регулируют переменным резистором R6, по высшим — переменным резистором R9. Конденсатор C10 устраняет самовозбуждение темброблока на ультразвуковых частотах.

Чтобы этот каскад обеспечил оптимальную глубину коррекции частотной характеристики, он нагружен на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VT3. С выхода эмиттерного повторителя сигнал поступает через конденсатор C14 на регулятор громкости — переменный резистор R20. Им изменяют уровень сигнала, подаваемого на предварительный усилитель, отдельно в каждом канале. Это позволило не только исключить регулятор стереобаланса, как было сказано выше, но и значительно расширить пределы балансирования каналов по усилению.

Предварительный усилитель выполнен на микросхеме DA1 типа K237УН2, специально предназначенной для сборки бестрансформаторного усилителя ЗЧ звуковоспроизводящей аппаратуры I и II классов. Транзистор VT5 подключен параллельно выходному транзистору микросхемы и служит для облегчения его режима работы. Кроме того, оба транзистора работают на общую нагрузку и



фактически образуют один усилительный каскад, что позволяет использовать некондиционные микросхемы с вышедшим из строя выходным транзистором (в этом случае перед установкой микросхемы на печатную плату у нее удаляют боковыми выводами 6 и 7). Кстати, при выбранном напряжении питания выходного каскада мгновенное значение напряжения на коллекторном выводе выходного транзистора микросхемы может существенно превышать допустимое, и этот транзистор может выйти из строя. Поэтому допустимо его вообще не использовать, отключив от деталей усилителя указанные выводы 6 и 7.

Далее следует усилитель мощности. Его фазоинвертирующий каскад выполнен по последовательной двухтактной схеме на транзисторах VT6, VT7 разной структуры. Для увеличения выходной мощности и КПД усилителя он охвачен положительной обратной связью по питанию через цепочку C19R27, образующую так называемую «вольтодобавку».

Выходной каскад построен по двухтактной бестрансформаторной схеме с последовательным (по отношению к источнику питания) включением транзисторов VT8, VT9. Нагрузка (динамическая головка или акустическая система) подключается к выходному каскаду через конденсатор C23 и разъем XS2.

Глубокая отрицательная обратная связь с точки симметрии выходного каскада на вход микросхемы DA1 (через резистор R25) обеспечивает необходимую линейность и широкополосность всего усилителя. Это позволяет использовать транзисторы фазоинвертирующего каскада без начального смещения при сохранении незначительных искажений как при малых, так и при больших амплитудах усиливаемого сигнала. В свою очередь, режим работы без начального смещения обеспечил высокую температурную стабильность усилителя при малом токе покоя.

Подстроечным резистором R25 устанавливают режим усилителя мощности по постоянному току. Демпфирующие цепочки C20R31, C21R32, C22R33 повышают устойчивость усилителя на высоких частотах.

Каждый канал усилителя питается от отдельного источника постоянного напряжения. Он состоит из понижающего трансформатора T1, выпрямителя на диодном блоке VD3, сглаживающего конденсатора C26 и электронного стабилизатора компенсационного типа на транзисторах VT10—VT12. Причем составной регулирующий транзистор VT10VT11 включен по схеме с общим эмиттером. Выходное сопротивление стабилизатора не превышает 0,2 Ом, амплитуда пульсаций — 10...15 мВ при токе нагрузки 1 А. Нужное выходное напряжение (36 В) устанавливают подстроечным резистором R38.

Стабилизатор самозащищен от короткого замыкания по питанию. Если оно появится, транзистор VT12 закроется, что приведет к закрыванию регулирующего транзистора VT10VT11 и уменьшению выходного напряжения почти до нуля. Ток короткого замыкания в зависимости от параметров транзисторов составляет 20...100 мА. После устранения короткого замыкания работоспособность стабилизатора автоматически восстанавливается. Источник питания защищен также плавким предохранителем FU2.

Темброблок с эмиттерными повторителями питается от общего источника через развязывающий фильтр C3C6R18. Параметрический стабилизатор на стабилитронах VD1, VD2 с усилителем тока на транзисторе VT4 служит для питания микросхемы DA1. Хотя подаваемое на нее напряжение несколько выше допустимого паспортного значения, элементы микросхемы, как показала практика, выдерживают этот режим.

Теперь немного о деталях. Постоянные резисторы могут быть МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 или ВС-0,125. Сдвоенные переменные резисторы R6 и R9 — СП-III (группы А), переменные резисторы R20 — СП-I или СП-II (группы В), подстроечные резисторы R25 и R38 — соответственно СПО-0,15 и СП5-2 (вместо них можно применить резисторы СП3-16, скорректировав на печатных платах расположение отверстий под их выводы).

Конденсаторы С1, С7, С12, С14, С16 — К53-1, К53-4; С10 — КД-1; С4, С8 — БМ-2; С5, С6, С18, С20—С22, С24, С25 — КМ-5 или КМ-6; С26 — К50-3Б, остальные — К50-6.

В темброблоке можно использовать любые маломощные кремниевые транзисторы (например, серий КТ312, КТ315, КТ342) с коэффициентом передачи тока не менее 60. Транзисторы следует подбирать попарно (VT1 и VT1', VT2 и VT2', VT3 и VT3'), чтобы обеспечить возможно более близкие коэффициенты усиления каналов.

Для предварительного усилителя и усилителя мощности подойдут любые транзисторы серий КТ605, П307—П309 (VT4); КТ315В (VT5); ГТ402 (VT7); ГТ404 (VT6) и КТ801, КТ807 (VT8, VT9). Если в выходном каскаде предполагается установить транзисторы серии КТ807, в цепи их эмиттеров нужно включить проволочные резисторы сопротивлением по 0,5 ... 1 Ом.

Для получения максимальной выходной мощности усилителя транзисторы фазоинвертора должны быть с коэффициентом передачи тока не менее 50, а транзисторы выходного каскада — с возможно близкими коэффициентами передачи тока, но не менее 10. Если этого не удастся, нужно подобрать такие транзисторы, чтобы были возможно близкими произведения коэффициентов передачи транзисторов VT6, VT8 и VT7, VT9.

Для блока питания подойдут транзисторы серий П213—П217 (VT10), МП25—МП26 (VT11), МП37, МП38, КТ315 (VT12) с любым коэффициентом передачи тока.

Трансформатор питания выполнен на стержневом ленточном магнитопроводе СЛ17×32. Каждую обмотку по числу витков разделяют пополам и наматывают на двух каркасах. Между собой половины обмоток соединяют последовательно. Обмотка I содержит 2×750 витков провода ПЭВ-20,41, обмотки II и III — по 2×130 витков ПЭВ-2 0,8.

Входной разъем XS1 — СГ-5 или СГ-3, выходные XS2 и XS2' — СГ-3. Разъем XP1 — сетевая вилка. Кнопочные выключатели SB1 и Q1 — П2К с фиксацией положения и возвратом повторным нажатием. Предохранители — любой конструкции на указанный на схеме ток.

Конструктивно усилитель разделен на несколько блоков, что упрощает его изготовление. В одном из них сосредоточены детали темброблока с регуляторами громкости, в двух других — детали предварительных усилителей и усилителей мощности, еще в одном — детали блока питания.

Печатная плата первого блока показана на рис. 43. Переменные резисторы тембра и громкости держатся лишь на собственных выводах, вставленных в отверстия платы и припаянных к ее печатным проводникам. Такой монтаж позволил значительно укоротить соединительные проводники и снизить уровень паразитных наводок. В дальнейшем переменные резисторы этого блока крепят гайками к передней стенке шасси и соединяют выводы движков резисторов R20 и R20' с деталями предварительного усилителя отрезками двухпроводных

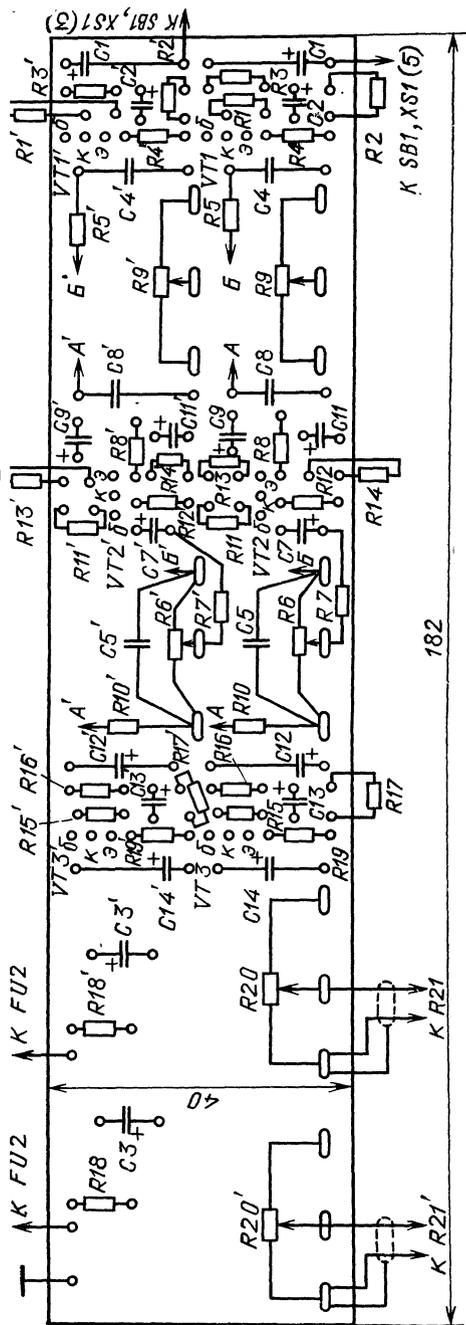
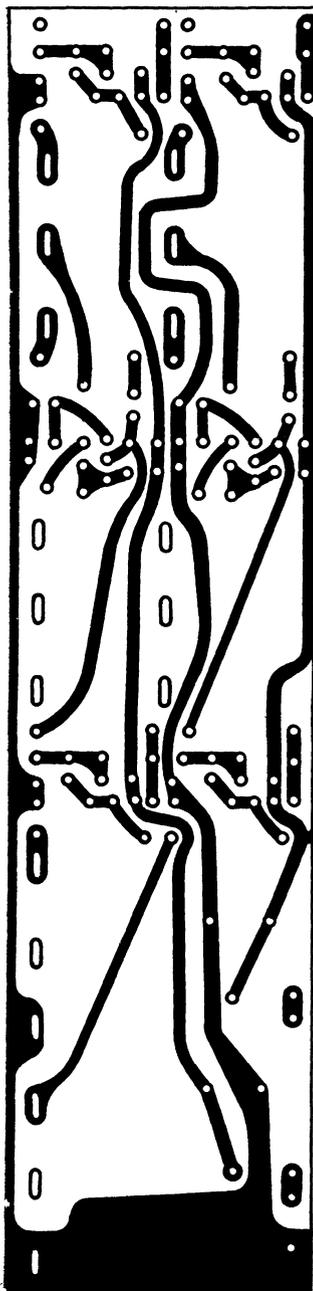


Рис. 43. Печатная плата темброблока

экранированных кабелей, оплетку которых подпаивают к общему проводу на обоих концах.

Конденсаторы С5, С6, С10 и резисторы R5, R7, R10 припаивают навесным способом со стороны печатных проводников (С6 устанавливают под транзистором VT1).

На рис. 44 приведен чертеж печатной платы блока предварительного усилителя с усилителем мощности. Мощные транзисторы установлены на ребристые радиаторы, площадь активной поверхности которых составляет примерно 60 см<sup>2</sup>. Подойдут радиаторы другой конфигурации с площадью поверхности не менее 40 см<sup>2</sup>, но учтите, что в этом случае придется изменить размеры, а рисунок проводников печатной платы.

На печатной плате предусмотрен вариант подключения между выводом 10 микросхемы и общим проводом конденсатора К50-6 (50 мкФ на напряжение 15 В), рекомендуемого типовой схемой использования микросхемы. Однако из-за работы в нестандартном режиме у некоторых экземпляров микросхем наблюдается возбуждение на высших частотах, которое пропадает без конденсатора. Поэтому вопрос об установке этого конденсатора нужно решать при налаживании усилителя.

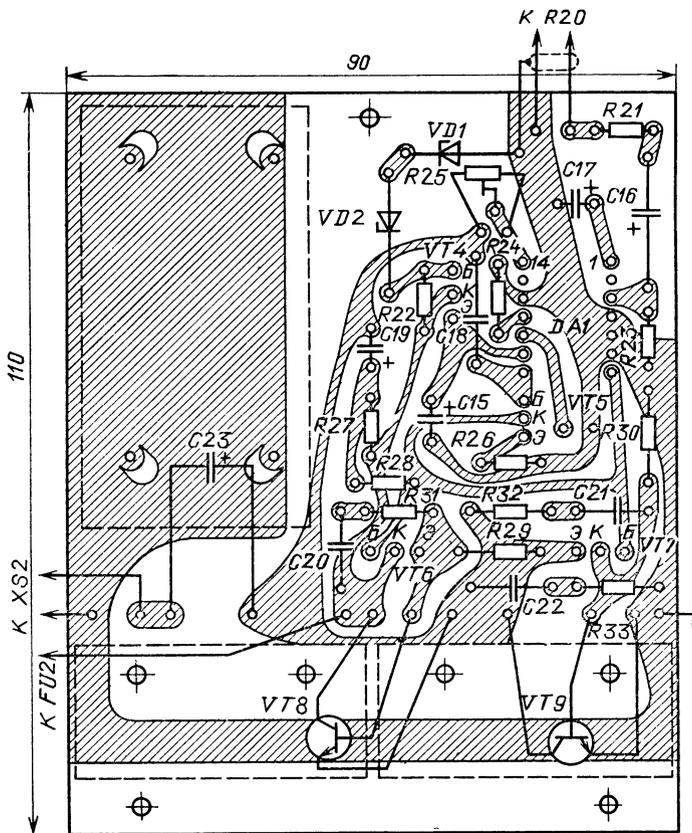


Рис. 44. Печатная плата предварительного усилителя и усилителя мощности

Рис. 45. Печатная плата блока питания

Для крепления оксидного конденсатора С23 (С23') в плате просверлены четыре отверстия, в которые впаивают «хомутики» из медной проволоки, прижимающие конденсатор к плате.

Конструкция блока питания (без трансформатора Т1) такова. К вертикальной стенке из изоляционного материала толщиной 2...3 мм прикреплены примерно посередине две печатные платы (рис. 45) с деталями стабилизатора. Рядом с платами на стенке установлены стандартные радиаторы РДЕ-9, к которым прикреплены регулирующие транзисторы VT10, VT10'. С другой стороны стенки расположены конденсаторы фильтра С26 и С26' — они закреплены гайками на металлическом уголке. Конденсаторы С27 и С27' прикреплены к плате проволочными «хомутиками», как и конденсатор С23 на плате предварительного усилителя и усилителя мощности.

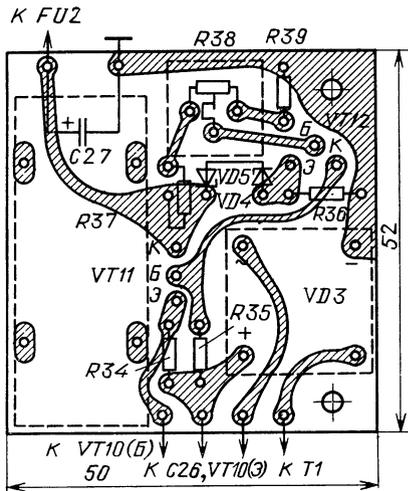
Блоки прикреплены к П-образному шасси из листового дюралюминия толщиной 2 мм и размерами 325×180×72 мм. На задней стенке шасси размещены держатели предохранителей с предохранителями и выходные разъемы. На передней стенке установлены органы управления и стойки для крепления декоративной панели. Входной разъем установлен на металлическом уголке сбоку, в непосредственной близости от входных цепей темброблока.

Шасси вдвигают в корпус, изготовленный из фанеры и оклеенный снаружи декоративной пленкой.

Прежде чем приступить к налаживанию усилителя, тщательно проверяют правильность монтажа всех его блоков. Затем вынимают из держателей предохранители FU2 и FU2' и включают блок питания в сеть. Проверяют напряжение на выходе одного из стабилизаторов. Резистором R38 устанавливают выходное напряжение равным 36 В, после чего подключают к стабилизатору эквивалент его максимальной нагрузки (резистор ПЭВ-20 сопротивлением 30...40 Ом). Если выходное напряжение практически не изменится, стабилизатор работает нормально.

Далее к выходу стабилизатора следует подключить осциллограф (чувствительность его устанавливают около 10 В/см) и убедиться в отсутствии самовозбуждения стабилизатора на высоких частотах (свыше 10 кГц) — линия развертки должна быть такой же толщины, что и при замкнутых зажимах прибора. Если самовозбуждение есть (линия развертки размыта), его устраняют включением между коллектором и базой транзистора VT12 конденсатора емкостью 0,01...0,047 мкФ. Самовозбуждение проверяют как при подключенном эквиваленте нагрузки, так и без него.

Заканчивают налаживание блока питания проверкой уровня пульсаций, для чего к выходным зажимам стабилизатора подключают эквивалент нагрузки и милливольтметр переменного тока или осциллограф (его чувствительность ус-



танавливают равной 10...20 мВ/см). На экране осциллографа должен наблюдаться сигнал пилообразной формы частотой 100 Гц и размахом 15...20 мВ. Показания милливольтметра не должны превышать 10 мВ.

Аналогично проверяют и налаживают стабилизатор напряжения другого канала.

Вставляют в держатели предохранителей сначала предохранитель FU2 и подают тем самым напряжение на усилитель левого канала. Переменный резистор R20 устанавливают в положение минимальной громкости, а резисторы R6 и R9 — в среднее положение. Подбором резистора R18 устанавливают на коллекторе транзистора VT1 напряжение 18...20 В.

После этого проверяют постоянное напряжение на коллекторе транзистора VT19 и устанавливают его подстроечным резистором R25 равным 18 В. Подключают к этой точке осциллограф. Если линия развертки окажется сильно «размытой», подбирают конденсаторы C20 и C21 (в пределах 0,01...0,022 мкФ).

Затем к разъему XS2 подключают эквивалент нагрузки (проволочный резистор сопротивлением 8 Ом и мощностью не менее 10 Вт), осциллограф в вольтметр переменного тока. На вход усилителя (разъем XS1) подают от генератора ЗЧ сигнал частотой 1 кГц и амплитудой 100 мВ. Переменным резистором R20 увеличивают сигнал на выходе усилителя до появления ограничения синусоиды. Резистором R25 добиваются одинакового ограничения сверху и снизу. При максимальном неограниченном сигнале вольтметр должен показывать напряжение около 8 В.

Изменяя переменным резистором R20 уровень сигнала, проверяют устойчивость работы усилителя. Если будут появляться на осциллограмме всплески, выбросы или утолщения линии развертки, нужно включить между коллектором и базой транзистора VT5 конденсатор емкостью 1000 пФ.

Аналогично проверяют и настраивают усилитель правого канала.

После этого целесообразно снять амплитудно-частотную характеристику усилителя при разных положениях (крайнее и среднее) движков регуляторов тембра. Делают это обычным способом: подавая на вход усилителя сигнал с генератора ЗЧ и измеряя выходное напряжение при изменении частоты входного сигнала.

Заканчивают налаживание усилителя регулировкой чувствительности каждого канала (при полностью введенном регуляторе громкости). Для этого выключатель SB1 устанавливают в положение «Моно» (контакты замкнуты) и подают на вход усилителя от генератора ЗЧ сигнал частотой 1 кГц и амплитудой 40 мВ. Наблюдая по осциллографу выходные напряжения каждого канала усилителя, добиваются увеличением сопротивления резистора R21 в канале с большей чувствительностью одинаковой амплитуды выходных сигналов.

В заключение следует сказать, что усилитель хорошо работает как с самодельными многополосными акустическими системами, так и с готовыми громкоговорителями, например 35АС-1.

## ПЕРЕГОВОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

### ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО С НИЗКОВОЛЬТНЫМ ПИТАНИЕМ

Как обеспечить громкоговорящей связью, скажем, два пункта, удаленных друг от друга на значительное расстояние? Подобная задача разрешима, если воспользоваться переговорным устройством.

Как правило, такое устройство состоит из двух пультов, каждый из которых установлен на «своем» пункте, и двухпроводной линии связи, соединяющей пульта. В каждом пульте расположен усилитель и динамическая головка. Причем динамическая головка выполняет двойную роль: при передаче сообщения она служит микрофоном, а при приеме работает по своему прямому назначению.

Кроме того, усиленный сигнал с одного пульта поступает по двухпроводной линии на динамическую головку другого, — так работает большинство переговорных устройств. Поскольку динамическая головка обладает сравнительно низким сопротивлением, сказываются потери в линии связи — с увеличением расстояния между пунктами падает громкость звука. Вот почему дальность связи ограничивается обычно несколькими сотнями метров.

Однако эти потери можно значительно сократить, если выходной сигнал одного пульта подавать не на динамическую головку, а на вход усилителя другого пульта, обладающего значительно большим сопротивлением по сравнению с головкой. Тогда потери в линии связи будут невелики, и переговорным устройством станет возможно пользоваться при расстояниях между пунктами в несколько километров. Помимо этого преимущества, у такого переговорного устройства есть еще одно — его можно питать от низковольтного источника.

Схема «низковольтного» переговорного устройства приведена на рис. 46. Оно состоит из пультов А1, А2 и линии связи, проводники которой соединяют

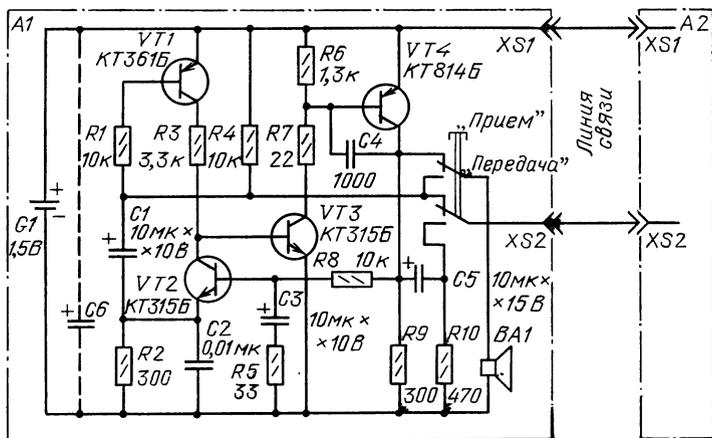


Рис. 46. Схема низковольтного переговорного устройства

между собой гнезда XS1 и XS2 пультов. Поскольку схемы усилителей пультов одинаковы, приведена лишь схема усилителя пульта A1.

Собственно сам усилитель ЗЧ выполнен на транзисторах VT2—VT4. С коллектора транзистора VT4 на базу VT2 подано через резистор R8 напряжение отрицательной обратной связи, которая стабилизирует режимы транзисторов и коэффициент усиления по напряжению, а также снижает коэффициент гармоник. Коэффициент усиления по напряжению равен отношению сопротивлений резисторов R8 и R5, т. е. около 300. Конденсатор C3 снижает усиление сигналов частотой ниже 500 Гц.

Когда кнопочный переключатель SB1 находится в показанном на схеме положении, входной сигнал с линии связи подается через конденсатор C1 в эмиттерную цепь транзистора VT2. По переменному току этот транзистор включен по схеме с общей базой, поэтому каскад обладает низким входным сопротивлением, необходимым для согласования с сопротивлением звуковой катушки динамической головки при работе ее микрофоном. Емкость конденсатора C1 выбрана сравнительно небольшой, благодаря чему выравнивается амплитудно-частотная характеристика головки как микрофона. Резистор R2 обеспечивает прохождение постоянной составляющей эмиттерного тока транзистора VT2, а конденсатор C2 защищает вход усилителя от высокочастотных помех.

Каскад на транзисторе VT1 — электронный ключ, подающий напряжение питания на первый каскад усилителя. Ключ стоит в цепи нагрузки транзистора VT2 (резистор R3). С этого резистора усиленный первым каскадом сигнал подается на базу транзистора VT3 следующего каскада усиления. Далее следует выходной каскад на транзисторе VT4. Его нагрузкой служат в режиме приема динамическая головка BA1, а в режиме передачи — резисторы R9, R10 и последовательно соединенные сопротивление линии связи и входное сопротивление усилителя пульта A2. Резистор R7 ограничивает ток коллектора транзистора VT3, а конденсатор C4 предотвращает самовозбуждение усилителя.

В режиме ожидания, когда переключатели SB1 обоих пультов находятся в показанном на схеме положении, все транзисторы закрыты, и каждый пульт потребляет от источника питания весьма незначительный ток — менее 1 мА. Поэтому в пультах нет отдельного выключателя питания.

При нажатии на кнопку переключателя SB1 динамическая головка BA1 подключается ко входу усилителя, а провод линии, подключенный к гнезду XS2, соединяется с выходом усилителя. Минус источника питания G1 поступает через резистор R10 на вход усилителя второго пульта по линии связи. Транзистор VT1 в пульте A2 открывается и подает напряжение питания на транзистор VT2. Включается усилитель второго пульта.

В пульте A1 усилитель также включается, поскольку транзистор VT1 открывается током, протекающим в его базовой цепи через динамическую головку BA1. При разговоре перед головкой напряжение, вырабатываемое в ее звуковой катушке, усиливается и поступает через конденсатор C5 в линию связи. Сигнал, ослабленный в линии связи, вновь усиливается и поступает на динамическую головку.

Аналогично работает переговорное устройство и при нажатии кнопки переключателя SB1 на втором пульте. Иными словами, при нажатии любой кнопки включаются одновременно оба пульта. Но в передающем в данный момент пульте усилитель работает как микрофонный и потребляет от источника пи-

тания ток около 3,5 мА, а в приемном пульте — как усилитель мощности, потребляя ток около 100 мА (при максимальной громкости звука).

Разговор ведут поочередно (так называемая симплексная связь), нажимая кнопку после приема сообщения и отпуская ее по окончании передачи.

Для упрощения переговорного устройства в нем отсутствует регулировка громкости, поэтому во избежание значительных искажений звука следует учитывать, что при короткой линии связи (до 2 км) говорить нужно негромко, на расстоянии вытянутой руки. При длине же линии 5...10 км (это максимальное расстояние) желательно говорить громко и на расстоянии 20...10 см от пульта.

Для переговорного устройства подойдут резисторы МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25; конденсаторы С2 и С4 — КТ-1, КЛС, КМ-5, КМ-6; С1, С3, С5, С6 — оксидные любого типа, на любое номинальное напряжение, возможно меньших габаритов; динамическая головка — 0,25ГД-19; переключатель — П2К без фиксации положения.

Детали усилителя монтируют на плате (рис. 47) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Плату крепят к задней стенке корпуса пульта (рис. 48), изготовленного из листовой стали толщиной 0,5 мм. Конструкция корпуса разработана так, чтобы изготовить его можно было при минимальном наборе инструмента. После крепления платы кнопка переключателя должна выступать над корпусом пульта.

На задней стенке размещают также гнезда XS1 и XS2 либо малогабаритный разъем (подойдет, например, разъем СГ-3 или СГ-5 от магнитофона). Динамическую головку крепят к передней панели, а рядом устанавливают источник питания — элемент 373. Напротив диффузора головки в панели насверлены отверстия, которые затем прикрывают тонкой тканью (лучше радиотканью). Чтобы головка лучше работала в режиме микрофона, к ее магнитной системе желательно приклеить кольцо из поролона — оно будет выполнять роль акустического демпфера.

Если в переговорном устройстве применены исправные детали и монтаж выполнен без ошибок, устройство сразу готово к работе. Проверять его нужно при наличии двух пультов и эквивалента линии связи — резистора сопротивлением 1...2 кОм. Гнезда пультов соединяют через эквивалент и нажимают

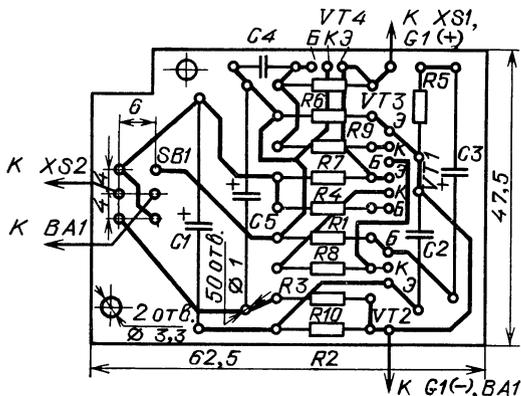


Рис. 47. Печатная плата переговорного устройства

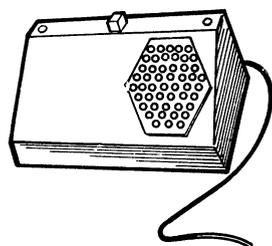


Рис. 48. Внешний вид пульта переговорного устройства

на пульте А2 кнопку SB1 (временно фиксируют ее, положив сверху тяжелый металлический предмет), а сам пульт располагают вблизи источника звука, например абонентского громкоговорителя или переносного транзисторного радиоприемника. В динамической головке пульта А1 должен раздаться звук транслируемой передачи. Если его нет, нужно измерить падение напряжения на резисторе R3, проверив тем самым срабатывание электронного ключа. При отсутствии напряжения следует подобрать резистор R1 до момента открывания транзистора VT1.

Громкость звука можно изменить подбором резистора R5 или R8. Если звук будет сопровождаться искажениями, следует подобрать резистор R7. Аналогично проверяют и налаживают пульт А2, нажав кнопку на пульте А1.

Поскольку сигнал из линии связи поступает на вход усилителя через внутреннее сопротивление элемента G1, по мере разрядки элемента и повышения его внутреннего сопротивления может снизиться усиление устройства, а значит громкость звука. Если такой эффект будет наблюдаться, подключите параллельно элементу оксидный конденсатор C6 емкостью 200...1000 мкФ.

Между пунктами связи совсем не обязательно применять двухпроводную линию. Достаточно провести провод между гнездами XS1, а гнезда XS2 заземлить в каждом пункте с помощью штырей из стальной проволоки диаметром 4...6 мм и длиной 500...700 мм.

## ДУПЛЕКСНОЕ ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО

При небольших расстояниях между пунктами связи неплохие результаты получаются со сравнительно простым дуплексным переговорным устройством, схема которого приведена на рис. 49. По сравнению, например, с предыдущим симплексным устройством дуплексное позволяет обойтись без переключателей режимов работы и вести разговор, как по телефону, — одновременно обоим абонентам.

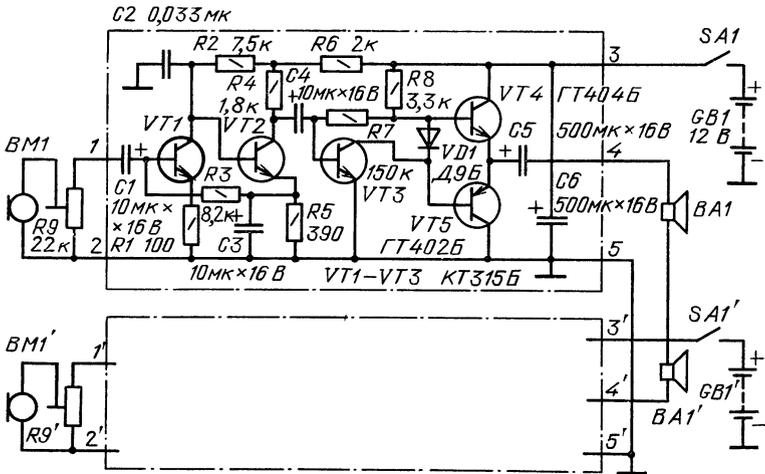


Рис. 49. Схема дуплексного переговорного устройства

Переговорное устройство состоит из двух одинаковых усилителей, расположенных каждый в своем пункте, и подключенных к ним микрофона (ВМ1 и ВМ1') и динамической головки (ВА1 и ВА1'). Питание на усилитель подают выключателями SA1 и SA1' только на время разговора.

Усилитель каждого пульта — четырехкаскадный. Сигнал с микрофона ВМ1 поступает на вход усилителя через подстроечный резистор R9 (регулятор громкости). Первые два каскада (на транзисторах VT1 и VT2) выполнены по схеме с непосредственной связью между каскадами и обратной связью по постоянному току. Такое построение каскадов хорошо зарекомендовало себя на практике, поскольку позволяет добиться надежной работы, высокой термостабильности и сравнительно высокого коэффициента усиления. Достаточно сказать, что с такими каскадами общая чувствительность доходит до 2 мВ!

Следующий каскад — предоконечный, он выполнен на транзисторе VT3 по простейшей схеме, с подачей начального напряжения смещения (через резистор R7) с коллекторной нагрузки (резистор R8). Благодаря такому подключению базового резистора обеспечивается неплохая термостабильность.

И последний каскад — выходной (усилитель мощности). Он выполнен на транзисторах VT4, VT5 по двухтактной схеме и обеспечивает на нагрузке сопротивлением около 20 Ом выходную мощность до 0,5 Вт. Для уменьшения искажений типа «ступенька» между базами транзисторов установлен диод VD1.

Нагрузкой каждого усилителя являются две последовательно соединенные динамические головки. Чтобы предотвратить возможное самовозбуждение усилителей при «истощении» батарей и повышении их внутреннего сопротивления, цепь питания зашунтирована оксидным конденсатором С6.

В усилителе использованы резисторы МЛТ-0,25, конденсаторы КМ-4 (С2) и К50-6 (остальные). Транзисторы и диоды могут быть любые другие из указанных на схеме серий. Кроме того, вместо КТ315 подойдут любые транзисторы серий КТ306, КТ312.

Эти детали смонтированы на плате (рис. 50) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Для соединения усилителя с остальными деталями переговорного устройства на плате желательно установить контактные стойки 1—5. К ним можно либо припаивать соединительные проводники, либо использовать стойки как штырьки и надевать на них соответствующие гнезда от разъемов.

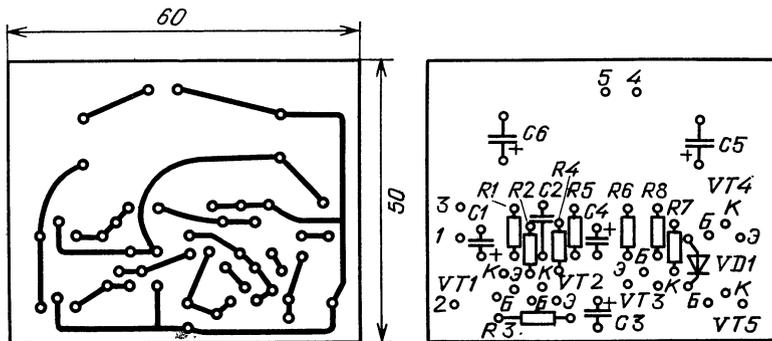


Рис. 50. Печатная плата усилителя

Подстроечные резисторы — СП-I или другого типа. Микрофон — капсулю ДЭМШ, но лучше использовать динамический микрофон с диаграммой направленности в виде кардиоиды, позволяющей значительно уменьшить акустическую связь между ним и динамической головкой. Источник питания составляют из последовательно соединенных элементов 373 или батарей 3336. Не исключена возможность работы усилителей от маломощных сетевых блоков питания. Тогда выключатель SA1 включают в разрыв сетевого провода блока. Динамические головки — любые, мощностью до 0,5 Вт и со звуковой катушкой сопротивлением 8... 10 Ом.

Плату каждого усилителя размещают в корпусе, например, абонентского громкоговорителя. На лицевой стенке корпуса крепят динамическую головку (можно использовать и головку громкоговорителя) и выключатель питания. Вблизи корпуса устанавливают микрофон. Подстроечный резистор укрепляют внутри корпуса, там же помещают и источник питания.

Линию связи между пультами можно выполнить любым двухпроводным кабелем либо двумя отдельными проводами в изоляции.

Как правило, усилитель не нуждается в налаживании. В каждом пункте подбирают взаимное расположение микрофона и громкоговорителя, чтобы не возникла акустическая обратная связь, а также устанавливают подстроечным резистором нужную громкость звука.

## ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО «КОЛЬЦО»

Оно названо так потому, что пульта абонентов (а их теперь трое, а не двое, как в предыдущем случае) соединены между собой двухпроводной линией в своеобразное кольцо. И теперь каждый из абонентов может вести разговор с любым из других или с обоими одновременно. Причем дальность связи может достигать нескольких сотен метров.

Рассмотрим схему переговорного устройства, приведенную на рис. 51. В каждом пульте (A1—A3) расположен усилитель и монтажные точки (можно зажимы) 1—5, к которым подключают проводники линии связи и источник питания (его соединяют с точками 4, 5 любого пульта). Кроме того, в каждом пульте есть динамическая головка BA1, выполняющая одновременно и роль микрофона, а также два кнопочных переключателя (SB1, SB2), с помощью которых ведут разговор с нужным абонентом.

Чтобы переговорное устройство получилось компактным, в нем применен готовый усилитель ЗЧ — аналоговая интегральная микросхема К174УН7, включенная в соответствии с рекомендациями инструкции по ее применению. Цепь R6C5 обеспечивает нужную глубину отрицательной обратной связи, которая стабилизирует коэффициент усиления и снижает коэффициент гармоник до 2% при выходной мощности 2,5 Вт. Конденсаторы C4 и C7 — фильтрующие по цепи питания, C10 обеспечивает напряжение вольтодобавки. Цепочка C8C9 высокочастотной коррекции предотвращает самовозбуждение усилителя на ультразвуковых частотах, а R8C12 выравнивает амплитудно-частотную характеристику усилителя в области высших звуковых частот.

Усилитель, выполненный по такой схеме, обеспечивает при напряжении питания 15 В на нагрузке сопротивлением 4 Ом выходную мощность 4,5 Вт при коэффициенте гармоник не более 10%. Полоса частот, пропускаемых усилителем, — 30... 10 000 Гц. Однако для повышения надежности и улучшения

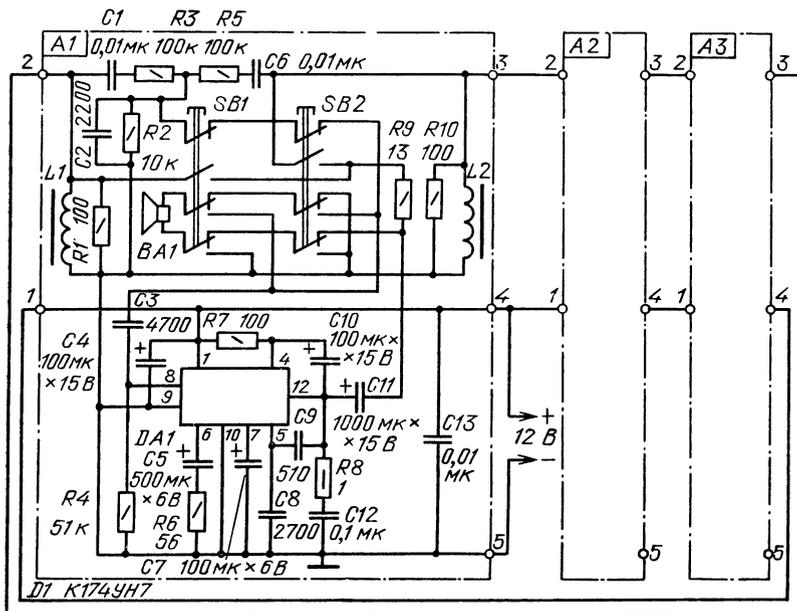


Рис. 51. Схема переговорного устройства «Кольцо»

теплового режима переговорного устройства усилитель питается от стабилизированного источника постоянного тока напряжением 12 В и нагружен на более высокоомную нагрузку. Кроме того, для повышения разборчивости речи и коррекции амплитудно-частотной характеристики динамической головки, работающей в режиме микрофона, введены частотно-зависимые корректирующие цепочки  $C1R3C2R2$ ,  $C6R5C2R2$  и  $C3R4$ .

Рассмотрим работу переговорного устройства. В исходном состоянии кнопочных переключателей (они показаны на схеме) все усилители находятся в дежурном режиме — на них поступает напряжение питания, динамические головки подключены к выходам, а входы усилителей соединены через делители напряжения  $C1R3C2R2$  и  $C6R5C2R2$  с верхними по схеме проводами (точки 2, 3) линии связи «соседних» абонентов. Второй провод линии связи (точки 1, 4) соединен с плюсовым выводом источника питания, общим для всех пультов. Минусовый вывод источника подключен к ближайшему абонентскому пульту (точка 5), при этом через дроссели  $L1$  и  $L2$  напряжение питания подается на пульты «соседних» абонентов. Дроссели зашунтированы резисторами, которые нужны для стабилизации сопротивления нагрузки на линию связи. Потребляемый каждым усилителем ток в дежурном режиме не превышает 20 мА.

Чтобы вызвать с пульта  $A1$ , например, абонента пульта  $A2$ , нужно нажать клавишу переключателя  $SB2$ . Динамическая головка  $BA1$  через контакты переключателя будет подключена к входу усилителя, а выход усилителя через токоограничивающий резистор  $R9$  и контакты переключателя — к линии пульта  $A2$ . Слова, произнесенные перед головкой первого пульта, будут слышны в головке второго пульта. Для прослушивания ответа отпускают клавишу пере-

ключателя SB2 первого пульта, а на втором пульте нажимают клавишу переключателя SB1. Для проведения связи одновременно с двумя абонентами нужно в режиме передачи нажимать сразу на клавиши обоих переключателей.

Какие детали понадобятся для переговорного устройства? Резистор R8 сопротивлением 1 Ом может быть типа МОН-0,5 или самодельный, намотанный проводом с высоким удельным сопротивлением. Остальные резисторы могут быть МЛТ-0,25. Оксидные конденсаторы — К50-6 или К50-24 на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме, остальные конденсаторы — керамические (например, КТ, КС) или пленочные (К71, К73), возможно меньших габаритов, но на номинальное напряжение не ниже 30 В.

Дроссели — самодельные. Для них понадобится магнитопровод Ш10×8, собранный встык с зазором (например, в виде бумажной прокладки) 0,1 мм. Но предварительно на каждый магнитопровод (на его среднюю часть) надевают каркас с обмоткой дросселя из 1400 витков провода ПЭВ-1 0,25.

Кнопочные переключатели — П2К без фиксации положения. Возможно, к ним придется приспособить более широкие клавиши, чтобы переговорным устройством было удобно пользоваться. Динамическая головка — 0,5ГД-30 или аналогичная по параметрам (номинальная мощность 0,5 Вт, полоса пропускания частот 125...10 000 Гц, сопротивление звуковой катушки 16 Ом).

Группа деталей пульта, относящаяся к усилителю, смонтирована на печатной плате (рис. 52) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Крепление на плате интегральной микросхемы показано на рис. 53,б. Для нее изготавливают из листового алюминия, меди или латуни толщиной 1...1,5 мм радиатор 4 (рис. 53,а), а из изоляционного материала (текстолит, гетинакс, органическое стекло) — опорные втулки 3 и шайбы 2. Через отверстия в радиаторе 4, «лапках» микросхемы 6, втулках 3 и печатной плате 7 пропускают винты 5, надевают на них снизу платы шайбы 2 и навинчивают гайки 1. Только после этого подпаивают выводы микросхемы к печатным проводникам платы.

Плату укрепляют на дне металлического корпуса пульта (рис. 54). Здесь же размещают дроссели и переключатели. Резисторы R1—R3, R5, R10 и конденсаторы C1, C2, C6 распаявают непосредственно на выводах переключателей.

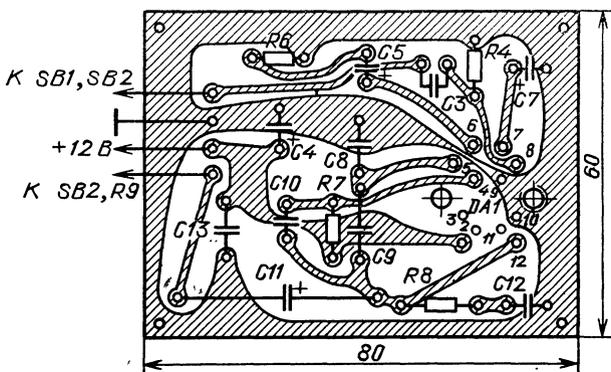


Рис. 52. Печатная плата усилителя

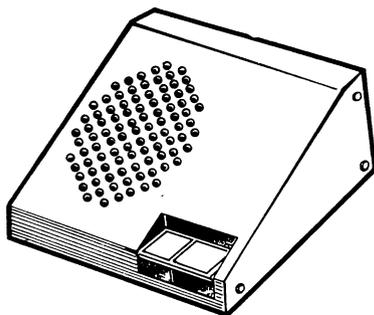
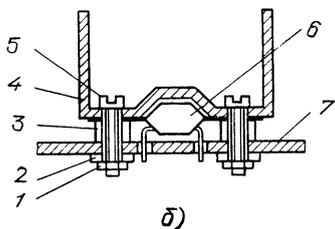
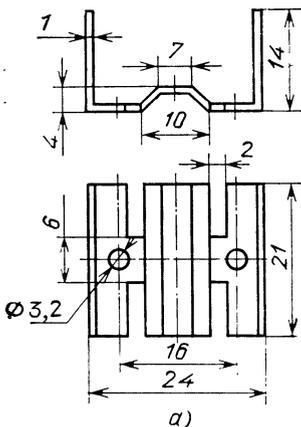


Рис. 54. Внешний вид пульта переговорного устройства



Рис. 53. Радиатор для интегральной микросхемы (а) и крепление микросхемы к плате (б)

Динамическую головку устанавливают на лицевой стороне корпуса. Напротив диффузора головки в корпусе сверлят отверстия и закрывают их со стороны головки неплотной тканью. В этой же половине корпуса выпилено отверстие под клавиши переключателей.

Для подключения проводов (диаметром жилы 0,5...1 мм) линии связи внутри пульта можно установить большую плату из изоляционного материала с расклепанными на ней монтажными лепестками (контактные точки 1—5), а напротив платы просверлить в задней стенке пульта отверстие. Можно сразу установить на задней стенке зажимы и подключать концы проводов к ним. А возможно, вы воспользуетесь разъемным соединением, например, используя пятиштырьковые разъемы СШ-5 с ответной частью СГ-5, чтобы в случае необходимости можно было быстро отключить пульт. Приемлемо любое из указанных решений.

Для питания переговорного устройства подойдет любой выпрямитель с выходным напряжением (желательно стабилизированным) 12...13 В при токе нагрузки до 500 мА. Он должен быть рассчитан на продолжительную работу на «холостом» ходу, т. е. при минимальном токе нагрузки. По окончании пользования переговорным устройством выпрямитель следует отключать от сети.

Итак, переговорное устройство готово, монтаж всех пультов проверен. Пора подключить выпрямитель и измерить постоянное напряжение на выводе 12 микросхемы — оно должно быть равно примерно половине напряжения питания. Далее на вход усилителя (выводы резистора R2) подают от генератора звуковой частоты сигнал частотой 1 кГц и амплитудой 60 мВ и измеряют

напряженне на выводах динамической головки — оно должно быть около 3 В (для 0,5ГД-30). Значительное отклонение измеренных режимов от указанных будет свидетельствовать о неисправных деталях или ошибках в монтаже.

Аналогично проверяют усилители остальных пультов, после чего все пульты устанавливают на рабочие места и подключают к линии связи в соответствии со схемой. Затем проверяют качество связи. Нажав на одном из пультов клавишу вызова абонента, с расстояния 30...50 см от динамической головки называют цифры голосом средней громкости. Прослушивая звук на пульте вызываемого абонента, устанавливают желаемую громкость подбором резистора (R3 или R5) на соответствующем входе. Для уменьшения громкости ставят резистор с большим сопротивлением, и наоборот.

## ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ

На 31-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ в разделе творчества юных радиолюбителей демонстрировался с виду скромный экспонат (рис. 55) с динамической головкой, сигнальными лампами и тумблерами на лицевой панели. Это был главный пульт переговорного устройства, разработанного донецкими радиолюбителями. Само же переговорное устройство уже работало в одном из учреждений города и нравилось его сотрудникам за простоту и удобство в обращении, «чистый» и громкий звук.

Если охарактеризовать это переговорное устройство в общем, то оно состоит из главного пульта и трех абонентских. С главного пульта можно вызывать как одного абонента, так и всех сразу. С абонентских пультов можно лишь давать вызов на главный пульт. В каждом пульте установлена динамическая головка, которая с помощью переключателя на главном пульте используется либо по своему назначению, либо как микрофон.

Познакомимся со схемой переговорного устройства, приведенной на рис. 56. Показанные на ней транзисторы работают в усилителе ЗЧ. На первых трех транзисторах (VT1—VT3) собран входной микрофонный усилитель с коэффициентом усиления около 500. Каскад на транзисторе VT1 работает в режиме микротока, что обеспечивает минимальные собственные шумы и наибольшее усиление его при работе с низкоомной динамической головкой в качестве

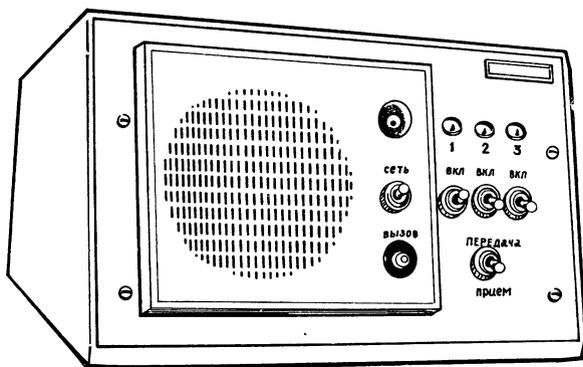
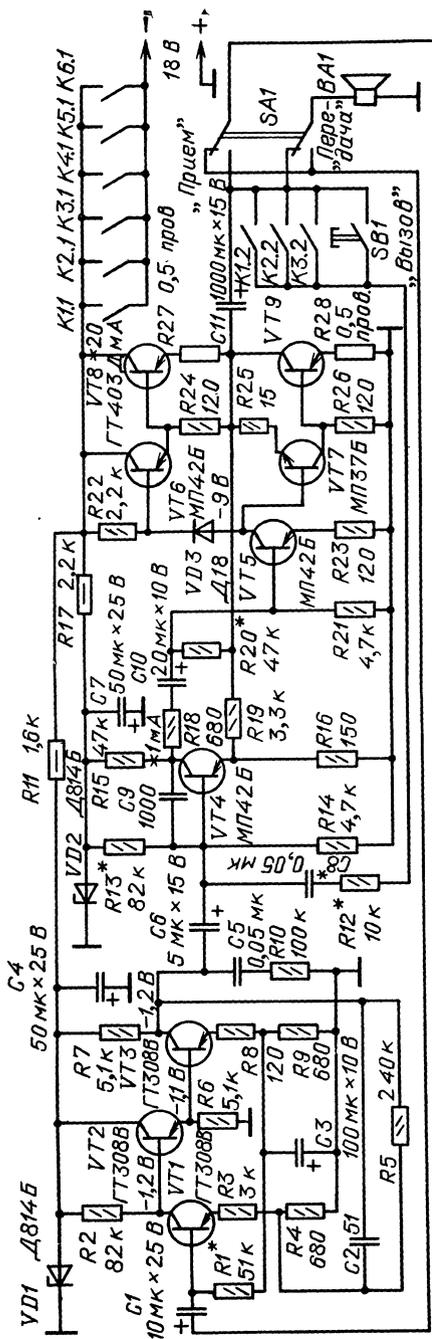


Рис. 55. Внешний вид главного пульта переговорного устройства



VT9 ГТ403Д,

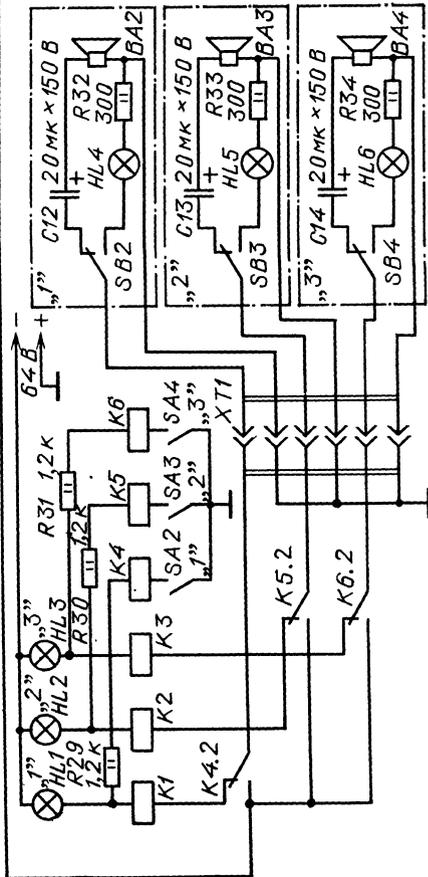


Рис. 56. Схема переговорного устройства

микрофона. Далее следуют эмиттерный повторитель на транзисторе VT2 и еще один каскад усиления — на транзисторе VT3.

Между выходным и входным каскадами введена отрицательная обратная связь включением цепочки R5C2. Резистор R5 определяет общий коэффициент усиления каскадов, а конденсатор C2 — верхнюю границу полосы пропускания усилителя (в данном случае 10 кГц).

С резистора нагрузки R7 микрофонного усилителя сигнал поступает на двухтактный бестрансформаторный усилитель мощности, в который входят каскады предварительного усиления на транзисторах VT4, VT5, фазоинвертор на транзисторах VT6, VT7 и выходной каскад на транзисторах VT8, VT9. Выходная мощность усилителя составляет 3 Вт при входном сигнале (на базе транзистора VT4) около 100 мВ.

Усилитель мощности охвачен двумя обратными связями: отрицательной и положительной. Первая образована благодаря включению резистора R19 между выходом усилителя и эмиттером транзистора VT4, а также включению резистора R20 между выходом и базой транзистора VT5. Положительная же связь появляется при нажатии кнопки выключателя SB1 или замыкании контактов K1.2, K2.2, K3.2 реле вызова K1—K3 — тогда между выходом и входом усилителя оказывается включенной цепь C8R12, усилитель превращается в генератор колебаний звуковой частоты и в динамической головке раздается сигнал вызова.

А как будет работать переговорное устройство в конкретном примере, когда нужно вести разговор, скажем, с первым абонентом? Иначе говоря, с абонентом, у которого установлен пульт «1» с динамической головкой BA2 и кнопочным переключателем SB2. Тогда в показанном на схеме положении переключателя SA1 «Прием — Передача» динамическая головка главного пульта подключена к выходу усилителя (через верхние по схеме контакты переключателя и конденсатор C11), но усилитель обесточен, поскольку контакты K1.1, K2.1 и т. д. разомкнуты.

Но вот первый абонент вызывает абонента главного пульта, нажимая кнопку SB2. Ее подвижный контакт соединяется с нижним по схеме и подключает цепь из последовательно соединенных лампы HL4 и резистора R32 между выводом обмотки реле K1 и общим проводом (через контакты K4.2 и контакты разъема XT1). Цепь из последовательно соединенных деталей HL1, K1, HL4, R32 оказывается подключенной к источнику питания напряжением 64 В. Реле срабатывает, и его контакты K1.1 подают питание на усилитель, а K1.2 включают цепь положительной обратной связи. Одновременно на главном пульте зажигается лампа HL1, указывающая на вызывающего абонента, а на пульте абонента вспыхивает лампа HL4, свидетельствующая об исправности цепи вызова. В динамической головке BA1 раздается звук.

Услышав его, абонент на главном пульте включает тумблер SA2. Срабатывает реле K4 и контактами K4.1 шунтирует K1.1, а K4.2 подключает пульт «1» к верхним по схеме контактам переключателя SA1. Лампа HL4 гаснет, а HL1 продолжает гореть. Кнопку SB2 нужно отпустить, и динамическая головка окажется подключенной через конденсатор C12, нормально замкнутые контакты кнопки SB2, контакты K4.2 и контакты переключателя SA1 ко входу усилителя. Абонент «1» может говорить, его голос будет слышен в головке BA1.

Когда же переключатель SA1 переведен в положение «Передача», говорить может абонент главного пульта, а голос его раздается в головке BA2.

Если же абонент главного пульта захочет вызвать абонента «1», он должен включить тумблер SA2, перевести переключатель SA1 в положение «Передача» и кратковременно нажать кнопку SB1. В динамической головке BA2 раздастся сигнал вызова. После этого переключатель SA1 переводят в положение «Прием» и слушают абонента.

По окончании разговора переключатель SA1 нужно обязательно возвращать в положение «Прием», иначе при нажатии кнопок SB2—SB4 звукового сигнала из головки BA1 не будет. Выключатели SA2—SA4 тоже должны быть в исходном положении, показанном на схеме.

Абонент главного пульта может вести разговор сразу со всеми абонентами, если установить выключатели SA2—SA4 в рабочее положение. Но абоненты в этом случае друг друга не услышат.

Для питания переговорного устройства используется блок (рис. 57), состоящий из двух источников постоянного напряжения: нестабилизированного (64 В) и стабилизированного (18 В). В каждом источнике применен двухполупериодный выпрямитель, собранный по мостовой схеме (диоды VD6—VD9 и VD10—VD13).

Стабилизатор напряжения выполнен по простейшей схеме. Резистор R35 и стабилитроны VD4, VD5 — детали параметрического стабилизатора, транзистор VT10 — регулирующий. Благодаря применению конденсаторов C15, C16, C18 сравнительно большой емкости удалось практически избавиться от фона переменного тока в динамических головках.

Для сигнализации включения переговорного устройства параллельно сетевой обмотке трансформатора питания подключена через резистор R36 неоновая лампа HL7. Конденсатор C21 снижает уровень импульсных помех, проникающих из сети на трансформатор.

Что касается используемых в переговорном устройстве деталей, то большая часть резисторов может быть типа МЛТ указанной на схеме мощности. Лишь резисторы R27 и R28 придется изготовить самим из провода с высоким удельным сопротивлением, намотав отрезок нужной длины на резистор МЛТ-0,5, МЛТ-1 или МЛТ-2 сопротивлением не менее 100 Ом.

Оксидные конденсаторы могут быть типа К50-6, К53-1, остальные конденсаторы — любого типа на номинальное напряжение не ниже 15 В (C21 — на напряжение не ниже 500 В).

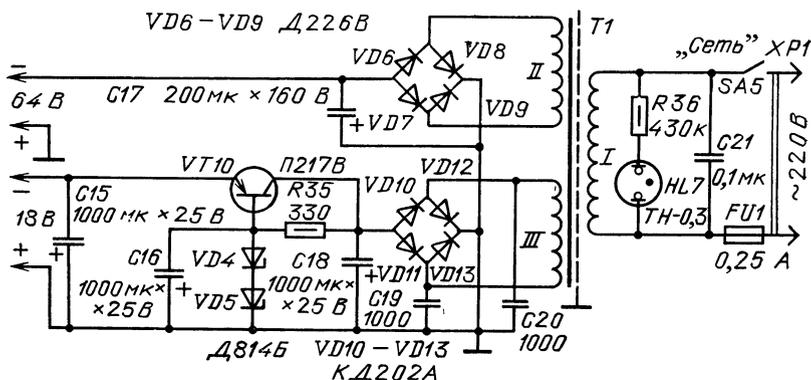


Рис. 57. Схема блока питания

Транзисторы ГТ308В можно заменить на П416Б; МП42Б — на МП41А; МП37Б — на МП38; ГТ403Д — на П213—П217, П605—П609 с любым буквенным индексом; П217В — на П213—П217 со статическим коэффициентом передачи тока 20...40. Транзисторы VT8—VT10 устанавливают на радиаторы. Стабилитроны Д814Б заменимы на Д809, диод Д18 — на Д20, Д9Г, Д9Е, Д9И; Д226В — на Д226Г, Д226Б, Д7В—Д7Ж; КД202А на любые другие этой серии. Вместо диодов VD6—VD9 подойдет выпрямительный блок КЦ402—КЦ405 с любым буквенным индексом, кроме Е, а вместо VD10—VD13 — любой такой блок.

Трансформатор питания выполнен на магнитопроводе ШЛ16×32. Обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,2, обмотка II — 660 витков ПЭВ-2 0,31, обмотка III — 220 витков ПЭВ-2 0,8. Между обмоткой I и остальными проложен экран из провода ПЭВ-2 0,31, намотанного в один слой виток к витку. При монтаже экран соединяют с общим проводом.

Реле — РЭС9 паспорт РС4.524.200. Сигнальные лампы HL1—HL6 — КМ24-35 (на напряжение 24 В и ток потребления 35 мА). Реле и лампы могут быть другие, но обязательно на одинаковые или возможно близкие напряжение и ток. В зависимости от этих параметров определяют нужное напряжение источника питания и пересчитывают обмотку III трансформатора. Неоновая лампа HL7 может быть другая, например ТН-0,2. Яркость ее свечения зависит от сопротивления резистора R36.

Динамические головки — 1ГД-18, но подойдут и другие, мощностью 0,25...1 Вт, со звуковой катушкой сопротивлением 6—10 Ом. Переключатель SA1 — тумблер ТП1-2, выключатели SA2—SA5 — тумблеры ТВ1-1, кнопочные переключатели SB2—SB4 — КН-2, выключатель SB1 — КН-1. Разъем XT1 — любой конструкции, XP1 — сетевая вилка.

Детали главного пульта могут быть смонтированы на одной или на нескольких платах — это зависит от габаритов подобранных деталей и выбранной конструкции корпуса пульта. Кроме того, можно применить более простой усилитель ЗЧ, содержащий значительно меньшее число деталей даже при той же мощности, но с несколько худшими электрическими параметрами. Поэтому чертежи платы (или плат) не приводим.

На лицевой панели корпуса, как было сказано выше, установлены сигнальные лампы, переключатели, кнопка вызова. В лицевую панель встроены также наличник от абонентского громкоговорителя, к которому сзади прикреплена динамическая головка. Корпус изготовлен из полистирола, на боковых стенках его просверлены вентиляционные отверстия.

Детали пультов абонентов размещены в корпусах абонентских громкоговорителей. На лицевой панели расположены кнопочные переключатели и сигнальные лампы. От каждого громкоговорителя прокладывают к главному пульту линию связи из двух проводников диаметром 0,8 мм в изоляции.

Блок питания, если он смонтирован без ошибки, начинает работать сразу, поэтому налаживание переговорного устройства касается в основном усилителя главного пульта. Вначале соединяют проволочной перемычкой плюсовой вывод конденсатора С1 с общим проводом, а переключатель SA1 устанавливают в положение «Прием». Один из выключателей SA2—SA4 ставят в положение замкнутых контактов. Включают пульт в сеть и проверяют режимы, указанные на схеме.

Сначала измеряют напряжение на коллекторе транзистора VT9 — оно должно быть равно половине напряжения источника питания. Если необходимо, это напряжение устанавливают точнее подбором резистора R20. Начальный ток коллектора транзистора VT8 не должен превышать 25 мА, иначе придется подобрать другой диод VD3 — с меньшим прямым сопротивлением (а значит, и с меньшим прямым напряжением). Нужный коллекторный ток (1...1,5 мА) транзистора VT4 устанавливают подбором резистора R13. Режим работы транзисторов VT1—VT3 зависит от резистора R1.

После этого желательно подключить к выходу усилителя осциллограф и проверить, нет ли колебаний ультразвуковой частоты — признака самовозбуждения усилителя. Если они есть, следует подобрать точнее детали R18, C9.

Настало время проверки цепи вызова. При нажатии кнопки SB1 в динамической головке должен раздаваться звук. Если он искажен, подбирают резистор R12 или конденсатор C8.

Остается снять перемычку между конденсатором C1 и общим проводом и проверить переговорное устройство в действии с подключенными пультами абонентов.

## МНОГОКАНАЛЬНОЕ ДУПЛЕКСНОЕ ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО

Дальнейшее совершенствование переговорного устройства связано как с увеличением числа абонентов, так и с возможностью ведения дуплексной связи, обеспечивающей разговор с любым абонентом. Подобная задача была поставлена перед читателями журнала «Радио» после публикации на его страницах описания предыдущей конструкции. Немало интересных предложений легло на стол жюри, но наиболее оригинальными признаны два из них.

Сравнительно простое дуплексное переговорное устройство предложил В. Худяков из Евпатории. Оно рассчитано на восемь абонентов, пультах которых соединены двухпроводной линией. Каждый пульт состоит из микрофона (рис. 58), микрофонного усилителя, «коммутатора» (так условно назовем развязывающее устройство), усилителя мощности ЗЧ и динамической головки. Когда говорят перед микрофоном, скажем, первого пульта, усиленный сигнал звуковой частоты поступает через «коммутатор» в линию связи, минуя собст-

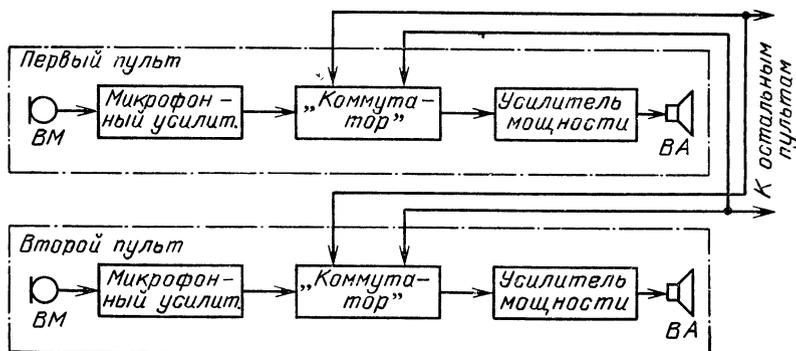


Рис. 58. Структурная схема переговорного устройства на 8 абонентов

венный усилитель мощности. Во втором же пульте и всех остальных сигнал направляется «коммутатором» в усилитель мощности. Вызов слышат все абоненты, но отвечает только вызываемый. Его ответ также слышат все абоненты.

Такая система связи обладает, с одной стороны, недостатком, а с другой — достоинством, особенно при проведении оперативного опроса. Конечно, избавиться от недостатка нетрудно, но это усложнит конструкцию пультов и потребует многопроводной линии связи.

А теперь рассмотрим схему пульта абонента, приведенную на рис. 59. Микрофонный усилитель собран на транзисторах VT1—VT3. Благодаря использованию в первом каскаде малощумящего транзистора и снижению напряжения питания каскада до 5 В, удалось добиться низкого уровня шумов на выходе усилителя.

Чтобы не перегружать усилители мощности пультов других абонентов, в микрофонный усилитель введен ограничитель амплитуды сигнала, выполненный на диодах VD1 и VD2. Уровень ограничения устанавливают подстроечным резистором R14 таким, что амплитуда выходного сигнала не превышает 0,25 В при входном напряжении с микрофона 6...10 мВ. Микрофонный усилитель пропускает сигналы частотой 100...8000 Гц и потребляет от источника ток не более 15 мА.

Для получения тонального сигнала вызова в усилитель введена цепочка положительной обратной связи R2C2, включаемая кнопочным выключателем SB1. Вызывать нужного абонента можно, например, посылкой определенного числа сигналов. Вызываемый абонент по тональности сигнала (она в каждом пульте устанавливается разной подбором конденсатора C2) может узнать вызывающего.

С выхода микрофонного усилителя сигнал поступает на «коммутатор», состоящий из двух усилительных каскадов на транзисторах VT4, VT5 и трансформатора T1. Первичная обмотка трансформатора подключена к коллекторной цепи транзистора через конденсатор C10, что позволило избавиться от подмагничивания магнитопровода, неизбежного при протекании через обмотку постоянного тока, и уменьшить габариты трансформатора.

Конструкция трансформатора такова, что когда на обмотку I подается сигнал звуковой частоты, на обмотках IV и V он выделяется в противофазе и на усилительный каскад, выполненный на транзисторе VT5, сигнал практически не поступает. В то же время на обмотке II сигнал есть, и он поступает через разъем XP1 в линию связи. Для согласования трансформатора с линией параллельно обмотке II включен резистор R19, сопротивление которого зависит от числа подключенных к линии пультов.

Чтобы максимально подавить сигнал, проникающий в режиме передачи в собственный усилитель мощности, введена обмотка III, зашунтированная подстроечным резистором R24.

Когда же на обмотку II поступает сигнал из линии, он трансформируется и через обмотку IV подается на усилительный каскад, выполненный на транзисторе VT5. С выхода каскада сигнал поступает через конденсаторы C11, C13 на регулятор громкости R31 усилителя мощности ЗЧ. Делитель R27R28 и конденсатор C12 снижают взаимные помехи между каналами приема и передачи пульта.

Усилитель мощности выполнен по бестрансформаторной двухтактной схеме на транзисторах VT6—VT10 и нагружен на динамическую головку BA1. Вы-



ходная мощность усилителя достигает 1 Вт при входном сигнале около 0,25 В. Диапазон воспроизводимых частот 100... 6000 Гц.

Блок питания пульта содержит понижающий трансформатор Т2, выпрямитель на диодах VD5—VD8, стабилизатор напряжения на стабилитроне VD4 и транзисторах VT11, VT12. Входное напряжение блока 12 В при токе нагрузки до 300 мА.

Кроме указанных на схеме, можно использовать другие транзисторы серий МП39—МП42 (VT2—VT7), МП35—МП38 (VT8), П213—П217 (VT9, VT10) с коэффициентом передачи тока не ниже 50. Транзистор VT11 может быть любой из серий П213—П217, а VT12 — любой из серий МП25, МП26. Стабилитрон Д814Д заменяет Д813, диоды Д9Б — любые из серий Д2, Д9, КД503, диоды Д226Д — любые из серий Д7, Д226 или выпрямительный блок типа КЦ402. Постоянные резисторы — МЛТ, переменный R31 — СП-1, СП3 (желательно группы А), подстроечные R14, R24 — СПО-0,15 или СП3-16. Сопротивление согласующего резистора R19 указано на схеме для восьми пультов, включенных в линию связи. Если пультов семь, сопротивление резистора должно быть 680 Ом, если шесть — 300 Ом, пять — 220 Ом, четыре — 150 Ом, три — 130 Ом, два — 100 Ом. Естественно, во всех пультах устанавливают резисторы с одинаковым сопротивлением. Оксидные конденсаторы могут быть К50-6, К50-16, К53-1, остальные конденсаторы — БМ-2, МБМ, КМ, КЛС.

Трансформатор Т1 выполнен на магнитопроводе УШ4×6 (можно Ш4×6, Ш6×6). Причем обмотку I наматывают на внутреннем сердечнике набора Ш-образных пластин магнитопровода, II и IV — на одном из крайних, III и V — на другом. Для всех обмоток используют провод ПЭВ-1 0,08. Обмотка I содержит 1200 витков, II и III — по 720, IV и V (их наматывают поверх обмоток II и III соответственно) — по 650 витков. Магнитопровод собран встык без зазора между Ш-образными и замыкающими пластинами.

Трансформатор питания Т2 может быть готовый или самодельный мощностью 15... 30 Вт и с напряжением на обмотке II 15... 18 В при токе нагрузки до 0,5 А.

Конструктивно переговорное устройство оформляют в корпусе подходящих габаритов, а рядом с ним при работе располагают микрофон.

Налаживают устройство с подключенными к линии остальными пультами. Подстроечным резистором R24 добиваются минимального прослушивания своей передачи в динамической головке даже при максимальной громкости разговора. С этой же целью можно точнее подобрать резистор R19. Подстроечным резистором R14 устанавливают такое ограничение, чтобы звук, прослушиваемый другим абонентом, не искажался при громком разговоре перед своим микрофоном.

Возможно, во время работы устройства будут сказываться неудобства из-за постоянно включенных микрофонов всех пультов. Выход здесь простой — установить в цепи микрофона кнопочный выключатель и пользоваться им только во время разговора с другим абонентом.

Несколько большими возможностями обладает устройство, которое предложил В. Потанин из г. Арзамаса, — оно обеспечивает связь между 19 абонентами при дальности связи до 2 км. Каждый из абонентов может разговаривать с любым другим (если свободна его линия) или с несколькими абонентами.

Сначала рассмотрим структурную схему этой конструкции, приведенную на рис. 60. Каждый пульт, помимо микрофона ВМ и динамической головки

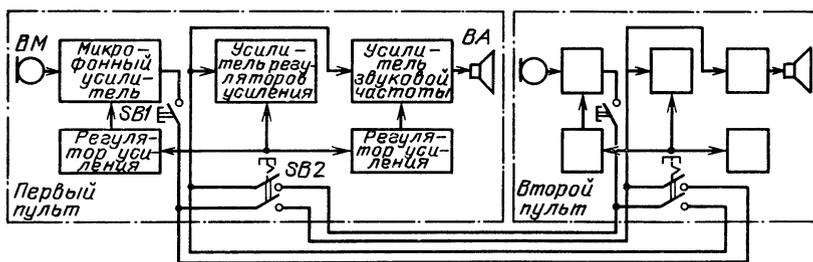


Рис. 60. Структурная схема переговорного устройства на 19 абонентов

ВА, содержит микрофонный усилитель, усилитель ЗЧ, регуляторы усиления и усилитель регуляторов. Пульты соединяют кабелем, число жил которого зависит от числа пультов. Если их два, как показано на рисунке, в кабеле должно быть четыре жилы (не считая общего провода, которым соединяют все пульты). При трех пультах кабель будет содержать шесть жил, при четырех — восемь и т. д.

Вызывают абонента нажатием кнопки переключателя SB2, а затем — SB1, после чего можно говорить перед микрофоном. Выходной сигнал микрофонного усилителя поступит через нижнюю группу контактов переключателя SB2 и линию связи на усилитель ЗЧ второго пульта. Из динамической головки второй абонент услышит вызов. Для ответа ему достаточно нажать кнопку выключателя SB1 на своем пульте и вести разговор. Теперь переключение с передачи на прием в обоих пультах будет происходить автоматически. За этим «следят» регуляторы усиления. Если, например, говорит второй абонент, выходной сигнал микрофонного усилителя его пульта поступает на усилитель регуляторов, а затем на регуляторы усиления первого пульта. Один из них резко (примерно в 15 раз) уменьшит усиление микрофонного усилителя, а другой, наоборот, увеличит (почти в 7 раз) усиление усилителя ЗЧ. Когда же начнет говорить первый абонент, на втором пульте останется включенным лишь усилитель ЗЧ, а микрофонный практически выключится. Одновременно выключится усилитель ЗЧ на первом пульте.

Такая система регулирования усиления позволяет избежать появления микрофонного эффекта, характерного для подобных устройств с постоянно включенными усилителями.

Схема пульта абонента приведена на рис. 61. На транзисторах VT1—VT4 выполнен микрофонный усилитель. Режим работы транзисторов стабилизирован отрицательной обратной связью по постоянному напряжению, поданной через резисторы R1, R5 с коллектора транзистора VT4 на базу VT1. А чтобы через эту цепь исключить обратную связь по переменному напряжению, установлен фильтрующий конденсатор С3.

Для повышения выходного сопротивления второго каскада усилителя (это необходимо для эффективного регулирования коэффициента усиления усилителя), выполненного на транзисторе VT2, в цепь эмиттера этого транзистора подана отрицательная обратная связь по току с части коллекторной нагрузки составного транзистора VT3VT4. Конденсатор С4 устраняет возможное самовозбуждение усилителя на высших частотах.

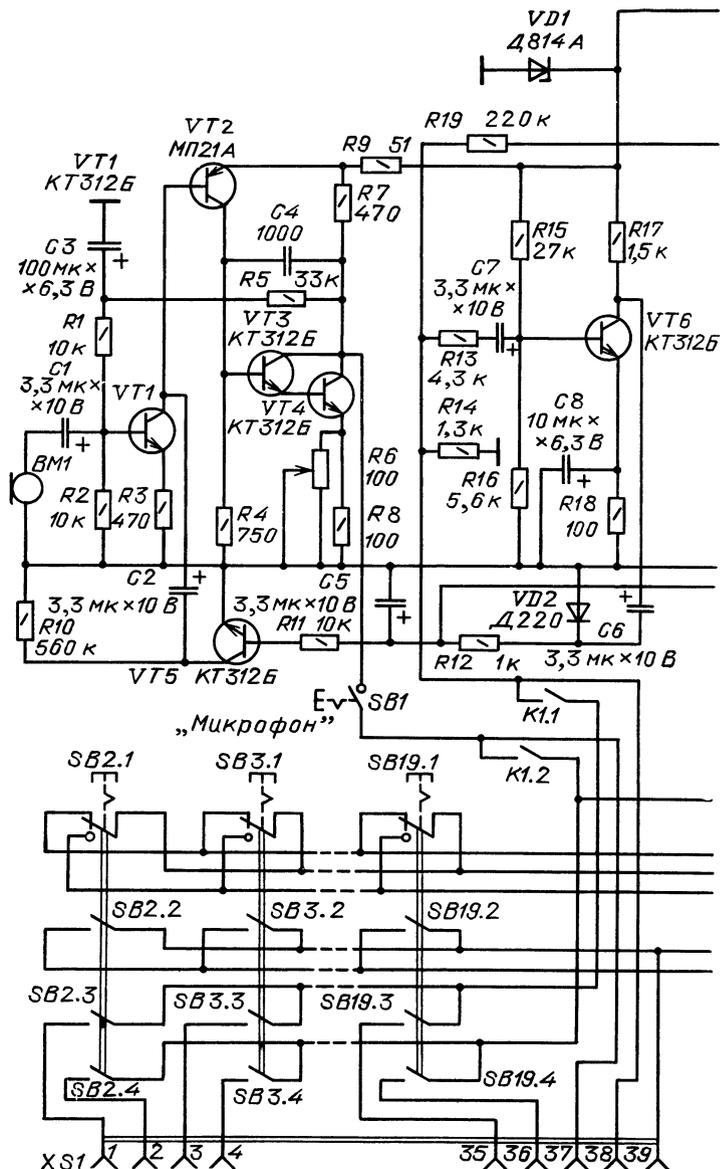
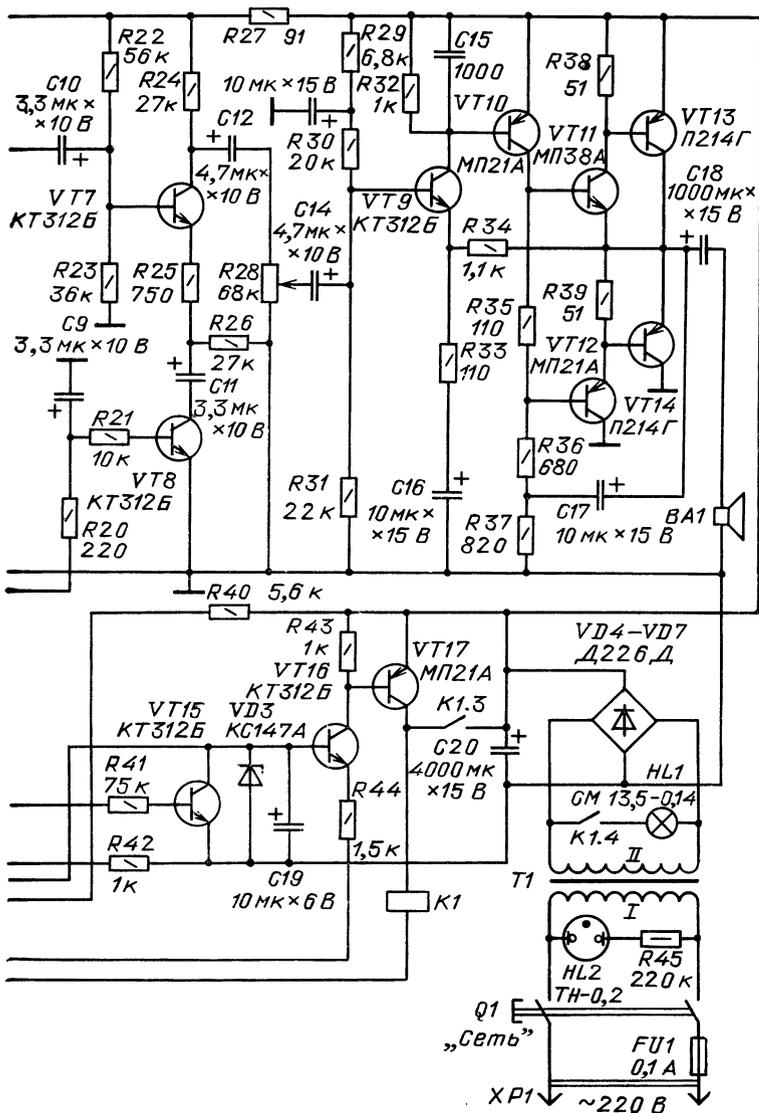


Рис. 61. Схема переговорного

В усилителе есть еще одна отрицательная обратная связь по току, создаваемая резисторами R6 и R8 в эмиттерной цепи составного транзистора. Переменным резистором R8 можно изменять глубину обратной связи, а значит, чувствительность микрофонного усилителя.



устройства на 19 абонентов

Регулятор усиления, управляющий работой микрофонного усилителя, выполнен на транзисторе VT5. В исходном состоянии транзистор закрыт и не влияет на работу усилителя. Когда же ток базы транзистора увеличивается, транзистор открывается, сопротивление его участка коллектор—эмиттер па-

дает и конденсатор С2 оказывается соединенным через него с общим проводом. Выход первого каскада шунтируется по переменному напряжению, общее усиление усилителя резко падает.

Такое случается тогда, когда на вход пульта поступает сигнал звуковой частоты, который усиливается каскадом на транзисторе VT6 (это и есть усилитель регуляторов усиления) и затем детектируется диодом VD2. На катоде диода появляется положительное по отношению к эмиттеру постоянное напряжение — оно фильтруется цепочкой R12C5 и открывает транзистор регулятора.

Одновременно с фильтра R12C5 постоянное напряжение поступает через дополнительный фильтр R20C9 на каскад, выполненный на транзисторе VT8. Это второй регулятор усиления. В отличие от первого, он подключает шунтирующий конденсатор С11 параллельно резистору обратной связи по току R26 и увеличивает усиление усилителя ЗЧ.

Когда входного сигнала на пульте нет, усиление усилителя ЗЧ минимальное, а микрофонного усилителя — максимальное. Причем для предупреждения микрофонного эффекта микрофонный усилитель закрывается раньше, чем открывается усилитель ЗЧ, а открывается позже, чем закрывается усилитель ЗЧ. Такой режим обеспечивается соответствующим выбором постоянной времени цепочек R12C5, R20C9, а также включением в цепь коллектора транзистора VT5 резистора R10 сравнительно большого сопротивления.

Усилитель ЗЧ собран на транзисторах VT7, VT9—VT14. Входной каскад его собран на транзисторе VT7. Чтобы каскад не перегружался при громком разговоре, а значит, большом входном сигнале, на входе каскада включен ограничительный резистор R19, образующий с резисторами R22, R23 делитель напряжения. За входным каскадом следуют регулятор громкости R28 и усилитель мощности, выполненный по обычной схеме с двухтактным бестрансформаторным выходным каскадом. Стабилизация режимов транзисторов осуществляется отрицательной обратной связью по постоянному току с выхода усилителя на эмиттер транзистора VT9 через резистор R34.

Кроме того, в усилителе введена обратная связь по переменному току включением конденсатора С17 между выходом усилителя и базовыми цепями транзисторов VT11, VT12 фазоинверсных каскадов, что позволило получить более равномерную частотную характеристику.

Конденсатор С15 устраняет самовозбуждение усилителя на высших частотах. Цепочка R29C13 ослабляет пульсации выпрямленного напряжения, поступающего на базу транзистора VT19, настолько, что они не слышны в динамической головке даже при большой громкости. Это позволило упростить блок питания пульта, который состоит из понижающего трансформатора Т1, двухполупериодного выпрямителя на диодах VD4—VD7 и одного фильтрующего конденсатора С20. Питание на микрофонный усилитель и усилитель регуляторов подается с параметрического стабилизатора, образованного стабилитроном VD1 и балластным резистором R27.

Основные цепи пульта — выход микрофонного усилителя и вход усилителя ЗЧ. Во время проведения связи первая цепь одного пульта соединяется со второй цепью другого, а вторая цепь — с первой другого пульта. Делают это с помощью кнопочных переключателей SB2—SB19. Каждый из них соединяет данный пульт с одним из других. Для соединения всех пультов между собой используют многожильный кабель, который перед вводом в пульт оканчивает-

ся разъемом. Ответные части разъемов устанавливают на задней стенке пультов.

Чтобы не ошибиться при подключении пультов, сначала нумеруют все жилы, а затем распивают их на каждом разьеме в соответствии с номером пульта. Для удобства за пультом п закрепляют жилы 2п—1 и 2п — их и подпивают к штырькам 37 и 38 соответственно, а жилы 37, 38 — к штырькам 2п—1 и 2п. Например, на разьеме, подходящем к четвертому пульту, жилы 7 и 8 должны быть подпаяны к штырькам 37 и 38, а жилы 37 и 38 соединены со штырьками 7 и 8. Остальные жилы соединяют со «своими» штырьками. Жила 39 — общий провод для всех пультов.

Для предупреждения подключения к занятой линии связи в пульте есть устройство защиты, проверяющее состояние линии нужного абонента и исключающее соединение с ним, если линия занята. Оно выполнено на транзисторах VT15—VT17 и электромагнитном реле K1.

Когда нажимают кнопку какого-либо переключателя, база транзистора VT15 соединяется через резистор R41 и соответствующий провод линии связи со входом пульта вызываемого абонента (с точкой соединения резисторов R13, R14, R19). Если линия свободна, а значит, пульт вызываемого абонента не соединен с другим, напряжение на этой точке равно нулю и транзистор VT15 остается закрытым. На базу транзистора VT16 поступит через резистор R40 и замкнутые контакты переключателя положительное напряжение, которое откроет транзистор. Вслед за ним откроется транзистор VT17 и сработает реле K1. Kontakтами K1.3 оно заблокируется, kontakтами K1.4 включит сигнальную лампу HL1, а K1.1 и K1.2 соединит пульты для связи.

Если же вызываемый абонент уже разговаривает с кем-то, на входе его пульта будет положительное напряжение. Тогда транзистор VT15 вызывающего пульта откроется, замкнет базу транзистора VT16 на общий провод. Реле не сработает, и пульты останутся не соединенными.

Стабилитрон VD3 ограничивает напряжение на базе транзистора VT16. Конденсатор C19 задерживает открывание транзистора VT16 до момента насыщения транзистора VT15 (конечно, на случай, когда вызываемый абонент занят). Резистор R42 необходим для разрядки конденсатора C19 после возвращения контактов переключателя в исходное положение.

В пульте могут быть использованы постоянные резисторы МЛТ, переменные СП-0,5 (R6) и СП-II (R28), оксидные конденсаторы К50-6, остальные конденсаторы — любого типа. Вместо указанных на схеме подойдут аналогичные по параметрам транзисторы соответствующей структуры. Динамическая головка — 1ГД-18 или другая, мощностью 1...3 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 6—10 Ом. Реле — РЭС22, паспорт РФ4.500.129, или аналогичное, срабатывающее при напряжении не более 10 В и токе до 40 мА. Кнопочные выключатели и переключатели — с независимой фиксацией и возвратом повторным нажатием.

Трансформатор питания выполнен на магнитопроводе Ш14×21. Обмотка I содержит 3800 витков провода ПЭВ-2, 0,07, обмотка II — 240 витков ПЭВ-2 0,41. Подойдет готовый трансформатор мощностью не менее 6 Вт и с напряжением на вторичной обмотке 11...12 В при токе нагрузки до 400 мА.

Детали пульта размещены в корпусе с изогнутой передней панелью. На наклонной части ее укреплена динамическая головка, на горизонтальной — ор-

ганы управления. Рядом с пультом на столе размещают микрофон, например МД52А.

При налаживании пульта подбором резистора R5 (если это необходимо) устанавливают точное напряжение на коллекторе составного транзистора VT3VT4 примерно 3,5 ... 4 В. В усилителе ЗЧ проверяют постоянное напряжение на выходе (в точке соединения эмиттера транзистора VT14 и коллектора VT13) — оно должно быть равно половине питающего. Если нужно, его устанавливают точнее подбором резистора R34. Во время связи устанавливают переменным резистором R6 такую чувствительность микрофонного усилителя, чтобы можно было вести разговор на расстоянии до метра от пульта. Переменным резистором R28 устанавливают желаемую громкость звука.

## ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО С ТЕЛЕФОННЫМИ АППАРАТАМИ

Наиболее просто осуществить переговоры между двумя абонентами с помощью обычных телефонных аппаратов, даже неисправных, но с действующим звонком и телефонной трубкой (микрофон и телефон должны работать). Такие аппараты соединяют трехпроводной линией (рис. 62), на которую подают соответствующие переменное и постоянное напряжения. Для этого используют понижающий трансформатор питания T1, первичную обмотку которого включают в сеть выключателем Q1.

С обмотки II трансформатора переменное напряжение около 30 В поступает на цепь вызова абонента (на звонок телефонных аппаратов), а с обмотки III — на однополупериодный выпрямитель, составленный из диода VD1, ограничительного резистора R1 и сглаживающего конденсатора C1.

Когда первый абонент (обладатель телефонного аппарата ТА-1) желает вызвать второго, у которого расположен телефонный аппарат ТА-2, он должен нажать кнопку переключателя SB1. Тогда переменное напряжение с обмотки II трансформатора окажется поданным на телефонный аппарат ТА-2, и в нем зазвонит звонок. Как только оба абонента снимут телефонные трубки, источник постоянного напряжения (им можно считать конденсатор C1) будет включен последовательно с аппаратами. Можно вести разговор.

Когда же второй абонент вызывает первого, он нажимает кнопку переключателя SB2. Как видите, все очень просто.

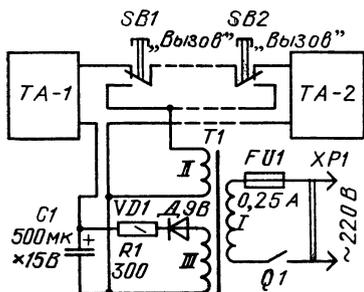


Рис. 62. Схема переговорного устройства из телефонных аппаратов на два абонента

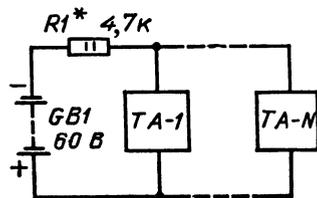


Рис. 63. Схема переговорного устройства из телефонных аппаратов на несколько абонентов

Диод может быть любой из серий Д2 (кроме Д2Б), Д9 (кроме Д9Б), Д226, конденсатор — К50-3, К50-6 на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме. Кнопочные переключатели — любые малогабаритные (например, П2К, КМ-1) с самовозвратом, выключатель питания — ТВ2-1 или аналогичный, рассчитанный на сетевое напряжение 220 В.

Понижающий трансформатор намотан на ленточном магнитопроводе ШЛ16××25, но подойдет магнитопровод из Ш-образных пластин сечением не менее 4 см<sup>2</sup>. Обмотка I должна содержать 2200 витков провода ПЭВ-2 0,08, обмотка II — 360 витков ПЭВ-2 0,12, обмотка III — 100 витков ПЭВ-2 0,21.

Телефонный аппарат — ТА-68, ТАН-66, ТАН-70. Если в аппарате неисправен номеронабиратель, следует отключить от него проводники и подпаять их к рычажному переключателю так, чтобы при опущенной трубке к линии был подключен (через конденсатор емкостью 1 мкФ, имеющийся в аппарате) звонок, а при поднятой трубке — последовательно соединенные микрофон и телефон.

Кнопочные переключатели устанавливают каждый на корпусе «своего» аппарата, а трансформатор и детали выпрямителя — внутри корпуса одного из аппаратов, например ТА-1. На задней стенке этого аппарата ставят выключатель, а через отверстия в стенке выводят сетевой шнур с вилкой ХР1 на конце.

Линию связи можно проложить телефонным или монтажным проводом в изоляции, центральная жила которого должна быть диаметром не менее 0,2 мм при расстояниях между аппаратами до 200 м и не менее 0,5 мм при больших расстояниях — до 1 км.

Еще одна схема переговорного устройства на базе телефонных аппаратов приведена на рис. 63. Его отличие от предыдущего устройства состоит прежде всего в том, что цепи вызова и разговорная питаются постоянным током от батареи GB1 сравнительно высокого напряжения — 50...60 В. Кроме того, нужного абонента вызывают посылкой определенного, заранее оговоренного числа импульсов — сигналов.

Делают это так. Сняв телефонную трубку, набирают номеронабирателем, скажем, цифру 5. Во всех телефонных аппаратах столько же раз прозвонит звонок. Но ответить должен лишь пятый абонент — вызывают его. Хотя снять трубки могут и другие абоненты — разговор будет слышен во всех телефонах. При наборе другой цифры ответить должен соответствующий абонент.

Правда, при таком способе вызова иногда наблюдаются сбои, поскольку бывает трудно сразу уловить число сигналов. Поэтому проще давать определенное число серий сигналов. Скажем, набрали четыре раза цифру 5, 6, 7 и т. д., значит, вызываете четвертого абонента.

Каким же образом получается сигнал переменного тока при питании от батарей? Разгадка в резисторе, включенном последовательно с батареей. Когда вращается диск номеронабирателя, ток через резистор то проходит, то не проходит. На резисторе, а значит, в цепи питания появляется импульсное напряжение, которое для цепи звонка становится переменным, приводящим в движение молоточек звонка. При отсутствии резистора такого напряжения получить не удастся.

По окончании набора номера и при снятых трубках постоянный ток источника питания протекает по цепи микрофона и телефона, чем создаются условия для преобразования звука в сигнал звуковой частоты и обратно.

Питающую батарею можно составить, например, из 14 батарей 3336, соединенных последовательно. Если в переговорном устройстве используются че-

тыре телефонных аппарата, такого источника хватит примерно на два года. Возможно применение выпрямителя на указанное напряжение (но обязательно с ограничительным резистором), который может быть собран по любой общеизвестной схеме.

Что касается ограничительного резистора, то он может быть типа МЛТ-2 сопротивлением 3...5 кОм. Точнее резистор подбирают экспериментально по максимальной громкости звука при данном числе аппаратов в переговорном устройстве.

## ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРОТЕКА

### КТО СИЛЬНЕЕ?

Можно перечислить немало спортивных состязаний и игр, в которых проверяется сила и выносливость. Если же для проверки этих качеств нет подходящего спортивного помещения и снарядов, воспользуйтесь услугами электроники. Состязаться в силе, например, поможет простейший прибор, схема которого приведена на рис. 64. Он заменит кистевой эспандер.

Деталей в приборе немного. На транзисторе собран усилитель постоянного тока, к входным зажимам которого (ХТ1 и ХТ2) подключают датчики — они представляют собой металлические трубки, насаженные на отрезки деревянных стержней. В цепь коллектора транзистора включен стрелочный индикатор РА1.

В исходном положении транзистор закрыт, поскольку его база соединена через резистор R2 с эмиттером, и на базе отсутствует напряжение смещения. Но вот вы взяли в руки датчики. Между датчиками, а значит, между зажимами теперь включено сопротивление участка вашего тела, которое зависит, конечно, и от влажности ладоней. Через это сопротивление база транзистора оказывается подключенной к минусу источника питания.

Чем сильнее вы сжимаете датчики, тем большая поверхность ладоней соприкасается с металлом (он должен быть зачищен до блеска и обезжирен), тем меньше сопротивление между зажимами, тем больше ток в цепи базы транзистора. Соответственно изменяется и ток через стрелочный индикатор.

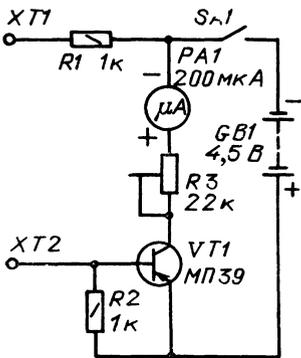


Рис. 64. Схема силомера

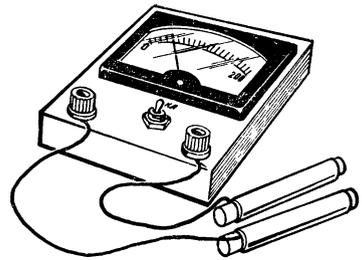


Рис. 65. Внешний вид силомера с датчиками

Максимальный ток, который может протекать через эмиттерный переход (участок база — эмиттер) транзистора, ограничен резисторами R1 и R2, а ток через индикатор ограничен подстроечным резистором R3.

Транзистор может быть любой из серий МП39—МП42, но желательно с возможно большим коэффициентом передачи тока. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, подстроечный — СП, СПО или другого типа. Стрелочный индикатор — с током полного отклонения стрелки 100 мкА...1 мА и сопротивлением рамки постоянному току не более 1 кОм.

Детали усилителя смонтированы в корпусе (рис. 65), который может быть готовым или самодельным (из любого материала). На лицевой панели крепят индикатор, выключатель питания и зажимы, остальные детали располагают внутри корпуса. Напротив оси подстроечного резистора в боковой стенке корпуса сверлят отверстие под отвертку. Источник питания (батарея 3336) устанавливают на съемной нижней крышке.

Датчики подключают к зажимам многожильным монтажным проводом в изоляции.

Налаживают устройство так. Вначале выводят движок подстроечного резистора вверх, по схеме, замыкают резистор. Сжав возможно сильнее датчики, замечают отклонение стрелки индикатора. Если она уходит за конечное деление шкалы, перемещают движок резистора вниз, по схеме, и подбирают такое положение его, чтобы стрелка отклонялась примерно на треть шкалы.

Если же стрелка едва отклоняется даже при выведенном сопротивлении резистора R3, нужно заменить резистор R2 другим, сопротивлением 2,2, 3,3 или 4,7 кОм. В процессе состязаний находят такое положение движка резистора, при котором отклонить стрелку индикатора на конечное деление шкалы сможет только самый сильный из соревнующихся.

## КТО БЫСТРЕЕ?

Существуют самые разнообразные профессии, требующие от человека быстрой реакции. К примеру, шофер, завидев препятствие или оказавшись в опасной ситуации, должен возможно быстрее затормозить автомобиль. Почти мгновенной реакцией должен обладать пилот авиалайнера, командир космического корабля.

А какая реакция у вас? Проверить это поможет автомат, состоящий из пульта управления, которым пользуется судья, двух пультов играющих и блока сигнализации. Каждый играющий (их, естественно, двое) берет свой пульт и следит за табло сигнализации. Как только вспыхнет надпись «Старт» или раздастся звуковой сигнал (о том, на какой сигнал нужно реагировать, судья предупреждает заранее), каждый играющий должен возможно быстрее нажать кнопку на своем пульте. Если это сделал раньше первый играющий, на табло вспыхнет лампа с надписью «1», а если второй — лампа с надписью «2».

Проведя игру с несколькими участниками, нетрудно выявить победителя — того, кто обладает лучшей реакцией.

Принципиальная схема игрового автомата приведена на рис. 66. В пульте судьи размещены кнопочные выключатели SB1—SB3, в пульте первого играющего — выключатель SB4, в пульте второго — выключатель SB5. Все пульта соединены через разъем XT1 с блоком сигнализации — в нем находится лампа

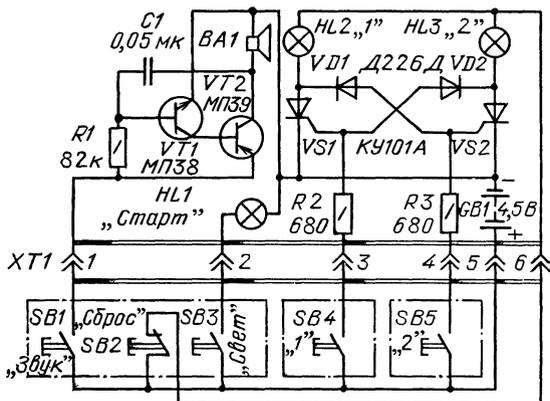


Рис. 66. Схема игрового автомата «Кто быстрее?»

HL1 светового табло «Старт», звуковой сигнализатор и индикатор нажатия кнопок играющими.

Звуковой сигнализатор, выполненный на транзисторах VT1, VT2 и динамической головке BA1, представляет собой генератор колебаний звуковой частоты. Питание на генератор подается через кнопочный выключатель SB1 на пульте судьи.

Лампы HL2 и HL3 индикации нажатия кнопок играющими подключены к тринисторам VS1 и VS2. Управляющие электроды тринисторов соединены через резисторы R2 и R3 с кнопочными выключателями пультов играющих. Предположим, что первый играющий успел нажать кнопку SB4 своего пульта раньше, чем второй — кнопку SB5. Тогда резистор R2 окажется подключенным к плюсовому выводу источника питания, и через управляющий электрод тринистора VS1 потечет ток. Тринистор откроется, и лампа HL2 зажжется. Если даже теперь второй играющий нажмет кнопку SB5 на своем пульте, тринистор VS2 не откроется, поскольку его управляющий электрод окажется подключенным через диод VD1 и открытый тринистор VS1 к катоду. Лампа HL3 не зажжется.

Аналогично будет работать автомат, если первым нажмет кнопку на своем пульте второй играющий — вспыхнет лампа HL3, а HL2 светиться не будет.

Поскольку указанные на схеме тринисторы допускают ток в открытом состоянии не более 75 мА, лампы HL2 и HL3 следует использовать на напряжение 2,5 В при токе 0,068 А (МН 2,5-0,068). Лампа HL1 — на напряжение 3,5 В при токе 0,26 А (МН 3,5-0,26). Тринисторы могут быть любые другие из серии КУ101. Диоды — любые из серий Д226, Д7. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор — МБМ. Вместо транзистора МП38 можно применить любой транзистор серий МП39—МП42. Динамическая головка — 0,1ГД-6 или другая, мощностью 0,1 ... 0,5 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 6—10 Ом. Источник питания — батарея 3336, но более продолжительно будет работать источник, составленный из трех последовательно соединенных элементов 373. Кнопочные выключатели КМ1—1, разъем — любой конструкции.

Детали блока сигнализации устанавливают в корпусе с наклонной передней панелью — на ней крепят динамическую головку, лампы HL2, HL3 и проз-

рачную пластину-табло, подсвечиваемую снизу лампой HL1. Остальные детали монтируют на плате из изоляционного материала. На задней стенке корпуса устанавливают гнездовую часть разъема XT1. Штырьковую же часть соединяют проводниками длиной 1...1,5 м с пультами. Конечно, не обязательно использовать общий разъем, можно каждый пульт подключить к блоку сигнализации через отдельный малогабаритный разъем.

При проверке и налаживании устройства подбором (если это понадобится) резисторов R2 и R3 добиваются надежного открывания тринисторов при замыкании контактов кнопочных выключателей SB4 и SB5 соответственно. Тональность звукового сигнала можно изменить подбором резистора R1 или конденсатора C1.

В целях повышения экономичности подобный автомат может быть выполнен на транзисторах, интегральных микросхемах и светодиодах (рис. 67). В нем также есть кнопка судьи и кнопки играющих, но отсутствует звуковая сигнализация.

Как только выключателем SA1 на автомат подается напряжение, начинает заряжаться через резистор R1 конденсатор C2. Примерно через 7 с можно начинать игру. В это время составной транзистор VT1VT2 открыт и на выводах 1, 13 микросхемы логический 0. Такой же уровень и на выводах 5, 9 этой микросхемы, поэтому светодиод HL1 горит. На выводах 3 микросхем DD2 и DD3 — логический 0, а на выводах 13 — логическая 1.

Когда судья нажимает кнопку SB1, конденсатор C2 разряжается через резистор R2. Триггеры DD1.1 и DD1.2 переходят в другое состояние, когда на выводах 5 и 9 — логическая 1, а на выводе 8 (а значит, и на выводах 1 триггеров DD2.1 и DD3.1) — логический 0. На выводах 8 триггеров DD2.1, DD3.1 — логическая 1, поэтому светодиоды HL2 и HL3 не горят. Поскольку на выводы 11 триггеров DD2.2, DD3.2 поступила логическая 1, на выводах 9 появляется логический 0 — он подается на входы D триггеров DD2.1 и DD3.1.

Сброс конденсатору C2 вновь зарядиться, вспыхнет светодиод HL3 — в этот момент играющие (их двое) должны возможно быстрее нажать «свою» кнопку — SB2 или SB3. Предположим, что раньше оказалась нажатой кнопка SB2. Мгновенно на выводе 8 триггера DD2.2 появляется логическая 1 и вспыхивает светодиод HL2. Одновременно появляется логический 0 на выводе 9 —

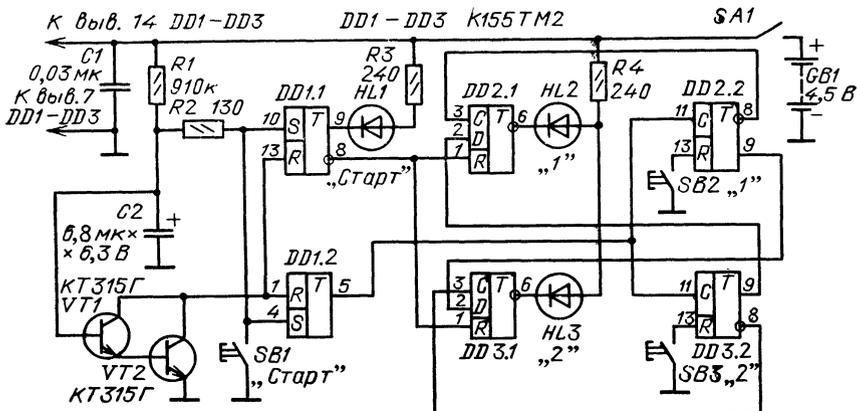


Рис. 67. Вариант автомата «Кто быстрее?» на трех микросхемах

он поступает на триггер DD3.1 и запрещает переход его в другое состояние, даже если после этого будет нажата кнопка SB3.

Что произойдет, если один из играющих нажмет свою кнопку раньше времени, т. е. раньше зажигания светодиода HL1? В этом случае независимо от того, кто из играющих повинен в фальстарте, на триггеры DD2.1 и DD3.1 поступит сигнал запрета, и после зажигания стартового светодиода не вспыхнет ни один из оставшихся светодиодов. Это состояние не изменится даже при последующих отжатиях и нажатиях кнопок SB2 и SB3. Вновь возобновить игру можно лишь после очередного нажатия кнопки SB1 судьей.

Продолжительность зарядки конденсатора C2 зависит от его емкости и сопротивления резистора R1, и ее можно изменять во время игры — для этого судьей достаточно нажать на кнопку SB1 кратковременно, чтобы не полностью разрядить конденсатор.

Для игры взяты резисторы МЛТ-0,125, но подойдут, конечно, и МЛТ-0,25. Конденсатор C1 — любой малогабаритный, C2 — К53-1. Вместо указанных на схеме подойдут другие транзисторы серии КТ315, а вместо светодиодов АЛ307А—АЛ102Б, АЛ102В. Яркость свечения их устанавливают подбором резисторов R3 и R4. Кнопочные выключатели, а также выключатель питания — любой конструкции. Источник GB1 — батарея 3336.

Детали игры, кроме выключателей, светодиодов и источника питания, монтируют на плате (рис. 68) из фольгированного стеклотекстолита. Монтаж может быть и навесной на плате из любого изоляционного материала. Плату укрепляют внутри корпуса подходящих габаритов, на лицевой стенке которого

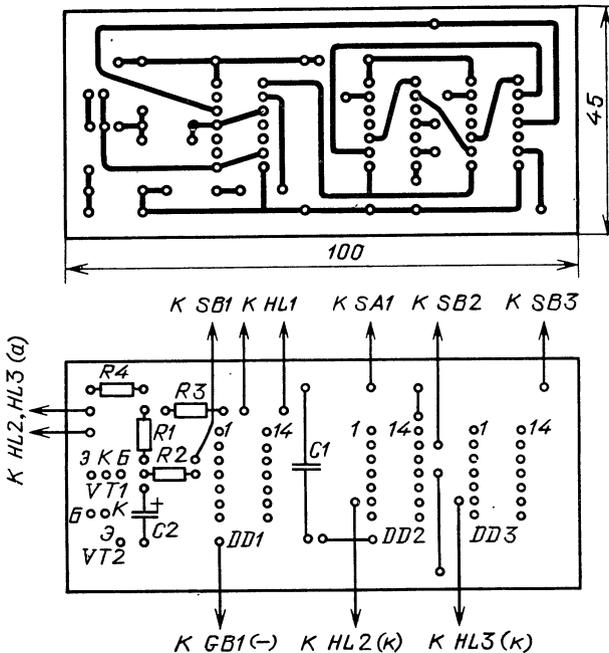


Рис. 68. Печатная плата игрового автомата

Рис. 69. Вариант автомата «Кто быстрее?» на одной микросхеме

размещают остальные детали. Батарею питания укрепляют, например, на дне или нижней крышке корпуса.

Чтобы играющие не видели действий судьи, кнопку SB1 можно вынести за пределы пульта и соединить с ним двухпроводным шнуром достаточной длины.

А вот еще один вариант автомата (рис. 69), в котором использована только одна микросхема серии

K176. По сравнению с микросхемами серии K155 она более экономична и позволяет значительно снизить потребляемый игрой ток от источника питания.

Как и в предыдущих конструкциях, в этой игре три кнопки: судьи (SB3) и двух играющих (SB1 и SB2). Как только судья нажимает свою кнопку (конечно, при подключенном выключателе SA1 источнике питания), загорается светодиод HL1, извещающий о начале игры. Кому из играющих удастся быстрее нажать «свою» кнопку, зафиксирует вспыхнувший соответствующий светодиод — HL2 для первого играющего или HL3 для второго. Он будет светиться до тех пор, пока нажата судейская кнопка SB3, даже если играющие отпустят свои кнопки.

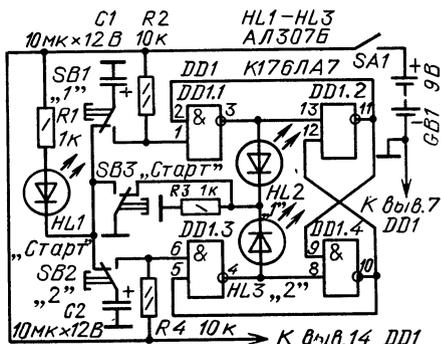
Логическое устройство невозможно обмануть, нажав кнопку раньше времени (фальстарт) в ожидании сигнала «судейского» светодиода. В таком варианте играющий неизбежно потерпит поражение, поскольку логика начинает реагировать на нажатие кнопок играющих только после подачи команды судьей.

Несколько слов о работе логики игры. В исходном состоянии, показанном на схеме, при подаче напряжения питания (выключателем SA1) заряжаются конденсаторы C1 и C2 — через резистор R1, светодиод HL1 и контакты кнопок SB1, SB2. На входах элементов DD1.1 и DD1.3, а также на выходах DD1.2 и DD1.4 логическая 1. На выходах же элементов DD1.1, DD1.3 и входах 13 элемента DD1.2 и 8 элемента DD1.4 — логический 0.

Если в таком положении нажать любую из кнопок играющих — SB1 или SB2, состояние логических сигналов не изменится.

Другая картина будет при нажатии кнопки SB3 — кнопки судьи. Тогда выводы конденсаторов замыкаются через ее контакты, и конденсаторы разряжаются. Стоит теперь нажать первой, скажем, кнопку SB1 — и конденсатор C1 подключится к одному из входов элемента DD1.1. А это равнозначно подаче на вход логического 0. На выходе элемента (вывод 3) появится логическая 1, от которой сработает триггер, выполненный на элементах DD1.2, DD1.4, а также вспыхнет светодиод HL2. На выходе элемента DD1.2, а значит, и на входе (вывод 2) DD1.1 установится логический 0, на элементах же DD1.3, DD1.4 уровни логических сигналов останутся прежними, за исключением входа (вывод 9) элемента DD1.4 — здесь будет логический 0.

Предположим, что теперь второй играющий нажмет кнопку SB2. На входе 6 элемента DD1.3 появится логический 0, а на выводе 4 — логическая 1.



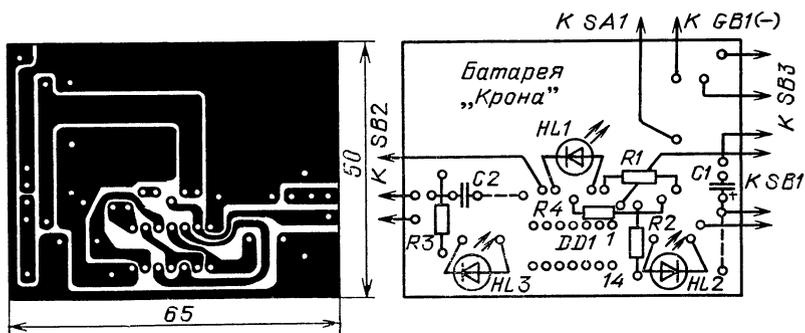
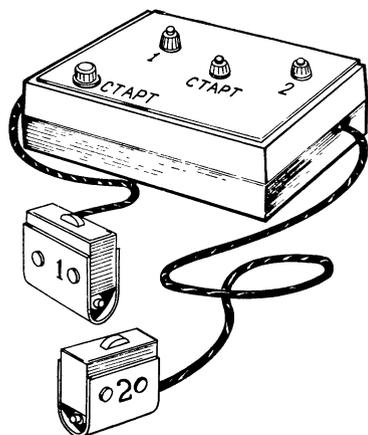


Рис. 70. Печатная плата автомата

Светодиод HL3 вспыхнет, но тут же погаснет, поскольку состояние логического сигнала на выводе 5 элемента не изменится, а конденсатор C2 быстро зарядится через резистор R4 до напряжения логической 1.

Светодиод HL2 будет светиться даже при отпускании кнопки SB1. И лишь после отпускания кнопки SB3 он (а также и HL1) погаснет. Потому что контакты этой кнопки замкнут резистор R3, и на выходе элемента DD1.1, напряжение снизится до прямого напряжения светодиода, которое значительно меньше логической 1. Логическое устройство установится в исходное состояние.

Вместо указанной на схеме в игре можно использовать аналогичную микросхему серии К561 или К564 (в последнем варианте придется изменить чертёж печатной платы). Светодиоды — любые излучающие свет, с постоянным прямым напряжением не более 3 В и возможно меньшим током потребления. Резисторы — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25, кнопки — КМ1-1, выключатель питания — любой малогабаритный (можно вообще исключить его, поскольку потребляемый игрой ток в исходном состоянии составляет единицы микроампер), источник питания — батарея «Крона». Оксидные конденсаторы — К50-6 или К50-12 (их выводы, показанные на чертеже печатной платы штриховой линией, впаявают в дополнительные отверстия).



Большинство деталей игры смонтировано на плате (рис. 70) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Плату размещают внутри корпуса (рис. 71), в верхней крышке которой просверлены отверстия под светодиоды и толкатель кнопки (сама кнопка установлена на металлической стойке) SB3. Выключатель питания может быть размещен на одной из боковых стенок корпуса, а источник питания — внутри корпуса. Через отверстия в боковых стенках корпуса выведены двухпроводные тонкие кабели или шнуры либо просто свитые между собой монтажные проводники в изоляции, которые припаяны

Рис. 71. Внешний вид автомата



эистора VT1 и управляющий переход тринистора VS2. Но этого тока недостаточно для открывания тринистора. Если в течение времени зарядки конденсатора (около секунды) снайпер нажмет кнопку выключателя SB2, резистор R4 окажется подключенным к источнику питания, и через управляющий электрод тринистора потечет большой ток. Тринистор откроется и включит лампу HL3 — она будет светиться до тех пор, пока на пульте не нажмут кнопку выключателя SB3 и не приведут устройство в исходное состояние.

Если же снайпер не успеет этого сделать, лампа останется погашенной. При попытке же обмануть автомат и нажатии спускового крючка (кнопки SB2) винтовки заранее сразу же загорится лампа HL1, потому что в этом случае через резистор R1 и управляющий электрод тринистора VS1 потечет ток. Тринистор откроется, и лампа окажется подключенной к источнику питания.

Резистор R2 нужен для разрядки конденсатора после отпускания кнопки переключателя SB1, резистор R3 ограничивает ток через эмиттерный переход транзистора, а R1 и R4 — ток через управляющие переходы тринисторов.

Лампы желательно использовать мощностью не менее 1 Вт. Подойдут, например, автомобильные лампы от подфарников или указателей поворотов. Транзистор может быть любой из серий КТ315, МП35—МП37 со статическим коэффициентом передачи тока 30 ... 50, тринисторы — любые из серий КУ201, Д235, Д238. Источник питания — две последовательно соединенные батареи 3336.

Детали игры, кроме ламп и выключателя SB2, можно разместить в небольшом корпусе — пульте управления — на верхней панели его укрепляют переключатель SB1 и выключатель SB3. От пульта протягивают жгут из гибких монтажных проводов в изоляции, которые подходят к лампам мишени: HL2 установлена в «яблочке», HL1 и HL3 — в верхних углах мишени. Саму мишень располагают на расстоянии двух-трех метров от пульта управления. Вблизи пульта — исходная позиция снайпера. Двухпроводный шнур от контактов спускового крючка (SB2) его винтовки подводят к пулту.

Налаживание устройства начинают с подбора режима работы тринистора VS1. Нажав кнопку выключателя SB2, подбирают резистор R3 с таким сопротивлением, чтобы тринистор открылся и загорелась лампа HL1. Выключить тринистор можно только кратковременным нажатием кнопки SB3.

Аналогично устанавливают режим второго тринистора — подбором резистора R4. Но предварительно замыкают перемычкой выводы эмиттера и коллектора транзистора.

Далее проверяют работу автомата при одновременном замыкании контактов выключателя SB2 и нажатии на кнопку переключателя SB1. При необходимости подбирают резистор R3 с таким сопротивлением, чтобы транзистор, а значит, и тринистор надежно открывались.

## КТО ВЫШЕ ПОДПРЫГНЕТ?

На стене висит небольшое табло с металлическими контактами, расположенными на разной высоте, и сигнальными лампами. От табло тянется гибкий провод со щупом на конце. Участник игры берет щуп в правую руку и подпрыгивает, стараясь коснуться щупом одного из контактов. Если ему это удастся, на табло вспыхивает соответствующая лампа. Побеждает тот, кто смо-

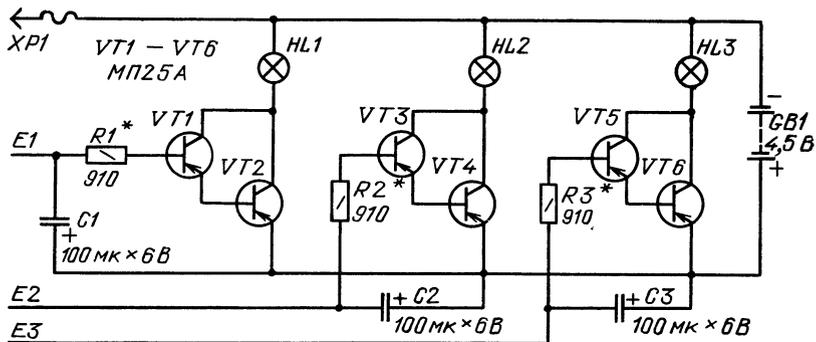


Рис. 73. Схема игрового автомата «Кто выше подпрыгнет?»

жет зажечь красную сигнальную лампу, коснувшись наиболее высоко расположенного контакта.

Познакомимся с электронной «начинкой» этой самоделки, показанной на рис. 73. Металлические контакты показаны в виде сенсоров  $E1 - E3$ , а щуп, которым до них дотрагиваются, обозначен буквами  $XP1$ . Каждый из контактов подключен к каскаду, состоящему из оксидного конденсатора, ограничительного резистора и составного транзистора.

Стоит коснуться щупом, скажем, контакта  $E1$  — мгновенно заряжается конденсатор  $C1$  и открывается составной транзистор  $VT1VT2$ . Загорается лампа  $HL1$ . Когда щуп перестает касаться контакта, лампа еще некоторое время продолжает гореть, поскольку конденсатор, словно аккумулятор, успел зарядиться от источника и теперь питает цепь эмиттерного перехода составного транзистора. Транзистор остается некоторое время открытым. Продолжительность свечения лампы зависит от емкости конденсатора, сопротивления ограничительного резистора и входного сопротивления составного транзистора.

Так же работают и другие каскады.

Резисторы могут быть МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, конденсаторы — К50-6 или другие, емкостью 100...200 мкФ, транзисторы — любые из серий МП25, МП26 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 20, лампы — на напряжение 3,5 В, батарея питания — 3336 либо три последовательно соединенных гальванических элемента 373 (с таким источником питания продолжительность работы конструкции значительно возрастет). Выключателя питания нет, поскольку в исходном состоянии игра потребляет незначительный ток. Но при длительных перерывах в работе батарею следует отключать.

Сигнальные лампы ( $HL3$  окрашена в красный цвет) размещают на табло вблизи «своих» контактов, а электронику монтируют на внутренней стенке табло. Детали можно, конечно, спаять на печатной или монтажной плате. В качестве щупа подойдет шариковая авторучка с металлическим стержнем — к нему припаивают многожильный монтажный провод в изоляции (длина провода 2...3 м), либо обыкновенная вилка.

Налаживание игры сводится к подбору ограничительных резисторов. Соединив щуп с контактом  $E1$ , подбирают резистор  $R1$  с таким сопротивлением, при котором напряжение на лампе  $HL1$  будет равным 2,5...3 В. На время налаживания вместо  $R1$  можно установить последовательно соединенные посто-



Для игры подойдут любые тринисторы из серий КУ201, Д235, Д238, но с возможно меньшим током через управляющий электрод, при котором тринистор открывается. Электромагнитные реле — любые, срабатывающие при напряжении 4...5 В и содержащие по две группы размыкающих или переключающих контактов. Подойдут, например, реле РЭС9, паспорт РС4.524.203. Можно использовать реле с несколько большим напряжением срабатывания (до 7 В), но у них придется вскрыть крышку и ослабить возвратную пружину, чтобы реле было способно срабатывать при меньшем напряжении. Сигнальные лампы — на напряжение 6,3 В, источник питания — четыре гальванических элемента 373, соединенных последовательно.

Детали монтируют на задней стенке слегка наклоненного щита, устанавливаемого на земле или на полу на подпорках. На лицевой стенке щита укрепляют кольца и «яблочко», вырезанные, например, из жести. Сверху к щиту прикрепляют защитный прозрачный козырек (например, из толстого органического стекла), на котором устанавливают с внутренней стороны сигнальные лампы, окрашенные в разные цвета или прикрытые цветными светофильтрами. Кнопочный выключатель сброса LSB1 укрепляют в одном из верхних углов щита.

Выключателя питания в этой игре нет, поскольку в исходном состоянии она не потребляет тока. Но при длительном бездействии игры источник все же желательно отключать.

Игра не требует налаживания и при правильном монтаже и исправных деталях начинает работать сразу. Если при касании диском какого-нибудь кольца или «яблочка» соответствующая лампа не зажигается, вероятная причина — недостаточный ток через управляющий электрод тринистора. В этом случае следует уменьшить сопротивление резистора в его цепи.

## АВТОМАТ СЛУЧАЙНЫХ ЦИФР

Обязательная принадлежность многих игр — шестигранный кубик с цифрами на гранях. Бросая его, трудно предугадать, какая цифра окажется на обращенной вверх грани. Каждый раз могут случайно выпасть цифры от 1 до 6.

В электронной игротехе и кубик должен быть, конечно, электронный. Правда, выглядеть он может по-разному, не имея сходства с настоящим игральным кубиком. Но индицируемые им цифры все-таки будут «выпадать» совершенно случайно при каждом пуске устройства. Поскольку подобные электронные устройства работают в автоматическом режиме, их называют иногда автоматами случайных чисел или цифр, а также генераторами случайных чисел.

Пример автомата случайных цифр на лампах накаливания приведен на рис. 75. Он обеспечивает случайное зажигание одной, двух или трех ламп от карманного фонаря. При каждом «ходе» играющий нажимает кнопку SB1 «Пуск», а после отпускания ее отмечает результат в виде числа загоревшихся ламп.

В автомате используются две интегральные микросхемы серии К155. Каждая из микросхем, как известно, состоит из четырех логических элементов 2И—НЕ, но из восьми элементов обеих микросхем задействованы только шесть.

На элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор, вырабатывающий прямоугольные импульсы, следующие с частотой в несколько десятков килогерц. На

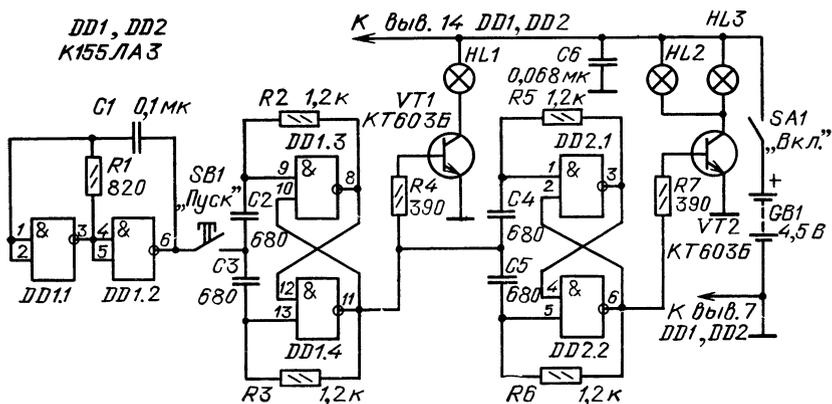


Рис. 75. Схема автомата случайных цифр с лампами накаливания

элементах DD1.3, DD1.4 и DD2.1, DD2.2 собраны триггеры, управляемые поступающими через конденсаторы C2, C3 и C4, C5 сигналами.

Когда нажата кнопка SB1, импульсы генератора поступают на первый триггер, а с его выхода — на второй. Триггеры переключаются с большой скоростью и уследить за их состояниями по лампам невозможно. Но стоит отпустить кнопку, как триггеры окажутся в каком-то, совершенно случайном, устойчивом состоянии. Если, к примеру, на выходе первого триггера (вывод 11 элемента DD1.4) будет логическая 1, откроется транзистор VT1 и зажжется лампа HL1. Если такой же сигнал окажется и на выходе второго триггера (вывод 6 элемента DD2.2), будут гореть и лампы HL2, HL3. В итоге участник игры, управляющий кнопкой, получит три очка. Одна горящая лампа принесет,

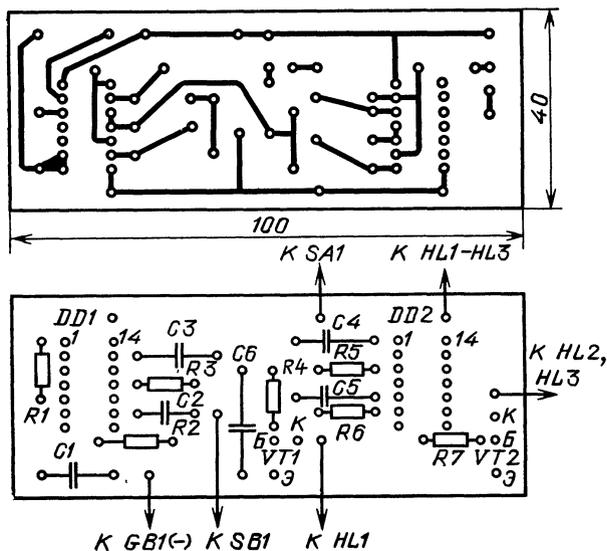


Рис. 76. Печатная плата автомата

естественно, одно очко, две — два. Чтобы соблюдалась аналогия электронного кубика с обыкновенным, каждому играющему предоставляется право за один ход дважды нажимать кнопку пуска и суммировать полученные очки. В этом варианте, правда, минимальное число очков (минимальная цифра) составит 2.

Возможен и другой случай. Каждый играющий делает один ход, в результате которого набирает какое-то число очков. Сделав, скажем, по 10 ходов, каждый участник суммирует полученные очки. Выигрывает, конечно, тот, кто наберет наибольшее число очков. Возможны и другие условия игры.

Кроме указанных на схеме, транзисторы могут быть КТ603А, но со статическим коэффициентом передачи тока не менее 40. Лампы — на напряжение 3,5 В и ток не более 0,14 А. Все резисторы — МЛТ-0,125, но подойдут и МЛТ-0,25. Конденсаторы — любого типа, кнопка и выключатель питания — тоже.

Все детали, кроме источника питания, ламп, кнопки, выключателя, монтируют на печатной плате (рис. 76), укрепляемой затем в корпусе подходящих габаритов. Батарею (3336) устанавливают на съемной нижней крышке корпуса, а лампы, выключатель и кнопку — на верхней панели.

Если монтаж автомата выполнен безошибочно и детали исправны, никакого налаживания не понадобится. При необходимости нужную яркость ламп подбирают резисторами R4 и R7, а частоту генератора — конденсатором С1.

Следует помнить, что надежность работы устройства зависит от напряжения источника питания и при его снижении ухудшается. Лучшие результаты получаются при питании автомата от стабилизированного источника с выходным напряжением 5 В.

Автомат случайных цифр можно собрать всего на одной микросхеме — счетчике, если, во-первых, использовать в качестве индикаторов светодиоды, а во-вторых, воспользоваться характерной особенностью подобных логических устройств — срабатывать от помех в виде импульсов, возникающих при коммутации (замыкании или размыкании) контактов выключателей и переключателей. Это явление называют «дребезгом контактов» и устраняют его последствия различными защитными устройствами.

В нашем случае «дребезжащий» выключатель — это готовый генератор импульсов, число которых при каждом замыкании и размыкании контактов неодинаково — оно изменяется и от силы и от скорости нажатия на кнопку выключателя (если выключатель кнопочный).

Подключив выключатель к счетчику К155ИЕ2, получим простой генератор случайных цифр (рис. 77). К выходам счетчика подсоединены световые индикаторы — светодиоды HL1—HL4.

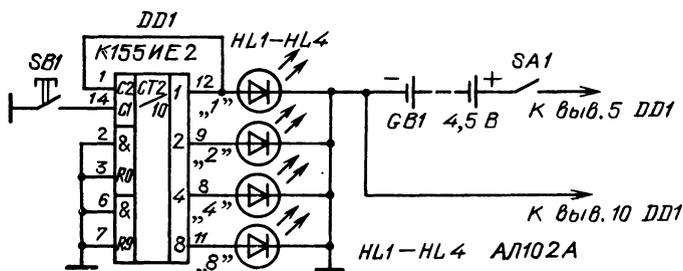


Рис. 77. Схема автомата случайных цифр со светодиодами

При каждом нажатии на кнопку выключателя на вход С1 счетчика будет поступать разное (случайное) число импульсов дребезга, и будет светиться один или несколько светодиодов, или ни один из них. Если каждому светодиоду присвоить свою цифру (1, 2, 4, 8), то суммированием их в соответствии со светящимися в данный момент светодиодами можно получать различные случайные цифры. Можно, конечно, оставить условие предыдущего автомата — составлять цифру по числу вспыхнувших светодиодов.

Генератор — автомат случайных цифр монтируют в небольшом корпусе со съемной задней стенкой. На лицевой панели укрепляют выключатель питания (например, тумблер типа МТ1), кнопку (типа П2К или другую) и светодиоды — их вклеивают в отверстия в панели. Микросхему с источником питания (батарея 3336) размещают внутри корпуса.

Как показала практика, подобный генератор случайных цифр не нуждается в налаживании, начинает функционировать сразу, надежен в работе, особенно при использовании длительное время хранившихся кнопок.

И еще один вариант автомата — с газоразрядным индикатором (рис. 78), высвечивающим цифры от 0 до 9. Причем цифра высвечивается лишь при нажатии кнопки, при отпущенной же кнопке цифры индикатора мелькают с такой большой частотой, что практически сливаются в большое светящееся пятно.

На трех элементах микросхемы DD1 собран генератор прямоугольных импульсов, следующих с частотой примерно 100 Гц. Они поступают на счетчик DD2, который преобразует импульсы в сигналы двоичного кода и автоматически сбрасывается в нулевое состояние после прихода каждого десятого импульса.

С выходов счетчика сигналы двоичного кода поступают на дешифратор, который переводит их в десятичный код и подает сигнал на соответствующий электрод газоразрядного индикатора HG1.

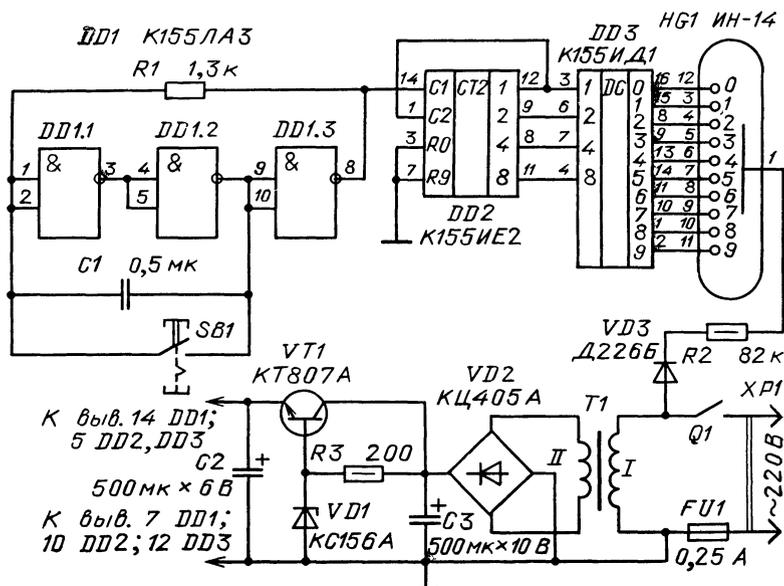


Рис. 78. Схема автомата случайных цифр с газоразрядным индикатором

Генератор импульсов работает до тех пор, пока разомкнуты контакты кнопки SB1. При нажатии же кнопки и замыкании контактов колебания генератора срываются, и счетчик фиксируется в случайном состоянии. Пусть, например, он остановится на седьмом импульсе. Тогда на трех его выходах («1», «2» и «4») появятся логические 1. В итоге на выходе «7» дешифратора будет сигнал, благодаря которому индикатор высветит цифру 7. После отпущения кнопки цифры вновь сливаются в большое световое пятно.

Питание на газоразрядный индикатор поступает непосредственно из сети через однополупериодный выпрямитель на диоде VD3. Микросхемы же питаются от стабилизированного источника напряжением 5 В. Он составлен из понижающего сетевого трансформатора Т1, выпрямительного блока КЦ405А (VD2), параметрического стабилизатора (стабилитрон VD1 и балластный резистор R3) и регулирующего транзистора VT1. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются оксидными конденсаторами С3 и С2.

Вместо микросхемы К155ЛА3 можно использовать К155ЛА4 с тремя элементами ЗИ—НЕ, соединив у каждого элемента все входные выводы. Микросхему К155ИЕ2 допустимо заменить на К155ИЕ5, сделав некоторые изменения в подключении ее выводов: выводы 2 и 7 оставить свободными, вывод 6 соединить с выводом 11, а вывод 3 — с выводом 9. Регулирующий транзистор может быть любой из серий КТ807, КТ815, КТ817. Вместо выпрямительного бло-

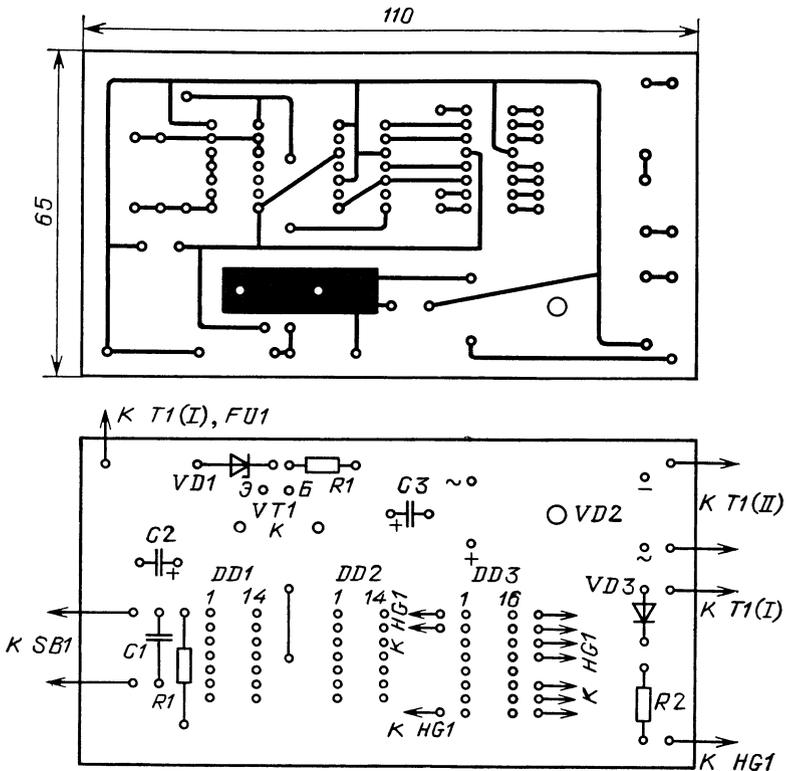


Рис. 79. Печатная плата автомата

ка КЦ405А хорошо работают диоды (по одному в каждом плече), рассчитанные на выпрямленный ток не ниже 200 мА и обратное напряжение не менее 20 В. Диод VD3 может быть любым, рассчитанным на обратное напряжение не менее 300 В и выпрямленный ток не ниже 5 мА. Оксидные конденсаторы — К50-6, С1 — МБМ, резисторы — МЛТ-0,125 (R1) и МЛТ-0,5 (R2, R3). Понижающий трансформатор — любой маломощный, с переменным напряжением на обмотке II 4...5 В. Кнопка и выключатель питания — любой конструкции.

Большинство деталей автомата монтируют на печатной плате (рис. 79) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Гибкие выводы газоразрядного индикатора припаивают к соответствующим точкам платы. Чтобы выводы не могли замкнуться между собой, на них желательно надеть отрезки поливинилхлоридной изоляции, снятой с монтажного провода.

Плату укрепляют в корпусе подходящих размеров так, чтобы через отверстие в передней панели был виден индикатор. На передней панели укрепляют кнопку и выключатель питания, на задней устанавливают держатель предохранителя с предохранителем.

Следует обратить внимание на то, что один из проводов сети гальванически соединен с общим проводом автомата. Поэтому при проверке и эксплуатации конструкции нужно помнить о мерах безопасности и делать перепайки (если понадобится) выводов деталей только при вынутой из сетевой розетки вилке питания автомата. Работать с автоматом станет безопаснее, если во время изготовления трансформатора (в случае отсутствия готового) на его сердечник будет намотана дополнительная обмотка на 220 В, используемая для питания газоразрядного индикатора.

### «КРАСНЫЙ ИЛИ ЗЕЛЕНый»

Эта игра в некоторой степени напоминает предыдущую, поскольку в ней тоже используется элемент случайности вспыхивания лампы красного или зеленого цвета. Но в отличие от предыдущей игры, в данной поставлено жесткое условие — играющий загадывает цвет лампы, которая должна вспыхнуть, а уже потом нажимает кнопку автомата. Если зажглась именно лампа такой окраски, играющий получает очко или несколько очков (в зависимости от дополнительных условий игры).

Хотя в предыдущих конструкциях для получения случайных сигналов применялся генератор, вырабатывающий прямоугольные импульсы управления устройством индикации, в данном приборе роль генератора выполняет освети-

тельная сеть с достаточной для игры частотой следования полупериодов напряжения — 100 Гц. Поэтому в игре (рис. 80) нет ни транзисторов, ни микросхем, а в качестве коммутярующих элементов использованы тринисторы (VS1, VS2), в анодных цепях которых стоят лампы HL1 (красного цвета) и HL2 (зеленого цвета).

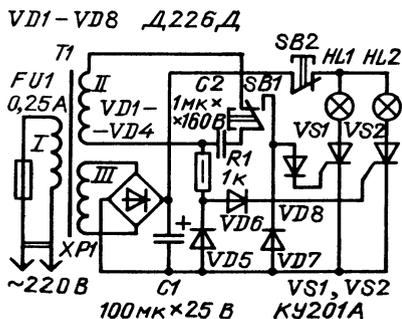


Рис. 80. Схема игры «Красный или зеленый»

В показанном на схеме положении переключателя SB1 и выключателя SB2 конденсатор C2 подключен к обмотке II понижающего трансформатора T1, а на анодные цепи тринисторов подано постоянное напряжение с выпрямителя, выполненного на диодах VD1—VD4. Конденсатор перезаряжается с частотой 100 Гц, и трудно угадать, в какой момент на его выводах будет та или иная полярность напряжения.

Когда нажимают кнопку SB1, конденсатор оказывается подключенным к управляющим электродам тринисторов. Но открывается лишь один из них. Если, скажем, на правом по схеме выводе конденсатора C2 плюс напряжения, а на левом — минус, откроется тринистор VS1 и загорится лампа HL1. При обратной полярности окажется открытым тринистор VS2, светиться будет лампа HL2.

Чтобы погасить лампу и привести автомат в исходное состояние, нужно кратковременно нажать кнопку SB2 и снять напряжение с анодных цепей тринисторов.

Диоды VD5—VD8 — развязывающие, резистор R1 ограничивает ток разрядки конденсатора через управляющие электроды тринисторов.

Трансформатор T1 — готовый, ТВК-110Л2 (унифицированный выходной трансформатор кадровой развертки телевизоров). Его придется немного доработать — разъединить на щечке с контактами соединенные вместе выводы вторичных обмоток (они соединены последовательно). Помните, что обмотка II намотана более тонким проводом и содержит большее число витков по сравнению с обмоткой III. Подойдет другой готовый или самодельный трансформатор мощностью не менее 5 Вт с напряжением на обмотке II 15 ... 25 В, а на обмотке III — 12 ... 16 В (при токе до 0,2 А).

Диоды могут быть любые из серий Д226, КД105, Д7. Конденсатор C1 — К50-6, C2 — МБМ или другой бумажный. Тринисторы — любые из серий КУ201, КУ202, Д235, Д238, но с возможно меньшим током управляющего электрода, необходимым для открывания тринистора. Лампы — МН26-0,12 (на напряжении 26 В и ток 0,12 А).

Детали игры размещают в любом подходящем по габаритам корпусе. На лицевой панели укрепляют кнопочный переключатель и выключатель, а также устанавливают сигнальные лампы, окрашенные в соответствующий цвет (или прикрытые разноцветными колпачками).

Как правило, игра начинает работать сразу. Если при нажатии кнопки SB1 не загорается ни одна из ламп, это значит, что конденсатор C2 не успел зарядиться (переключение произошло в момент перехода полупериода сетевого напряжения через нулевое значение или вблизи этой точки) или зарядился недостаточно, чтобы обеспечить нужный ток через управляющий электрод тринистора. Но вероятность такого состояния невелика. Правда, она увеличивается с ростом сопротивления ограничительного резистора, и это явление можно использовать в игре, подобрав такой резистор, чтобы обеспечивалась равная вероятность трех состояний ламп: горит красная, горит зеленая, не горит ни одна.

Если у вас найдется кнопочный переключатель с двумя группами переключающих контактов, игру можно несколько упростить. В этом случае вместо SB2 впаивают нормально разомкнутые контакты дополнительной группы переключателя SB1. И теперь при нажатии кнопки переключателя одновременно с подключением конденсатора к тринисторам будет подаваться питающее напряжение на их анодные цепи. При отпускании же кнопки светящаяся лампа будет гаснуть.

## ДЛЯ НОВОГОДНЕЙ ЕЛКИ

### ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ОДНОЙ ГИРЛЯНДЫ

Иногда на ветвях новогодней елки оказываются развешанными осветительные лампы всего одной гирлянды. Но даже в этом случае можно получить большой световой эффект, если лампы гирлянды будут мигать. А для этого гирлянду нужно подключить к сетевой розетке через детали, показанные на рис. 81.

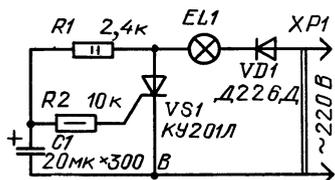


Рис. 81. Схема тринисторного переключателя одной гирлянды

В первый момент после включения вилки XP1 в сеть начинает заряжаться конденсатор C1. Гирлянда EL1 пока не горит. По мере зарядки конденсатора постоянное напряжение на нем возрастает. Как только оно достигает определенного значения, открывается триакист VS1. Вспыхивает гирлянда EL1, конденсатор разряжается через резистор R1 и открытый триакист. Последний закрывается, гирлянда гаснет. Вновь начинается зарядка конденсатора, и процесс повторяется.

Гирлянда может быть как готовая, так и самодельная, составленная из последовательно соединенных ламп на общее напряжение 220...250 В при токе потребления не более 0,4 А. Если же будет использоваться более мощная гирлянда, придется заменить диод Д226Б другим, например Д242Б, а также применить триакист КУ202Л—КУ202Н.

Резисторы — МЛТ-0,5 (R2) и МЛТ-2 (R1), конденсатор — К50-3 или другой, на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме.

Частота переключения (мигания) гирлянды зависит от емкости конденсатора и сопротивления резисторов. Если необходимо плавно изменять частоту переключения, наиболее просто это сделать заменой резистора R2 цепочкой из последовательно соединенных постоянного резистора сопротивлением 6,8 кОм (МЛТ-0,5) и переменного сопротивлением 22...100 кОм (СП-1).

Детали переключателя разместите в небольшом корпусе, на одной из стенок которого можете укрепить розетку для подключения гирлянды. Вполне пригоден вариант, при котором смонтированные по схеме детали закрывают негорючим изоляционным материалом и располагают у основания елки или маскируют на ветвях.

### ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДВУХ ГИРЛЯНД

Чаще на новогодней елке развешивают лампы двух гирлянд. И тогда строят переключатель, который попеременно подключает к сети то одну, то другую гирлянду. Если лампы гирлянд окрашены в разные цвета, елка освещается разноцветными огнями. Управлять двумя гирляндами способен и предыдущий тринисторный переключатель, если вторую гирлянду подключить параллельно тринистору (рис. 82).

Рис. 82. Схема подключения второй гирлянды к тринисторному переключателю

Если гирлянды EL1 и EL2 взяты с одинаковым током потребления, то при закрытом тринисторе они будут гореть вполне накала, а при его открывании гирлянда EL1 засветится полной яркостью, в то время как EL2 погаснет.

Выбрав же, например, гирлянду EL1 со значительно большим током потребления по сравнению с гирляндой EL2 можно добиться их очередного переключения. Когда тринистор открыт, будет гореть гирлянда EL1. При закрывании тринистора гирлянды окажутся соединенными последовательно, но из-за большего сопротивления гирлянды EL2 напряжение будет падать в основном на ней.

Схема другого переключателя двух гирлянд приведена на рис. 83. В нем два мультивибратора, каскад совпадения и электронные ключи на тринисторах.

Первый мультивибратор собран на элементах DD1.1 и DD1.2. Частота его колебаний зависит от емкости конденсаторов C1, C2 и сопротивлений резисторов R1—R3. Изменять частоту колебаний можно переменным резистором R1.

Во втором мультивибраторе использованы элементы DD1.3 и DD1.4. Здесь частота колебаний зависит от емкости конденсатора C3 и сопротивления резисторов R7, R8. Изменяют частоту генерируемых колебаний переменным резистором R7.

Частота второго мультивибратора в несколько раз больше, чем первого. Для чего это нужно, станет ясно позже.

Элементы 2И (DD2.1 и DD2.2) второй микросхемы составляют каскад совпадения. На один из входов каждого элемента поступают сигналы с первого мультивибратора, а на другой вход — сигнал со второго мультивибратора. Выходные сигналы элементов управляют электронными ключами на тринисторах VS1 и VS2, в анодные цепи которых включены гирлянды ламп EL1 и EL2.

Как работает этот переключатель? Начнем с момента, когда контакты выключателя SA1 замкнуты. Тогда второй мультивибратор не работает и на

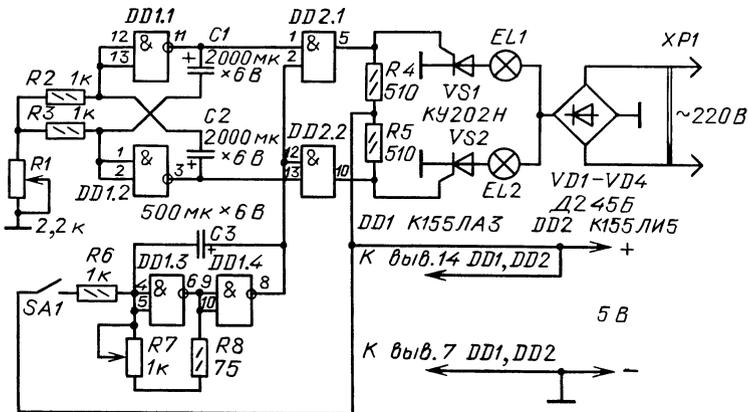
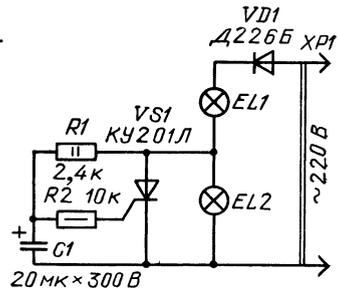


Рис. 83. Схема переключателя двух гирлянд на микросхемах

его выходе (выход 8 элемента DD1.4) сигнал логической 1 — он поступает на один из входов элементов DD2.1 и DD2.2. А первый мультивибратор работает и на его выходах (выводы 11 и 3 микросхемы DD1) поочередно появляется логическая 1. Поэтому также поочередно изменяют свое состояние элементы DD2.1 и DD2.2, а значит, открываются транзисторы и зажигаются гирлянды ламп. Иначе говоря, автомат работает как обычный переключатель гирлянд.

Когда же контакты выключателя SA1 разомкнуты (показано на схеме), второй мультивибратор начинает работать. Его сигналы периодически изменяют состояние того или иного элемента каскада совпадения. В итоге включенная гирлянда ламп начинает мигать.

Транзисторы могут быть КУ202К—КУ202Н, а гирлянды ламп — мощностью до 500 Вт каждая. При более мощных гирляндах транзисторы придется укрепить на радиаторы. Кроме указанных на схеме, подойдут диоды Д245А или

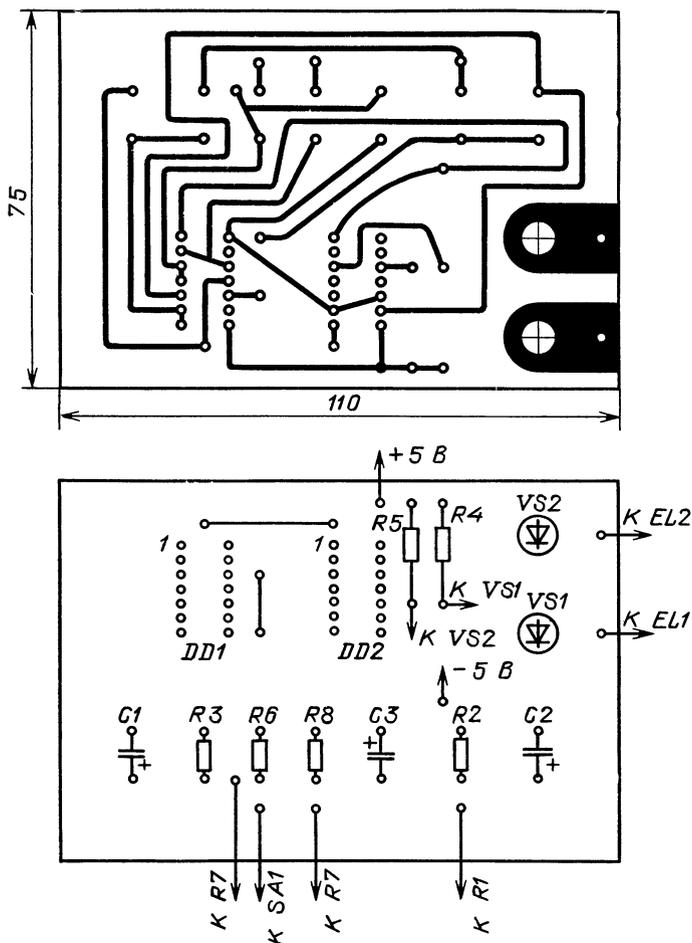


Рис. 84. Печатная плата переключателя

другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 3 А и обратное напряжение не ниже 300 В.

Оксидные конденсаторы — К50-6; С1 и С2 можно составить каждый из нескольких конденсаторов меньшей емкости, соединенных параллельно, но при такой замене придется подкорректировать чертеж печатной платы. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25, переменные — СП-I или аналогичные.

Часть деталей автомата смонтируйте на печатной плате (рис. 84) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Показанные на чертеже перемычки монтируют на плате со стороны деталей. Выводы катода и управляющего электрода тринисторов соединяют с соответствующими цепями автомата монтажными проводниками в изоляции.

Для питания микросхем желательно использовать стабилизированный источник напряжением 5 В при токе нагрузки не менее 150 мА.

## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ТРЕХ ГИРЛЯНД

Более эффектно будет освещаться новогодняя елка, на ветвях которой разместятся три гирлянды ламп и каждая из них начнет вспыхивать через определенные промежутки времени. Автомат для такого управления гирляндами можно собрать на транзисторах и тринисторах по схеме, приведенной на рис. 85. Причем благодаря использованию тринисторов яркость свечения гирлянд удастся изменять не скачком, как, например, в предыдущих устройствах, а более плавно.

Хотя на схеме показаны три гирлянды ламп (ЕL1—ЕL10, ЕL11—ЕL20, ЕL21—ЕL30), для управления их свечением используются всего два одинаковых блока — А1 и А2.

Рассмотрим работу одного из блоков — А1. В него входят релаксационный генератор на динисторе VD1 и регулятор мощности, выполненный на транзисторе VT1, динисторе VD2 и тринисторе VS1. После включения устройства в сеть начинает заряжаться (через резистор R1) конденсатор С2. Когда напряжение на нем достигнет напряжения включения динистора, конденсатор разрядится через динистор и резистор R2. Продолжительность зарядки конденсатора зависит от его емкости и сопротивления резистора R1, а продолжительность разрядки — от его емкости и сопротивления резистора R2. Суммарное время цикла зарядки — разрядки и определяет частоту переключения гирлянд. Для ее уменьшения (когда это необходимо) параллельно конденсатору С2 подключают выключателем SA1 конденсатор С1.

Выделяющиеся на конденсаторе С2 импульсы релаксационного генератора поступают через резисторы R3, R4 на базу транзистора VT1, участок коллектор — эмиттер которого подключен параллельно конденсатору С4 — он является элементом фазосдвигающей цепочки R6C4.

Пока транзистор закрыт (в начале зарядки конденсатора С2 или в конце разрядки его), конденсатор С4 заряжается быстрее, динистор VD2, а вслед за ним и тринистор VS1, открываются с небольшой задержкой по отношению к началу полупериода сетевого напряжения. Гирлянда ламп ЕL1—ЕL10 горит ярко. По мере нарастания на базе транзистора амплитуды импульса, поступающего с движка переменного резистора R4, транзистор начинает открываться и шунтировать конденсатор С4. Скорость зарядки конденсатора снижается, за-

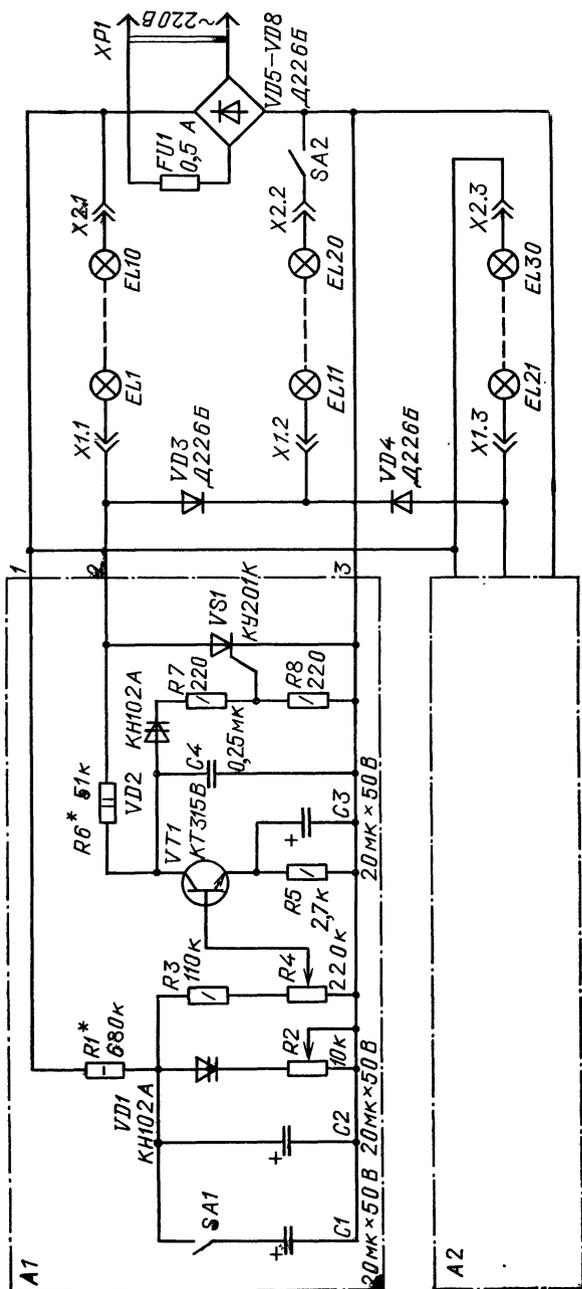


Рис. 85. Схема транзисторно-тиристорного переключателя трех гирлянд

держа открывания тринистора возрастает, яркость гирлянды падает. Переменным резистором R2 устанавливают частоту, а резистором R4 — диапазон изменения яркости гирлянды.

Аналогично работает и блок А2, управляющий работой гирлянды ламп EL21—EL30. Но между блоками нет никакой синхронизации, каждый из них работает со своей частотой переключения. Поэтому могут наблюдаться такие моменты, когда обе гирлянды окажутся погашенными, что нежелательно при эксплуатации автомата в затемненном помещении. Вот почему в устройство введена дополнительная гирлянда ламп EL11—EL20, подключенная к выходам обоих блоков через развязывающие диоды VD3, VD4. Если горят основные гирлянды, дополнительная почти не светится. При ярко горящей одной основной гирлянде дополнительная с другой основной оказываются включенными последовательно и светится вполнакала. Когда же гаснут обе основные гирлянды, вспыхивает дополнительная. При желании дополнительную гирлянду можно обесточить выключателем SA2.

Транзисторы КТ315В можно заменить на КТ312Б, тринисторы КУ201К — на КУ201Л, диоды Д226Б — на другие выпрямительные, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 100 мА и обратное напряжение не ниже 300 В. Конденсаторы С1—С3—К50-6, С4—МБМ. Динисторы — указанного на схеме типа, но при монтаже их желательно в качестве VD1 использовать тот, у которого большее напряжение включения (это нетрудно определить по амплитуде импульсов между анодом динистора и общим проводом блока). Постоянные резисторы — МЛТ-2 (R6), МЛТ-1 (R1), МЛТ-0,25 (остальные), переменные R2 и R4 — СП-1.

Детали каждого блока (кроме выключателя и переменных резисторов) монтируют на отдельной печатной плате (рис. 86), которую затем устанавливают

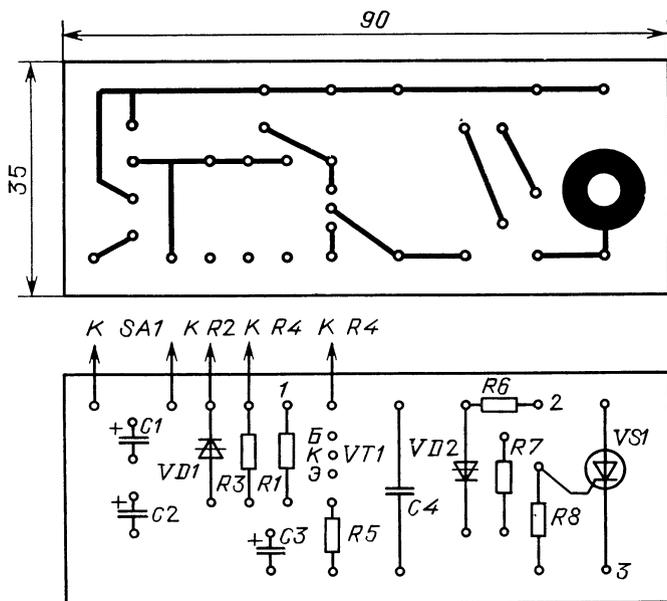


Рис. 86. Печатная плата блока управления

ют внутри общего корпуса — пульта управления. На лицевой панели пульта крепят переменные резисторы и выключатели, а на задней стенке — гнездовые части разъемов X1 и X2.

Гирлянды составлены из последовательно соединенных ламп на напряжение 26 В и ток потребления 0,12 А. Лампы размещают в разборных шарах из цветного прозрачного полистирола наружным диаметром 80 мм, внутренним — около 74 мм. Одна половина шара граненая, вторая — гладкая с нанесенным на нее зеркальным покрытием. В каждом шаге монтируют по три лампы (в одном шаре, например, EL1, EL11, EL21, в другом — EL2, EL12, EL22 и т. д.), окрашенные цапон-лаком в разный цвет. Для крепления ламп вырезают из прозрачного органического стекла держатели (рис. 87) с тремя отогнутыми лапками. В отверстия лапок лампы винчивают в нагретом состоянии цоколем к центру держателя. Все держатели устанавливают в шарах лампами к зеркальному покрытию. Соединительные провода между лампами свивают, концы проводов гирлянд подпаивают к штырьковым частям разъемов X1 и X2.

Нетрудно подсчитать, что все гирлянды разместились в десяти шарах, представляющих собой своеобразную «нитку». Конечно, для большой елки число таких «ниток» можно увеличить, включив гирлянды параллельно. В этом случае придется заменить диоды VD3—VD8 другими, рассчитанными на больший выпрямленный ток.

Налаживание устройства начинают с регулятора мощности. Движок переменного резистора R4 устанавливают в нижнее по схеме положение, и подбором резистора R6 (если это требуется) добиваются наибольшей яркости свечения гирлянды EL1—EL10 или EL21—EL30 при проверке соответствующего блока. Гирлянду EL11—EL20 временно отключают выключателем SA2.

Далее проверяют релаксационный генератор. Движок резистора R4 устанавливают в верхнее, а R2 в нижнее по схеме положение. Если генератор работает, лампы гирлянды будут резко включаться и плавно выключаться. При отсутствии колебаний яркости придется подобрать резистор R1. Причем сделать это нужно так, чтобы устройство устойчиво работало как при пониженном, так и при повышенном на 15% сетевом напряжении (его устанавливают с помощью автотрансформатора), а также при любом положении движка переменного резистора R2.

Несколько лучшие результаты удается получить при использовании вместо релаксационного генератора на динисторе мультивибратора на двух транзисторах, собранного по приведенной на рис. 88 схеме. В этом случае обеспечи-

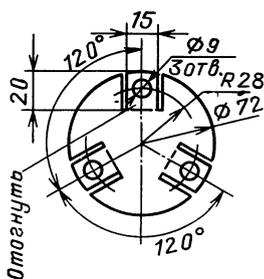


Рис. 87. Держатель ламп

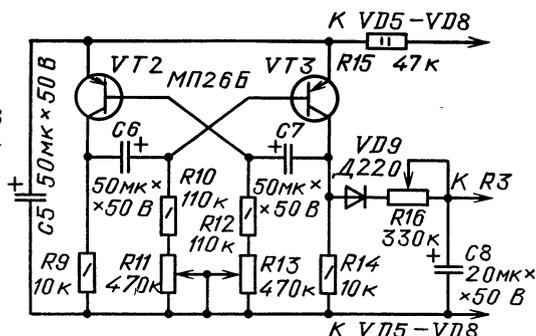


Рис. 88. Схема мультивибратора на транзисторах

вается более плавное зажигание и гашение гирлянды, причем этот процесс можно регулировать переменным резистором R16, составляющим с оксидным конденсатором C8 интегрирующую цепочку. Длительность выходных импульсов мультивибратора и частоту их следования можно изменять переменными резисторами R11 и R13 плавно, а постоянными резисторами R10, R12 и оксидными конденсаторами C6, C7 — грубо. Питание на мультивибратор подается с диодного моста VD5—VD8 через гасящий резистор R15, составляющий с конденсатором C5 фильтр, сглаживающий пульсации выпрямленного напряжения.

При использовании мультивибратора придется несколько увеличить размеры печатной платы, чтобы разместить на ней дополнительные детали. Переменные резисторы R11, R13, R16 в этом варианте устанавливаются на лицевой панели корпуса автомата.

Возможно, вы пожелаете управлять регулятором мощности автомата не импульсами генератора (или мультивибратора), а внешним сигналом. В этом случае можете включить в разрыв верхнего по схеме вывода резистора R3 переключатель, подвижный контакт которого будет подключать резистор либо к генератору, либо к разьему, на который предполагается подавать внешний сигнал (конечно, относительно общего провода блока). Тогда при увеличении положительного напряжения, поступающего на разъем, яркость гирлянды будет падать.

Подавая на разъем сигнал звуковой частоты с магнитофона или проигрывающего устройства, нетрудно заставить вспыхивать гирлянду в такт с исполняемой мелодией, т. е. сделать гирлянду светомузыкальной. Возможно, для этих целей придется предусмотреть в цепи входного сигнала начальное смещение, приоткрывающее транзистор VT1.

Другой автомат, схема которого приведена на рис. 89, также позволяет плавно переключать гирлянды, причем в зависимости от регулировки автомата они будут или плавно загораться и резко гаснуть, или резко загораться и плавно гаснуть. Такой эффект возникает в результате биений между частотой питающей сети и частотой импульсов управления тринисторами, коммутирующими цепи гирлянд.

Автомат состоит из задающего генератора, генератора управляющих импульсов, электронных ключей и тринисторных регуляторов мощности.

Задающий генератор собран на транзисторах VT4 и VT5 по схеме несимметричного мультивибратора с емкостной связью между эмиттерами транзисторов. Выходные импульсы мультивибратора следуют с частотой примерно 300 Гц — ее можно регулировать в пределах примерно 20 Гц переменным резистором R13. Стабильность частоты обеспечивается питанием мультивибратора от параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне VD9 (резистор R7 — балластный).

Триггеры DD1 и DD2 работают в генераторе управляющих импульсов, представляющем собой синхронный счетчик-делитель на 3. Импульсы на синхронизирующие входы триггеров (выводы 12) поступают с задающего генератора. При этом на выходах счетчика появляются импульсы, следующие с частотой 100 Гц. С помощью дифференцирующих цепочек C2R1, C3R5 и C4R5 задние фронты импульсов (они сдвинуты относительно друг друга на треть периода следования импульсов) счетчика преобразуются в короткие отрицательные импульсы, открывающие транзисторы VT1—VT3 электронных ключей. Импуль-

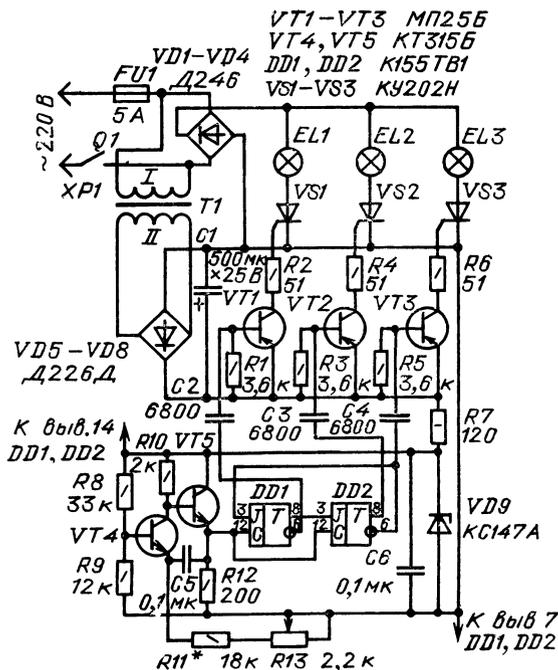


Рис. 89. Схема переключателя трех гирлянд на микросхемах

сы же коллекторных токов транзисторов открывают тринисторы VS1—VS3 и включают гирлянды ламп EL1—EL3.

Гирлянды питаются от двухполупериодного выпрямителя на диодах VD1—VD4, включенных по мостовой схеме. Поскольку сглаживающего конденсатора на выходе выпрямителя нет, частота питающего напряжения равна удвоенной частоте сетевого, т. е. 100 Гц. Если частота управляющих импульсов немного превышает ее, то в результате биений обоих сигналов наблюдается плавное нарастание яркости свечения ламп с последующим их резким выключением. При обратном соотношении частот гирлянды включаются резко и плавно гаснут. Переменный резистор R13 позволяет изменять частоту биений в обе стороны от нуля (среднее положение движка резистора) на 5...7 Гц.

Питание на транзисторные ключи и генераторы подается с выпрямителя на диодах VD5—VD8, также включенных по мостовой схеме. Переменное напряжение на этот выпрямитель подается со вторичной обмотки понижающего трансформатора T1. Выпрямленное напряжение сглаживается оксидным конденсатором C1.

Вместо указанных на схеме транзисторов МП25Б можно использовать другие германиевые или кремниевые транзисторы структуры *p-n-p*, допускающие ток коллектора до 300 мА и напряжение между коллектором и эмиттером не менее 30 В, а также обладающие коэффициентом передачи тока более 30. В задающем генераторе могут работать другие транзисторы серии КТ315 или КТ312 с коэффициентом передачи не менее 50. Диоды Д246 заменимы на другие, обеспечивающие выпрямленный ток не менее 1 А (для гирлянд мощностью до 200 Вт) и рассчитанные на обратное напряжение более 300 В. Вместо

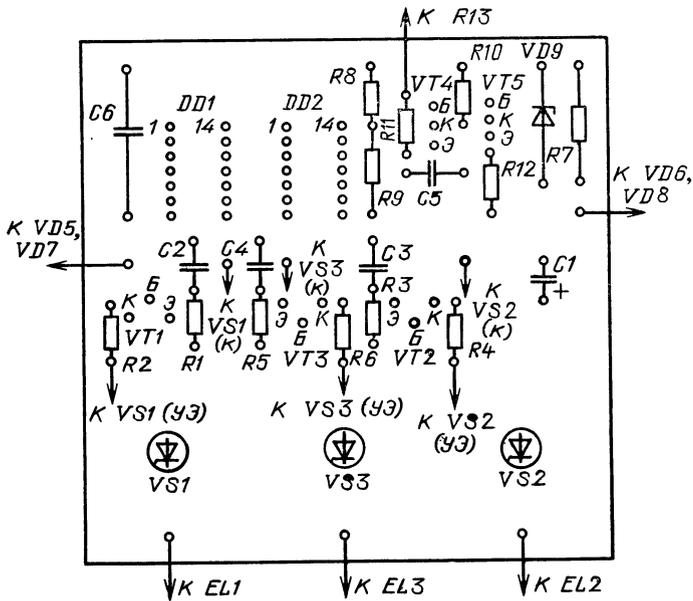
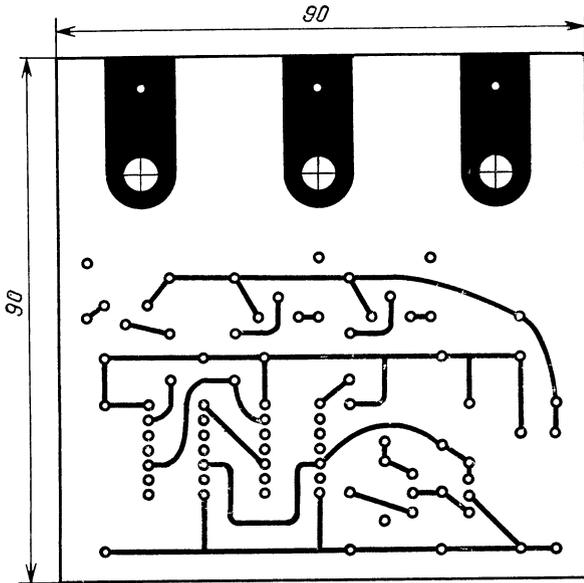


Рис. 90. Печатная плата переключателя

Д226Д подойдут другие диоды этой серии. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, МЛТ-1 (R7), переменный R13—СП-1. Конденсатор С1—К50-6, С2—С4—КЛС, С5 и С6 — МБМ. Тринисторы, кроме указанных на схеме, могут быть КУ202Л, КУ201Л. Трансформатор питания — унифицированный выходной трансформатор кадровой развертки телевизора (ТВК-70Л2) либо другой готовый трансформатор мощностью не менее 10 Вт и с напряжением на обмотке II около 11 В. Подойдет трансформатор и с большим напряжением, но тогда придется более точно подобрать резисторы R2, R4, R6, R7 (установить резисторы с большим сопротивлением).

Часть деталей автомата монтируют на печатной плате (рис. 90) из фольгированного стеклотекстолита. Выводы катодов и управляющих электродов тринисторов соединяют с соответствующими точками платы монтажными проводниками в изоляции. Кроме того, при использовании гирлянд мощностью более 200 Вт каждый тринистор желательно установить на небольшой радиатор (в этом случае на радиатор устанавливают и мощные диоды VD1—VD4). Выпрямительные диоды и трансформатор укрепляют на отдельной плате из изоляционного материала и монтируют навесным способом. Переменный резистор и сетевой выключатель Q1 устанавливают на корпусе автомата, на задней стенке которого крепят держатель с предохранителем FU1. Для облегчения подключения гирлянд можно укрепить на задней стенке разъемы (они не показаны на схеме) в виде сетевых розеток.

Налаживание автомата сводится к подбору (если это необходимо) резистора R11. Для этого вместо него временно включают переменный резистор сопротивлением 22 или 33 кОм. Движок переменного резистора R13 устанавливают примерно в среднее положение и, перемещая движок дополнительного резистора, добиваются нулевой частоты биений (иначе говоря, остановки переключения гирлянд). Измерив получившееся сопротивление дополнительного резистора, впаивают в автомат постоянный резистор с таким же сопротивлением.

## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЧЕТЫРЕХ ГИРЛЯНД

Все чаще можно встретить на новогодней елке не две и не три, а четыре гирлянды ламп, переливающиеся разноцветными огнями. Особенно такое количество гирлянд бывает необходимо для большой елки, например, установленной в школьном зале. Правда, конструкция автомата для управления столькими гирляндами несколько усложняется. Рассмотрим некоторые сравнительно простые варианты автоматов.

Одна из схем автомата приведена на рис. 91. Основные детали в нем — транзисторы, тринисторы, диоды. На транзисторах собран несимметричный мультивибратор, выполняющий роль задающего генератора. Частоту следования его импульсов, выделяющихся на резисторах R1 и R5, можно изменять переменным резистором R3. Импульсы мультивибратора подаются через разделительные конденсаторы С1 и С4 на управляющие электроды тринисторов VS1 и VS2. Диоды VD5 и VD6 защищают управляющие электроды от обратного напряжения.

Питается мультивибратор от выпрямителя на диодах VD8—VD11 через параметрический стабилизатор на стабилитроне VD7 и балластном резисторе R6. Выпрямленное и стабилизированное напряжение сглаживается оксидным конденсатором С5.

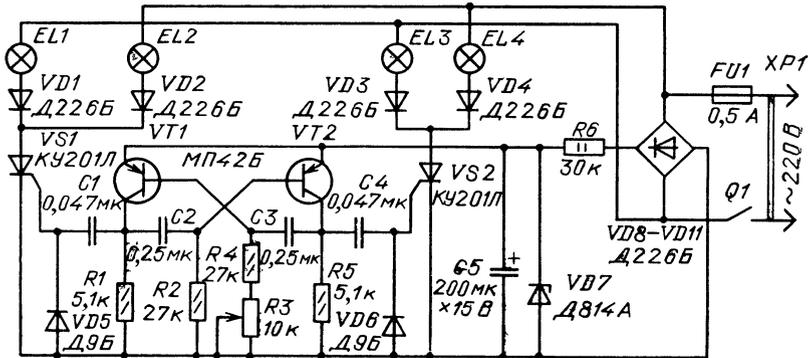


Рис. 91. Схема переключателя четырех гирлянд на транзисторах и тринисторах

В анодную цепь каждого тринистора включено по две гирлянды, но зажигаются они не одновременно. К примеру, когда открыт тринистор VS1, зажигается гирлянда EL1 во время положительного полупериода напряжения на ее верхнем по схеме выводе или гирлянда EL2 во время такого же полупериода напряжения на ее верхнем выводе. Аналогично включаются и остальные гирлянды.

Поскольку мультивибратор не синхронизирован с частотой сети (как и в предыдущем автомате), фаза управляющих тринисторами импульсов непрерывно изменяется относительно фазы сетевого напряжения, что и определяет скорость переключения гирлянд. Очередность же переключения гирлянд (направление «движения» света) зависит от частоты мультивибратора, устанавливаемой переменным резистором R3. В среднем положении движка резистора все гирлянды будут гореть постоянно.

В автомате можно использовать тринисторы серий КУ201 или КУ202 с буквенными индексами К—Н. Вместо указанных на схеме транзисторов МП42Б подойдут другие, серий МП39—МП42. Диоды VD1—VD4, VD8—VD11 могут быть, кроме указанных на схеме, серий КД105, КД202 и другие, с обратным напряжением не менее 300 В и выпрямленным током более 100 мА; диоды VD5, VD6 — любые из серии Д9; стабилитрон VD7 — Д814А, Д814Б, Д808, Д809. Постоянные резисторы — МЛТ-2 (R6), МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25 (остальные), переменный R3 — СП-1, СП3-12.

Все детали, кроме переменного резистора, сетевого выключателя, предохранителя и гирлянд, смонтированы на печатной плате (рис. 92). На плате предусмотрены отверстия для установки дополнительного конденсатора СЗ', который может понадобиться при подстройке частоты мультивибратора. Смонтированную плату устанавливают в корпус, на котором располагают переменный резистор, выключатель, держатель предохранителя с предохранителем. На одной из стенок корпуса можно укрепить сетевые розетки (или другие разъемы) для подключения гирлянд.

Налаживать автомат лучше всего при пониженном (например, с помощью автотрансформатора) переменном напряжении и с низковольтными лампами в качестве гирлянд. При этом резистор R6 временно заменяют резистором меньшего сопротивления (оно зависит от питающего переменного напряжения).

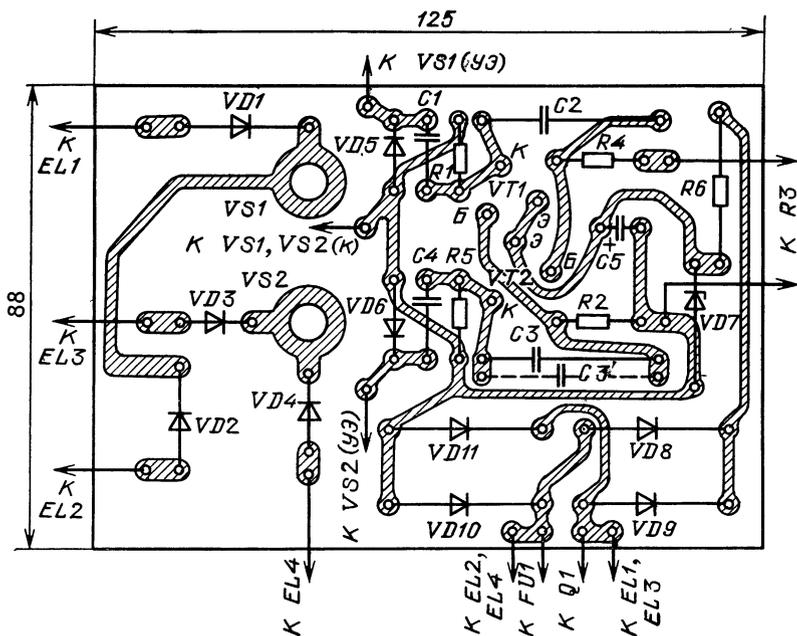


Рис. 92. Печатная плата переключателя

После включения автомата сразу же должны светиться все гирлянды. Если какой-то из транзисторов не включается и часть гирлянд не горит, необходимо подобрать конденсаторы  $C1$  и  $C4$  большей емкости.

После этого подстраивают мультивибратор. Установив движок переменного резистора примерно в среднее положение, подбором резистора  $R4$  (или  $R2$ ), а также конденсатора  $C3$  добиваются остановки переключений гирлянд.

Следующий вариант автомата (рис. 93), выполнен на микросхемах, транзисторах и тринисторах и диодах. На микросхеме  $DD1$  собран симметричный мультивибратор, частоту колебаний которого можно изменять в пределах 195 ... 205 Гц переменным резистором  $R2$ . Через инверторы  $DD1.3$  и  $DD1.4$  прямоугольные импульсы мультивибратора поступают на триггеры  $DD2.1$  и  $DD2.2$ , выполняющие роль делителей частоты. Выходные сигналы триггеров поступают на усилители тока, собранные на транзисторах  $VT1$ — $VT4$ , и далее — через конденсаторы  $C3$ — $C6$  на управляющие электроды тринисторов  $VS1$ — $VS4$ , в анодных цепях которых включены гирлянды ламп  $EL1$ — $EL4$ . Как и в других подобных схемах управления тринисторами, между управляющим электродом и катодом каждого тринистора включен диод, защищающий управляющий переход от обратного напряжения.

В зависимости от соотношения частот мультивибратора и осветительной сети гирлянда или плавно зажигается и резко гаснет или резко зажигается и плавно гаснет. Желаемую периодичность этого процесса, иначе говоря скорость переключения гирлянд, устанавливают переменным резистором  $R2$ .

К 8ыб.14 DD1, DD2

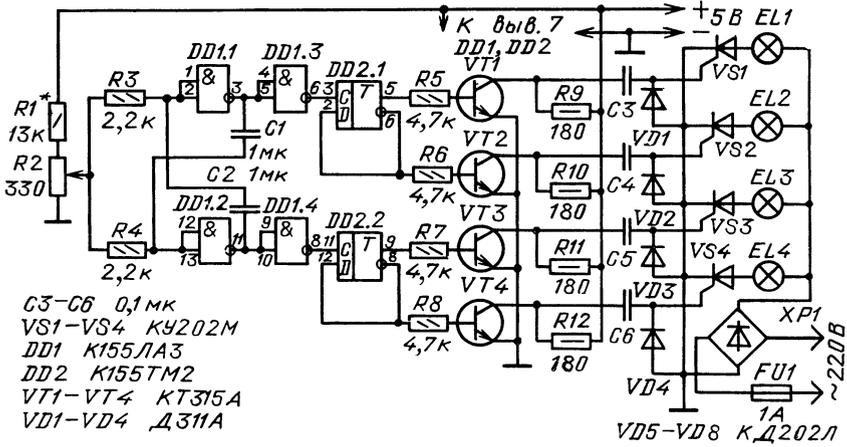


Рис. 93. Схема переключателя четырех гирлянд с микросхемами

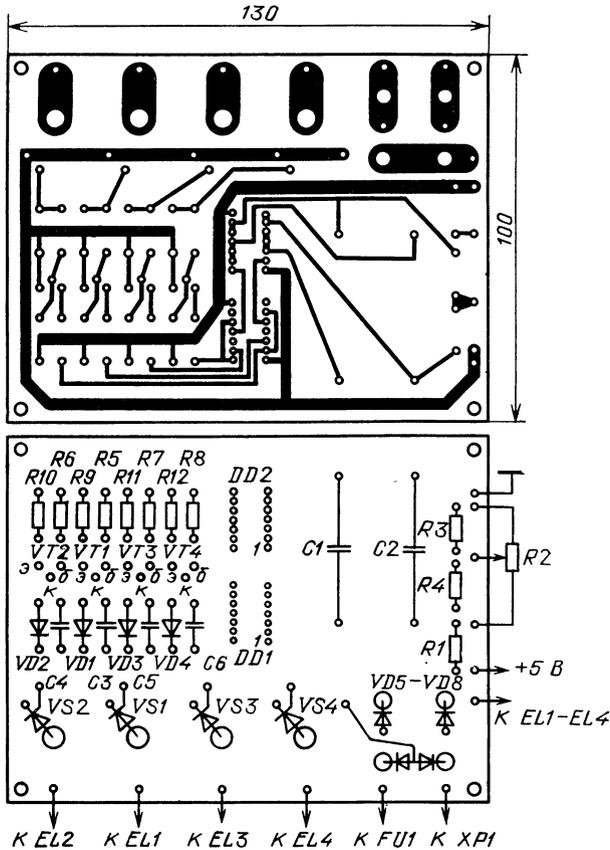


Рис. 94. Печатная плата переключателя

Мультивибратор, триггеры и усилители тока питаются постоянным напряжением 5 В, которое можно подавать от стабилизированного выпрямителя, рассчитанного на ток нагрузки до 100 мА. На триисторы и гирлянды подается пульсирующее напряжение с выпрямителя на диодах VD5—VD8.

Вместо указанных на схеме в автомате могут работать триисторы КУ201К, КУ201Л, КУ202К—КУ202Н; выпрямительные диоды VD5—VD8—КД202Н, КД202Р, КД202С, Д247, Д248; защитные диоды VD1—VD4 — Д220, Д223, КД503; транзисторы — любые из серии КТ315. Конденсаторы С1, С2 — МБМ, остальные — любого типа емкостью 0,047 ... 0,2 мкФ.

Для монтажа деталей автомата подойдет печатная плата, чертежи которой приведены на рис. 94. На плате размещены все детали за исключением переменного резистора и, конечно, гирлянд, а также предохранителя FU1.

Хотя переключатель рассчитан на подключение гирлянд к питающим напряжением 220 В при токе потребления до 0,5 А, к нему можно подсоединять и более мощные гирлянды. Но в этом случае триисторы и выпрямительные диоды следует установить на радиаторы.

Безошибочно смонтированный автомат начинает работать сразу. Если потребуется, пределы изменения частоты мультивибратора можно изменить подбором резистора R1 и установкой переменного резистора другого номинала (470, 680 или 220 Ом).

Небольшое дополнение к автомату в виде каскада на одном транзисторе (рис. 95) позволит разнообразить переключение гирлянд. Вход каскада соединяют с линейным выходом усилителя ЗЧ электрофона или магнитофона. Благодаря диоду VD9 транзистор VT5 открывается лишь во время положительных полупериодов входного сигнала, и тем сильнее, чем больше амплитуда сигнала. В результате изменяется сопротивление участка коллектор-эмиттер транзистора, а значит, изменяется частота мультивибратора автомата и, следовательно, частота переключения гирлянд.

Установив переменным резистором R2 автомата частоту мультивибратора 200 Гц, при которой гирлянды не переключаются, а постоянно светятся, удастся наблюдать интересный эффект. С появлением входного сигнала гирлянды «оживают» и начинают переключаться, причем скорость переключения изменяется в такт с музыкой.

И еще одна схема может быть реализована при постройке переключателя четырех гирлянд — она приведена на рис. 96. Это автомат, который резко отличается от своих предшественников, поскольку позволяет «увидеть» десять вариантов последовательностей включения гирлянд. Нужную программу работы устанавливают переключателями SA1 и SB1.

Как и в предыдущих конструкциях, основу автомата составляют задающий генератор — он в данном случае выполнен на элементах DD2.1—DD2.3. Частота следования импульсов генератора зависит от емкости конденсатора С1 и суммарного сопротивления резисторов R1 и R2. Переменным резистором R2 плавно изменяют частоту следования импульсов, а значит, и частоту переключения гирлянд.

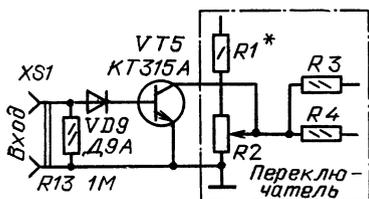


Рис. 95. Схема дополнительного каскада

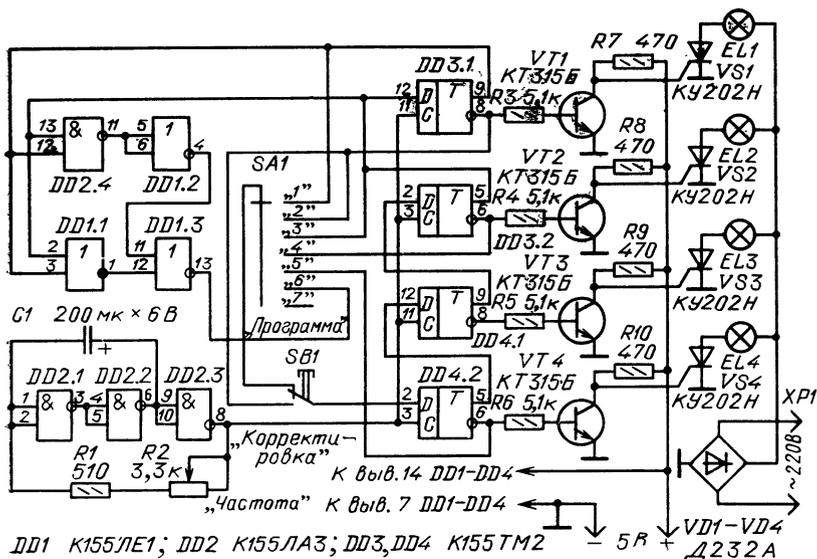


Рис. 96. Схема программируемого переключателя четырех гирлянд

Импульсы задающего генератора поступают на входы «С» (синхронизирующие) триггеров DD3.1—DD4.2—на них выполнен регистр сдвига. В зависимости от положения подвижного контакта переключателя SA1 будет та или иная последовательность появления логических сигналов (0 или 1) на прямых и инверсных выходах триггеров.

Кнопочным переключателем SB1 запускают регистр сдвига и корректируют выдаваемую программу переключения гирлянд. В зависимости от продолжительности удержания кнопки в нажатом состоянии можно получить (при одном и том же положении подвижного контакта переключателя SA1) несколько разновидностей сочетаний включения гирлянд.

Каждая гирлянда включена в анодную цепь «своего» транзистора, на управляющий электрод которого подано через ограничительный резистор постоянное напряжение 5 В. А между управляющим электродом и катодом транзистора включен транзисторный ключ.

Когда с инверсного выхода триггера на базу транзистора поступает логический 0, транзистор закрыт. Но зато открыт транзистор, и горит гирлянда в его анодной цепи. Как только на инверсном выходе триггера появляется логическая 1, транзистор открывается и шунтирует цепь управляющего электрода транзистора. Транзистор закрывается, гирлянда гаснет.

Выше было сказано, что варьируя продолжительностью нажатия кнопки переключателя SB1, можно «запрограммировать» самые разнообразные сочетания включения гирлянд. К примеру, в положении «1» переключателя SA1 удастся получить такие сочетания (тире указывает на одновременно горящие гирлянды, точкой с запятой отделены варианты сочетаний): 1, 2, 3, 4; 1—2, 2—3, 3—4, 4—1; 1—2—3, 2—3—4, 3—4—1, 4—1—2; 1—3, 2—4. В положении «2» сочетания иные: 1, 1—2, 1—2—3, 1—2—3—4, 2—3—4, 3—4, 4; 2—3, 1—3—4,

2—4, 3, 1—4, 2, 1—3, 1—2—4; в положении «3»; 2—3, 1—3—4, 1—2—4; 1—4, 2, 3; в положении «4»: 1, 1—2, 1—2—3, 2—3—4, 3—4, 4; в положении «5»: 1—3, 2—4. В положении «6» вступает в работу узел, выполненный на элементах DD1.1—DD1.3 и DD2.4, который выполняет операцию «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ». Гирлянды начинают включаться по изменяющейся очередности, создавая впечатление повторения разнообразия предыдущих программ. В положении «7» работа переключателя останавливается, и вспыхивают сразу все гирлянды.

Вот какая насыщенная программа может выполняться автоматом.

Анодные цепи транзисторов, а значит, гирлянды, питаются от выпрямителя на диодах VD1—VD4, а цепи управляющих электродов, транзисторные ключи и микросхемы — от любого источника со стабилизированным выходным напряжением 5 В при токе нагрузки до 200 мА. Мощность каждой гирлянды при этом может достигать 500 Вт.

В автомате могут работать любые транзисторы серии КТ315; транзисторы — КУ201, КУ202 с буквенными индексами К—Н (при указанной максимальной мощности гирлянд транзисторы и диоды желательно установить на небольшие радиаторы); диоды — любые, рассчитанные на обратное напряжение не ниже 300 В и выпрямленный ток, превышающий суммарный ток потребле-

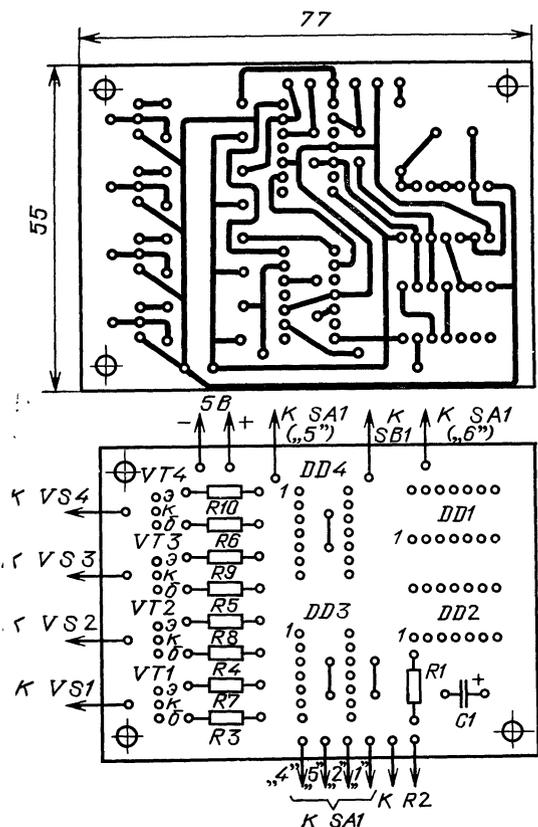
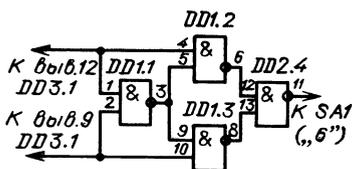


Рис. 97. Печатная плата переключателя

Рис. 98. Схема «комплексного» узла на элементах 2И—НЕ



ния гирлянд. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25, переменный — СП-1. Оксидный конденсатор — К50-6, переключатель SA1 — галетный, например 11П1Н (число его положений ограничивают до семи перестановкой фиксатора), SB1 — кнопка МТ1-1. Часть деталей автомата смонтирована на печатной плате (рис. 97) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Плату укрепляют на общем шасси из изоляционного материала, на котором также закреплены П-образные радиаторы для транзисторов и диодов, согнутые из полосок листового алюминия толщиной 2 мм и размерами 25×55 мм. На шасси могут быть расположены и детали стабилизированного источника питания.

Органы управления автоматом — переключатели, переменный резистор в выключатель стабилизированного блока питания (если он смонтирован на шасси) укрепляют на передней стенке корпуса, в котором установлено шасси. На задней стенке крепят сетевые розетки (они не показаны на схеме) для подключения гирлянд.

В случае отсутствия микросхемы К155ЛЕ1 можно собрать «комплексный» узел на элементах микросхемы К155ЛА3 по приведенной на рис. 98 схеме. Узел значительно упростится, если использовать в нем один из элементов микросхемы К155ЛП5. Тогда вывод 3 микросхемы подключают к контакту «6» переключателя SA1, а выводы 1 и 2 — соответственно к выводам 12 и 9 микросхемы DD3 (триггер DD3.1). Естественно, должны быть подключены к источнику питания выводы 7 (−5 В) и 14 (+5 В) микросхемы. В любом варианте нового исполнения узла придется изменить рисунок печати на плате.

Можно поступить еще проще — отказаться от узла, а значит, и от «комплексной» программы зажигания гирлянд.

Автомат не требует налаживания, но для надежного переключения гирлянд, возможно, придется уменьшить сопротивление резисторов в цепи управляющих электродов транзисторов до 200 Ом. А при желании изменить частоту переключения следует подобрать резисторы R1, R2 и конденсатор C1.

## «БЕГУЩИЕ ОГНИ»

Так называют световой эффект, при котором создается впечатление быстро перемещающегося (бегущего) по лампам гирлянды света. Основа эффекта в том, что гирлянда ламп, расположенных горизонтально или вертикально, на самом деле составлена минимум из двух гирлянд, переключаемых обыкновенным автоматом. Но, во-первых, лампы максимально приближены друг к другу и чередуются (лампа первой гирлянды, лампа второй, лампа первой, лампа второй и т. д.), а во-вторых, частота переключения гирлянд несколько увеличена. Благодаря инерции нашего зрения, при наблюдении поочередно вспыхивающих гирлянд создается впечатление перемещения световых точек, скажем, вправо (при горизонтальной гирлянде) или вверх (если гирлянда вертикальная). Свет как бы «бежит» по гирлянде.

Получить «бегущие огни» вы можете, воспользовавшись предыдущими автоматами переключения двух, а еще лучше трех или четырех гирлянд, распо-

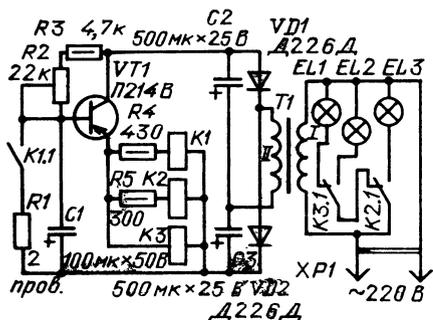


Рис. 99. Схема автомата «бегущие огни» на электромагнитных реле

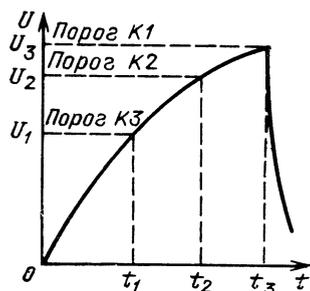


Рис. 100. График очередности срабатывания электромагнитных реле

ложив соответствующим образом лампы гирлянд и подобрав оптимальную частоту переключения. Или собрать предлагаемые ниже устройства, рассчитанные специально на создание указанного эффекта.

Первое устройство (рис. 99) выполнено на базе электромагнитных реле и использует свойство этих деталей срабатывать при определенном токе.

Когда устройство включают в сеть, начинает заряжаться конденсатор С1. Продолжительность его зарядки зависит от сопротивления резисторов R2 и R3. Поскольку конденсатор стоит в цепи базы транзистора VT1, включенного эмиттерным повторителем, напряжение на эмиттерной нагрузке (реле K1—K3 и резисторы R4, R5) будет возрастать так же плавно, как и на конденсаторе (рис. 100). Как только оно достигнет порога срабатывания реле K3 (момент  $t_1$ ) контакты K3.1 отключат гирлянду EL1 и включают EL2.

Но напряжение будет расти, и вскоре оно достигнет порога срабатывания реле K2 (момент  $t_2$ ). Его контакты K2.1 отключат от сети гирлянду EL2 и подключат EL3. Дальнейший рост напряжения на конденсаторе приведет к срабатыванию реле K1 (момент  $t_3$ ), которое контактами K1.1 разрядит конденсатор С1 через резистор R1, и транзистор закроется. Устройство возвратится в исходное состояние, вновь вспыхнет гирлянда EL1.

Скорость переключения гирлянд можно регулировать переменным резистором R2, на нее влияют и резисторы R4, R5.

Лампы гирлянд питаются непосредственно от сети через контакты реле, а автомат переключения — от однополупериодного выпрямителя с удвоением напряжения. Переменное напряжение на выпрямитель подается с понижающего трансформатора Т1.

Транзистор может быть, кроме указанного на схеме, П214А, П214Б, П214Г, П215, П216Г, П216Д, П217—П217Г. При монтаже его нужно установить на радиатор площадью поверхности не менее 30 см<sup>2</sup>. Электромагнитные реле — РЭС9 паспорт РС4.524.200. Резистор R1 — проволочный сопротивлением 1...3 Ом; переменный резистор R2 — любой конструкции; остальные резисторы — МЛТ-0,5. Конденсаторы — К50-6 либо другие, на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме. Диоды — любые, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 50 мА и обратное напряжение не ниже 80 В. В качестве трансформатора питания использован унифицированный выходной трансформатор кадровой развертки телевизоров ТВК-110ЛМ.

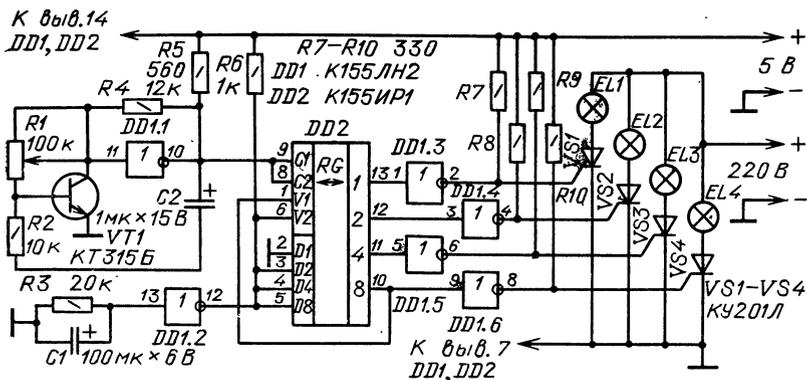


Рис. 101. Схема автомата «бегущие огни» на сдвиговом регистре

Детали автомата могут быть расположены на любой подходящей плате из изоляционного материала и смонтированы навесным способом. Деталей в автомате немного, схему монтажа нетрудно составить самостоятельно.

Налаживание автомата сводится к подбору резисторов R4, R5 (если это необходимо) по одинаковой продолжительности горения ламп гирлянд.

Основой другого автомата (рис. 101) служит одна из интересных микросхем серии K155 — четырехразрядный универсальный сдвиговый регистр K155IP1, содержащий четыре синхронных RS-триггера. В зависимости от уровня логического сигнала на входе «D2» микросхема работает либо в режиме записи по входам триггеров, либо осуществляет сдвиг информации от триггера к триггеру с каждым тактовым импульсом.

Используя эту микросхему, удалось разработать сравнительно простой автомат «бегущих огней» с четырьмя гирляндами. Он содержит тактовый генератор на элементе DD1.1 и транзисторе VT1, формирователь импульса сброса на элементе DD1.2, регистр сдвига DD2 и инверторы DD1.3—DD1.6, управляющие тринисторами VS1—VS4 с гирляндами ламп EL1—EL4 в анодных цепях.

Как только будет подано напряжение питания, начнет заряжаться входным током элемента DD1.2 (элемент «HE») конденсатор C1, что равносильно подаче на вход элемента логического 0. Поэтому на выходе элемента установится логическая 1, которая будет присутствовать в течение 0,5 ... 0,7 с (пока заряжается конденсатор). Этот сигнал переведет регистр DD2 в режим записи и первый импульс тактового генератора запишет по входу «D1» (вывод 2) логический 0, а по входам «D2», «D4», «D8» (выводы 3—5) — логическую 1. На выходе элемента DD1.3 будет сигнал логической 1, в результате чего откроется тринистор VS1 и загорится гирлянда EL1.

Как только конденсатор C1 зарядится, на выходе элемента DD1.2 появится сигнал логического 0 и регистр DD2 перейдет в режим сдвига. Теперь с каждым импульсом тактового генератора логический 0 будет поочередно переходить с одного выхода регистра на другой. Начнут поочередно открываться тринисторы и зажигаться лампы гирлянд. Скорость этого процесса, а значит перемещения «бегущего огня», изменяют переменным резистором R1.

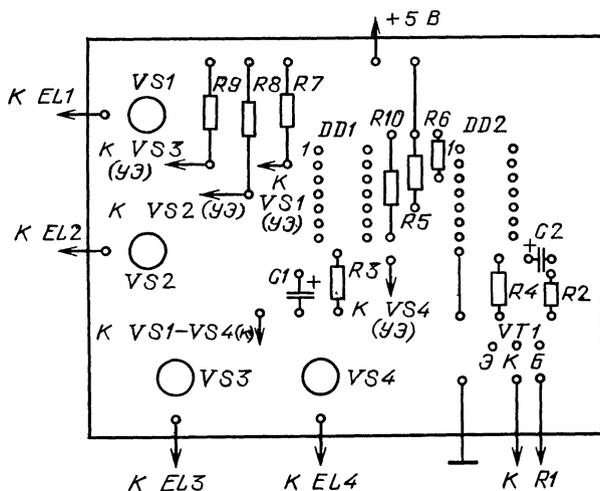
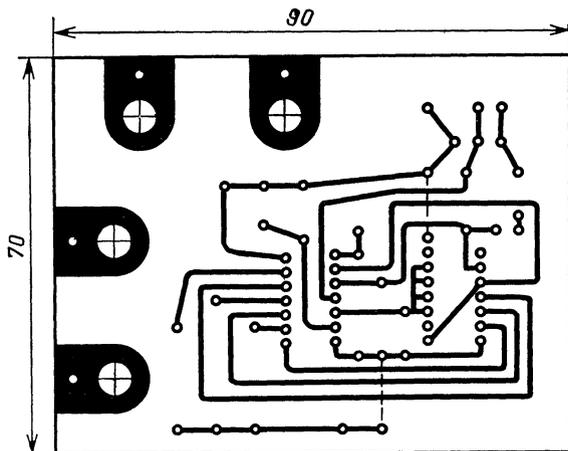


Рис. 102. Печатная плата автомата

После выключения автомата конденсатор  $C1$  разрядится через резистор  $R3$ , и формирователь сброса будет готов к последующему включению устройства.

Для микросхемы  $K155IP1$ , к сожалению, нет доступного аналога, который можно было бы установить без модернизации автомата. А вот вместо инверторов  $DD1.3$ — $DD1.6$  микросхемы  $K155ЛН2$  можно использовать элементы **2И—НЕ** с открытым коллекторным выходом микросхемы  $K155ЛA8$ . Входные выводы каждого элемента следует соединить вместе. Тактовый генератор на элементе  $DD1.1$  и транзисторе заменим тактовым генератором, выполненным на элементах микросхемы  $K155ЛA3$  по любой из предыдущих схем переключателей. Двумя такими же элементами, включенными инверторами, допустимо заменить элемент  $DD1.2$ . Инверторы соединяют последовательно.

Транзистор может быть любой из серии  $КТ315$ , резисторы —  $МЛТ-0,25$ , оксидные конденсаторы —  $К50-6$ , переменный резистор —  $СП-1$  или другой, триггисторы —  $КУ201К$ ,  $КУ201Л$ ,  $КУ202К$ — $КУ202Н$ .

Указанные детали, кроме переменного резистора, монтируют на печатной плате (рис. 102) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Штриховые линии на рисунке печатных проводников — это проволочные перемычки, впаянные в плату со стороны деталей. Тринисторы устанавливают на плату без радиаторов, если мощность гирлянд не превышает 100 Вт. При большей мощности тринисторы желательно установить на радиаторы и разместить отдельно от платы.

Плату размещают в подходящем корпусе, в котором устанавливают выпрямитель со стабилизированным выходным напряжением 5 В и двухполупериодный выпрямитель, собранный по мостовой схеме и включаемый непосредственно в сеть. На выходе этого выпрямителя фильтрующего конденсатора не должно быть, поскольку выпрямитель питает анодные цепи тринисторов.

Переменный резистор укрепляют на передней стенке корпуса, а на задней могут быть установлены сетевые розетки или разъем для подключения гирлянд.

При правильном монтаже автомат начинает работать сразу и в налаживании не нуждается.

## АВТОМАТ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

И все же переключатель гирлянд остается жестко запрограммированным устройством, создающим монотонное изменение световой окраски елки. Другое дело — автомат световых эффектов, создающий самые разнообразные сочетания включения гирлянд. Как правило, он содержит некоторые узлы обычного переключателя гирлянд, например, задающий генератор, электронные ключи. Отличие лишь в некоторых каскадах или узлах, управляющих электронными ключами, а значит гирляндами ламп по более разнообразной программе.

Вот, к примеру, автомат, схема которого показана на рис. 103. Он рассчитан на управление четырьмя гирляндами и содержит две интегральные микросхемы. На элементах DD1.1—DD1.3 первой микросхемы собран генератор прямоугольных импульсов. Частоту следования импульсов можно изменять пере-

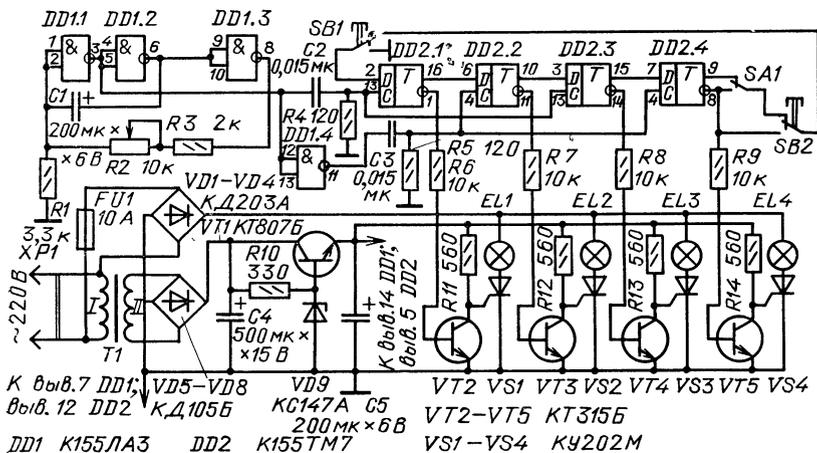


Рис. 103. Схема автомата световых эффектов на D-триггерах

**важным** резистором R2, включенным в частотоподающую цепь. Элемент DD1,4 является инвертором.

С генератора и инвертора импульсы поступают через дифференцирующие цепи C2R4 и C3R5 на входы синхронизации D-триггеров (микросхема DD2) — из них составлен своеобразный регистр сдвига. Триггеры реагируют только на **положительные** импульсы синхронизации. Причем на входы элементов DD2.1, DD2.3 и DD2.2, DD2.4 импульсы синхронизации поступают поочередно **благодаря** наличию инвертора.

Если кнопки и переключатель находятся в показанном на схеме положении, то в момент включения устройства в сеть все триггеры устанавливаются в единичное состояние, при котором на их прямых выходах (выводы 16, 10, 15, 9) будет логическая 1, а на инверсных (выводы 1, 11, 14, 8) — логический 0. Транзисторы VT2—VT5 окажутся закрытыми, а триисторы VS1—VS4, **наоборот**, открытыми. Гирлянды ламп EL1—EL4 будут гореть.

Чтобы погасить гирлянды, достаточно нажать кнопку SB1. На вход триггера DD2.1 поступит сигнал логического 0. На выходе триггера (инверсном) появится логическая 1, и транзистор VT2 откроется. Но зато закроется **триистор** VS1 и погаснет гирлянда EL1. При последующих импульсах синхронизации логический 0 установится на всех входах и прямых выходах триггеров. Гирлянды погаснут.

В действие автомат приводят нажатием кнопки SB2. При этом на вход триггера DD2.1 поступает логическая 1 с инверсного выхода триггера DD2.4. Теперь поступивший на триггер импульс синхронизации переведет его в единичное состояние (на прямом выходе будет логическая 1, а на инверсном — логический 0). Как уже указывалось ранее, зажжется гирлянда EL1.

Если продолжать держать кнопку нажатой, поступавший на триггер DD2.2 импульс синхронизации изменит состояние и этого триггера на противоположное. Загорится гирлянда EL2. Затем последовательно вспыхнут EL3 и EL4.

Для получения эффекта «бегущие огни» достаточно удерживать указанную кнопку до тех пор, пока не загорятся, например, две первые гирлянды (EL1 и EL2), а затем отпустить ее. Сразу же на вход триггера DD2.1 через контакты кнопки SB1 и переключатель SA1 поступит логический 0 с прямого выхода триггера DD2.4. Как только придет очередной синхронизирующий импульс на вывод 13, изменится состояние триггеров DD2.1 и DD2.3. Гирлянда EL1 погаснет, но зажжется EL3. Затем последовательно будут изменяться состояния триггеров DD2.2 и DD2.4, DD2.3 и DD2.1, DD2.4 и DD2.2 и т. д. Создастся эффект перемещения («бега») света ламп двух соседних по схеме гирлянд.

При установке подвижного контакта переключателя SA1 в нижнее по схеме положение получится другой световой эффект — гирлянды начнут поочередно загораться, а затем поочередно гаснуть. Почему это происходит, надемся, разберетесь сами, анализируя логические состояния входов и выходов триггеров.

Микросхемы и транзисторы автомата питаются от блока, состоящего из трансформатора T1, мостового выпрямителя на диодах VD5—VD8 и стабилизатора напряжения на стабилитроне VD9 и транзисторе VT1. Для питания анодных цепей триисторов, а значит ламп гирлянд, применен также мостовой выпрямитель на мощных диодах VD1—VD4.

Понижающий трансформатор может быть готовый или самодельный мощностью 3... 5 Вт с напряжением на вторичной обмотке 9... 10 В. Вместо диодов КД105Б подойдут Д226 с любым буквенным индексом, вместо КД203А — другие диоды, рассчитанные на обратное напряжение не ниже 300 В и выпрямленный ток, превышающий ток, потребляемый всеми гирляндами.

Вместо транзистора КТ807Б подойдут любые транзисторы серий КТ815, КТ817, остальные транзисторы могут быть любые из серии КТ315, но желательно с наибольшим коэффициентом передачи тока. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, переменный R2—СП-1 или другой, оксидные конденсаторы — К50-6, остальные — любые малогабаритные.

Часть деталей автомата монтируют на плате (рис. 104) из фольгированного стеклотекстолита. Детали блока питания и триинисторы устанавливают на одной-двух отдельных платах из изоляционного материала и монтируют навесным способом. Платы устанавливают внутри корпуса, на лицевой панели которого крепят органы управления — переменный резистор, переключатель, кнопки. На задней стенке могут быть размещены держатель предохранителя с предохранителем и сетевые розетки для подключения гирлянд.

Максимальная мощность, потребляемая гирляндами, может достигать 1... 2 кВт, но в этом случае придется установить триинисторы и мощные диоды на радиаторы. В случае же использования гирлянд мощностью до 100 Вт каждая можно обойтись без радиаторов и применить менее мощные триинисторы КУ201К, КУ201Л.

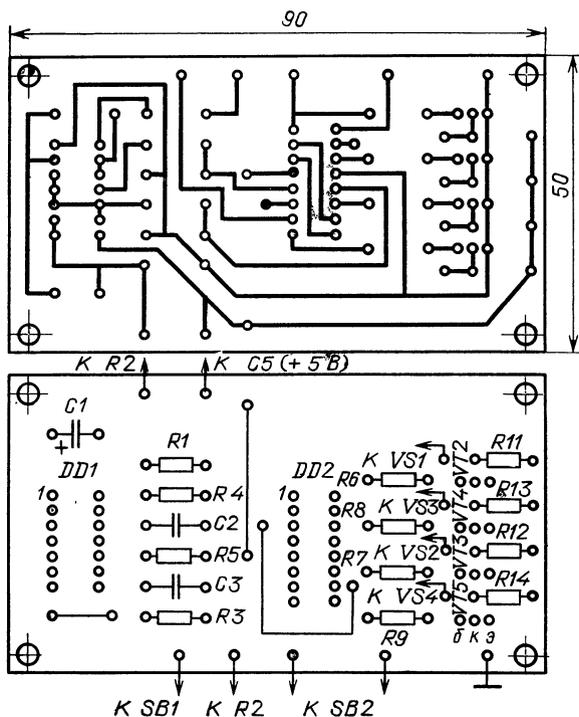


Рис. 104. Печатная плата автомата

DD1 K155ЛАЗ  
 DD2 K155ИЕ8  
 DD3 K155ИЕ5  
 VS1—VS4 КУ201Л

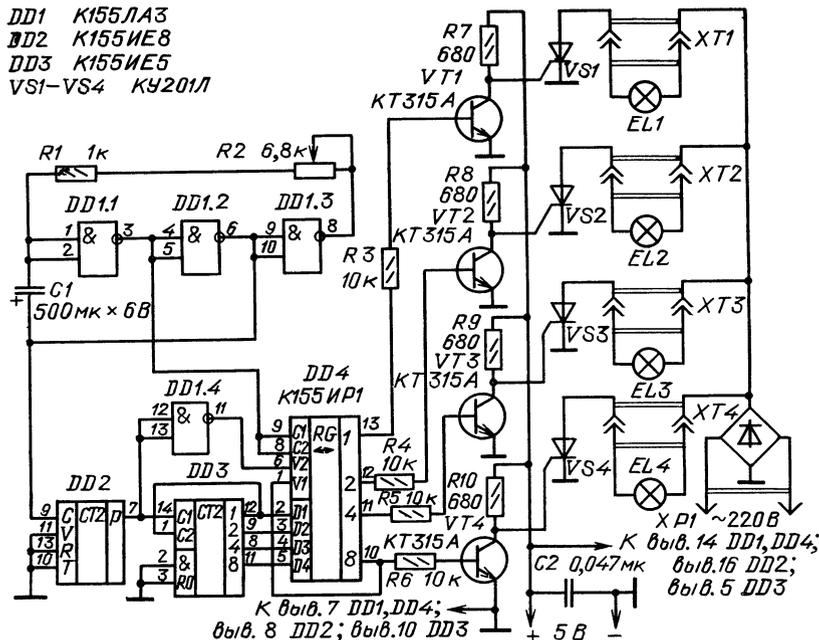


Рис. 105. Схема автомата световых эффектов со сдвиговым регистром

Если при проверке автомата (в налаживании он, как правило, не нуждается) какая-либо из гирлянд не будет зажигаться, следует уменьшить сопротивление резистора (но не более чем вдвое) в цепи управляющего электрода соответствующего тринистора. Нужную частоту переключения гирлянд подбирают точнее конденсатором C1 и резистором R3.

В другом аналогичном по назначению устройстве нет ни одного переключателя, поскольку световые эффекты сменяются автоматически. Как и в предыдущем варианте, автомат (рис. 105) рассчитан на управление четырьмя гирляндами ламп (EL1—EL4), правда, мощностью до 100 Вт каждая. Во время работы автомата гирлянды поочередно зажигаются, создавая эффект «бегущие огни» (конечно, при определенном взаимном расположении ламп, о чем было сказано ранее), поочередно гаснут, включаются попарно, зажигаются все вместе или также вместе гаснут. Одним словом, автомат позволяет разнообразить режим работы гирлянд.

На элементах DD1.1—DD1.3 собран генератор импульсов, частоту следования которых, а значит, продолжительность работы гирлянд, можно изменять переменным резистором R2. Импульсы генератора подаются на регистр сдвига DD4, а также на делитель частоты DD2 — он определяет продолжительность работы автомата в том или ином режиме переключения гирлянд.

С делителя частоты сигнал поступает на счетчик DD3, управляющий регистром сдвига. Благодаря соединению выходного вывода 10 с входным 1 регистр сдвига превращается в кольцевой.

Через каждые 64 импульса, поступающих с генератора на вход делителя DD2, на его выходе (вывод 7) появляется отрицательный импульс, который

переводит счетчик в другое состояние. Этот же импульс инвертируется элементом DD1.4 и в положительной полярности поступает на вывод 6 регистра, разрешая запись в регистр информации с выходов счетчика. Информация записывается импульсами, поступающими с генератора на вывод 8 регистра.

После следующих 64 импульсов регистр переходит из режима записи в режим сдвига. Записанная информация будет сдвигаться импульсами, поступающими с генератора на вывод 9 регистра.

Иначе говоря, после каждой пачки импульсов на выходах регистра будет изменяться сочетание сигналов, управляющих через развязывающие каскады на транзисторах VT1—VT4 и тринисторы VS1—VS4 гирляндами ламп.

Транзисторы, резисторы и конденсаторы могут быть таких же типов, что и в предыдущем автомате. Диодный блок КЦ405А можно заменить любым другим блоком из серий КЦ402—КЦ405, рассчитанным на обратное напряжение не ниже 300 В, либо четырьмя диодами на такое же напряжение и выпрямленный ток не менее 0,5 А. Микросхему К155ИЕ5 допустимо заменить на К155ИЕ2, но при монтаже ее выводы 6, 7 следует соединить с общим проводом (минус источника питания).

Часть деталей автомата смонтирована на плате (рис. 106) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. При его отсутствии можно воспользоваться односторонним фольгированным материалом, а соединения со стороны деталей выполнить монтажным проводом в изоляции. Тринисторы и выпрямительный блок (или диоды), а также детали выпрямителя на 5 В могут быть расположены на отдельной плате и смонтированы навесным способом.

Налаживание автомата сводится к подбору резисторов (если это понадобится) в цепи управляющих электродов тринисторов для надежного открывания их и зажигания гирлянд.

Число световых эффектов можно увеличить, несколько доработав автомат. Так, введение всего одного инвертора (рис. 107) и переключателя SA1 позволит разнообразить световые вспышки гирлянд. Когда подвижный контакт переключателя установят в нижнее по схеме положение, то при одних состояниях счетчика DD3 гирлянды начнут поочередно зажигаться и гаснуть, а при других — зажигаться хаотически.

А добавление к инвертору микросхемы К155ЛР1 (рис. 108) внесет большее разнообразие вспышек. Теперь в зависимости от состояния первого триггера счетчика DD3 (вывод 12) информация с вывода 10 регистра будет поступать на его вход либо в прямом, либо в инвертированном виде. Когда на выводе 5 микросхемы DD6 логическая 1, а на выводе 3 — логический 0, сигнал с выхода регистра инвертируется дважды, и автомат работает в первоначальном варианте. С последующим импульсом со счетчика DD2 уровни логических сигналов на выводах 3 и 5 микросхемы DD6 меняются на противоположные, появляются два новых световых эффекта.

При введении указанных доработок чертеж платы придется изменить.

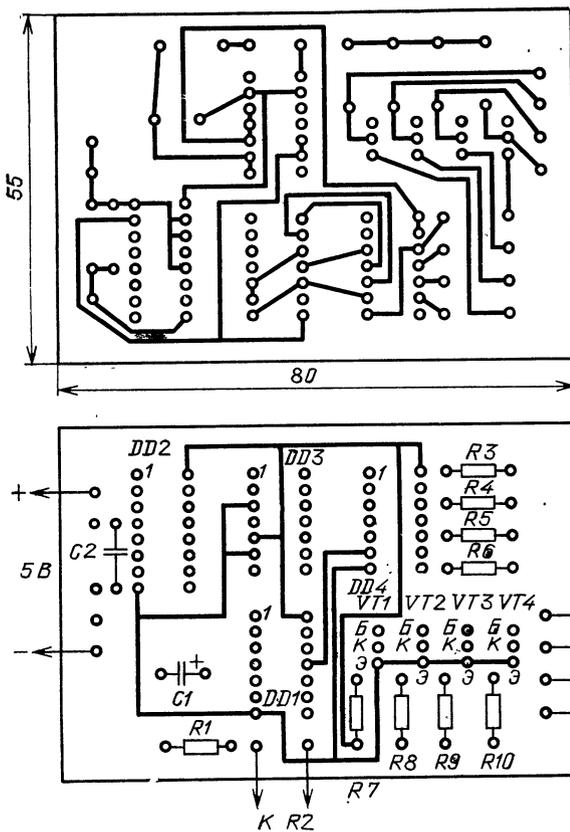


Рис. 106. Печатная плата автомата

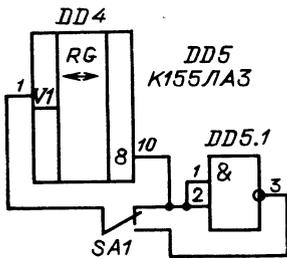


Рис. 107. Схема включения инвертора в автомат

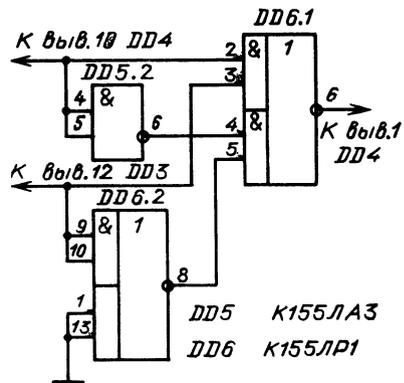


Рис. 108. Схема включения инвертора и микросхемы К155ЛР1

# ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА

## ВТОРАЯ «ЖИЗНЬ» ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

Самая разнообразная бытовая аппаратура (радиоприемники, магнитофоны, электропроигрывающие устройства), измерительные приборы, электронные часы и многие другие конструкции питаются от гальванических элементов и батарей. Проходит время, и источник питания приходится заменять, выбрасывая порой еще пригодные к работе элементы и батареи. Пригодные потому, что их, подобно автомобильной аккумуляторной батарее, можно подзарядить и пустить в работу вновь.

Процесс восстановления работоспособности гальванического источника питания называют регенерацией, впервые о нем заговорили более трех десятилетий назад. Практика показала, что не каждый элемент (или батарея) пригоден для регенерации, а лишь тот, у которого напряжение, а значит и емкость, не опустились ниже определенной отметки. К примеру, для батареи 3336 таким пределом можно считать напряжение 2,4 В. Гальванический же элемент подлежит регенерации в случае, если его ЭДС не более чем на 0,2 В выше напряжения под нагрузкой. Причем ток нагрузки во время проверки должен быть равен примерно 5...10% значения номинальной емкости элемента.

Схема простейшего прибора для проверки способности элемента (или батареи) к регенерации приведена на рис. 109. Вольтметром PV1 измеряют ЭДС и напряжение испытываемого источника (его подключают к зажимам XT1 и XT2 в указанной на схеме полярности), а кнопочными выключателями SB1 и SB2 задают тот или иной режим разрядки (сопротивления нагрузки).

Как свидетельствуют эксперименты, наиболее успешно поддаются восстановлению элементы (батареи), эксплуатирующиеся при больших токах нагрузки (детские игрушки, карманные фонари, переносные магнитофоны и т. д.), хуже — источники, работающие при малых токах (портативные радиоприемники, электромеханические часы-будильники).

Рассказ о восстановлении гальванических элементов (батарей) следует начать, пожалуй, с того случая, когда подобный источник питания долго хранился и высох. Тогда нужно проделать шилом или тонким гвоздем два отверстия в верхней картонной крышке и битумной заливке элемента и впрыснуть в одно из отверстий с помощью медицинского шприца немного воды (лучше дистиллированной). При этом через второе отверстие будет выходить вытесня-

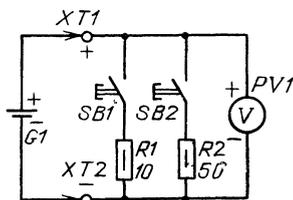


Рис. 109. Схема прибора для проверки способности гальванических элементов и батарей к регенерации

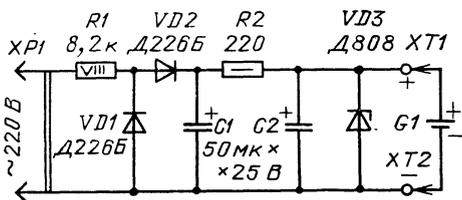


Рис. 110. Схема зарядного устройства с током зарядки 20 мА

мый воздух. Кроме того, это отверстие станет контрольным — как только в нем покажется вода, шприц вынимают.

После «укола» отверстие заплавляют горячим паяльником или пламенем зажженной спички. Через некоторое время, а иногда и сразу, элемент готов к работе.

Аналогично поступают с батареей, делая «укол» в каждый ее элемент.

Если же элемент (батарея) потерял первоначальную емкость во время эксплуатации, его подключают к зарядному устройству. А чтобы элемент зарядился, нужно пропустить через него вполне определенный зарядный ток и продержать элемент в таком состоянии положенное время. Обычно для аккумуляторов зарядный ток берется равным десятой части его емкости. Такое же соотношение можно принять и для гальванических источников питания. Поэтому зарядные устройства несколько отличаются друг от друга по схемотехническим решениям: ведь каждое из них обеспечивает зарядный ток для «своей» батареи.

Устройство, схема которого приведена на рис. 110, заряжает элементы 332 и 316 и даже малогабаритные аккумуляторы Д-0,2. Оно обеспечивает зарядный ток около 20 мА. Основная часть устройства — выпрямитель, собранный на диодах VD1 и VD2. Выпрямленное напряжение сглаживается фильтром С1R2С2 и подается на зажимы XT1 и XT2, к которым подключают заряжаемый источник питания. Стабилитрон VD3 предохраняет от пробоя конденсаторы при случайном отключении нагрузки, резистор R1 ограничивает зарядный ток.

Резистор R1 лучше всего применить марки ПЭВ (остеклованный, проволочный), но его можно составить и из четырех последовательно соединенных МЛТ-2 сопротивлением по 2 кОм (один из резисторов — 2,2 кОм). Диоды могут быть любые другие, рассчитанные на обратное напряжение не ниже 300 В и выпрямленный ток более 50 мА, а стабилитрон (кроме указанного на схеме) — Д809, Д814А, Д814Б. Конденсаторы — К50-6 или другие. Зажимы — любой конструкции. При отсутствии гасящего резистора R1 большой мощности или резисторов МЛТ-2 вместо него подойдет обыкновенный бумажный конденсатор емкостью 0,2...0,25 мкФ на номинальное напряжение не ниже 400 В.

Для зарядки элементов 373, 343 и батарей 3336 предназначено другое устройство (рис. 111), в котором гасящий резистор (он должен быть значительно большей мощности по сравнению с таким же резистором предыдущего устройства) заменен бумажным конденсатором С1. Параллельно конденсатору включен шунтирующий резистор R1, позволяющий конденсатору разряжаться после

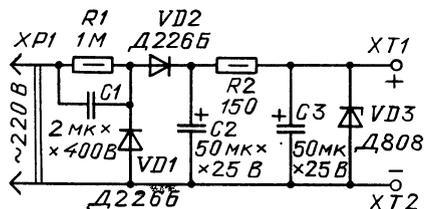


Рис. 111. Схема зарядного устройства с током зарядки более 50 мА

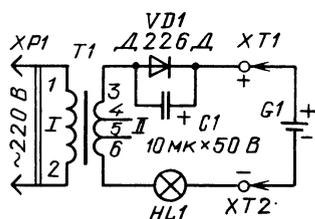


Рис. 112. Схема устройства для зарядки гальванических источников питания асимметричным током

выключения устройства. Последующие цепи из диодов, конденсаторов и резисторов имеют такое же назначение, что и в предыдущем устройстве.

Не удивляйтесь, что к этому зарядному устройству предлагается подключать источники с разным напряжением — 1,5 и 4,5 В. Зарядный ток у них разный, поэтому при подключении, скажем, элемента 373 из-за возрастания тока через него напряжение на выводах элемента упадет до указанного.

До сих пор мы говорили о зарядке гальванических элементов и батарей строго постоянным током, т. е. выпрямленным током «очищенным» от пульсаций переменного напряжения. Несколько лучшие результаты получаются при зарядке этих источников питания так называемым асимметричным переменным током, имеющим положительную постоянную составляющую. Простейшим источником такого тока является однополупериодный выпрямитель на диоде, шунтированном постоянным резистором, и без фильтрующих конденсаторов. Выпрямитель подключают к вторичной обмотке понижающего трансформатора с напряжением 5... 10 В.

Тогда при одном полупериоде сетевого напряжения ток будет протекать через диод и заряжаемый элемент (или батарею), а при другом — через резистор и ту же нагрузку. Изменением сопротивления резистора можно подбирать соотношение (асимметрию) между постоянной составляющей тока зарядки и эффективным значением его переменной составляющей в пределах 5 ... 25 (практически это соотношение поддерживают в пределах 13 ... 17).

Вариант с шунтирующим резистором обладает, к сожалению низким КПД и еще одним недостатком — при случайном отключении сетевого напряжения (или нарушении контакта сетевой вилки) источник питания будет разряжаться через резистор и вторичную обмотку трансформатора.

Более оптимальный вариант с шунтирующим конденсатором (рис. 112). Его емкость такова, что на частоте 50 Гц емкостное сопротивление конденсатора получается равным примерно 320 Ом — оно и определяет асимметрию. Кроме того, в зарядную цепь включена лампа HL1, выполняющая как роль стабилизатора зарядного тока, так и индикатора степени заряженности нагрузки — по мере зарядки источника G1 яркость лампы падает.

Понижающий трансформатор T1 выполнен с отводами во вторичной обмотке. Это нужно для подбора напряжения, подаваемого на выпрямитель в зависимости от зарядного тока нагрузки.

При подключении к выпрямителю выводов 3—6 вторичной обмотки устройство готово к зарядке — регенерации батарей 3336 либо элементов 373, требующих постоянной составляющей зарядного тока 200 ... 400 мА. Если же подать на выпрямитель напряжение с выводов 4—6, к зарядному устройству можно подключать элементы 343, 332, 316. Если ток зарядки элементов 373 или 343 окажется чрезмерным, его нетрудно уменьшить подключением к выпрямителю выводов 3—5. Одним словом, комбинацией подключения к выпрямителю тех или иных выводов вторичной обмотки можно подбирать нужный зарядный ток.

Если же в нашем распоряжении окажутся лишь трансформаторы без отводов во вторичной обмотке, следует руководствоваться тем, что подводимое к выпрямителю (иначе говоря, снимаемое со вторичной обмотки трансформатора) эффективное значение напряжения должно быть 2,3... 2,4 В на один регенерируемый элемент. Поэтому при регенерации, например, батарей 3336, это напряжение должно составить 6,9 ... 7,2 В.

Регенерацию желательно проводить отдельно для каждого гальванического элемента, однако в некоторых случаях можно включать последовательно два-три элемента и подключать получившуюся батарею к зарядному устройству. Но такой вариант возможен лишь при одинаковой или близкой степени разряженности всех элементов. В противном случае самый «худший» (наиболее разряженный) элемент ограничивает ток, что скажется на времени и качестве регенерации.

Выпрямительный диод может быть любой низковольтный, допускающий ток до 300 мА, оксидный конденсатор — К50-6, лампа — на напряжение 3,5 или 6,3 В (МН 3,5-0,14, МН 6,3-0,3). Трансформатор — самодельный, изготовленный на базе унифицированного выходного трансформатора звука ТВЗ-1-1. Его первичная обмотка остается, а вторичная дорабатывается — у нее делают отводы. Для этого от вторичной обмотки отматывают (но не обрывают) 30 витков, делают отвод (вывод 4), наматывают 26 витков и вновь делают отвод (вывод 5), наматывают оставшиеся 4 витка и подпаивают к концу провода вывод (6).

Трансформатор может быть изготовлен самостоятельно на магнитопроводе Ш16×24 или аналогичном по сечению. Сетевая обмотка (выводы 1—2) должна содержать 2400 витков провода ПЭВ-2 0,15, вторичная — 70 (выводы 3—4), 26 (выводы 4—5) и 4 (выводы 5—6) витка провода ПЭВ-2 0,57.

Во время регенерации периодически проверяют ЭДС элемента. Как только она возрастет до 1,7 ... 2,1 В и в течение последующей часовой зарядки будет оставаться стабильной, регенерацию заканчивают.

Об эффективности регенерации асимметричным током можно судить, проверяя энергетические параметры элемента или батареи: ЭДС и напряжение, продолжительность разрядки до определенного напряжения (при одинаковом сопротивлении нагрузки) до и после зарядки.

## КАК ЗАРЯДИТЬ АККУМУЛЯТОР

Малогобаритные дисковые аккумуляторы используются во многих миниатюрных конструкциях. Емкость у этих источников питания небольшая и их приходится периодически подзаряжать. Ток зарядки, как было сказано выше, обычно выбирают равным примерно десятой части значения емкости аккумулятора.

Заряжать аккумуляторы можно с помощью тех же устройств, что использовались для регенерации гальванических источников питания. Но подойдут и более простые конструкции, как, например, зарядное устройство, схема которого изображена на рис. 113. Это двухполупериодный выпрямитель, выполненный на диодах VD1 и VD2. Они включены совместно с резисторами R1 и R2 по мостовой схеме: диоды — в одни плечи, резисторы — в противоположные. К одной диагонали моста подводится через конденсаторы C1 и C2, выполняющие роль ограничительных резисторов, сетевое напряжение, к другой подключают заряжаемый аккумулятор.

При указанных на схеме номиналах деталей зарядное устройство способно подзаряжать аккумулятор Д-0,2. К зажимам можно также подключать аккумулятор Д-0,1, но последовательно с каждым из резисторов устройства придется включить по резистору такого же номинала и мощности, чтобы ограни-

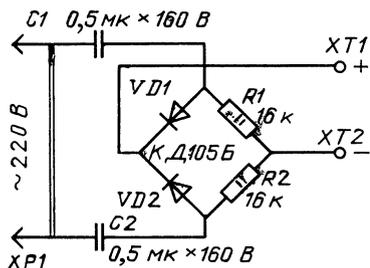


Рис. 113. Схема зарядного устройства для аккумулятора Д-0,2

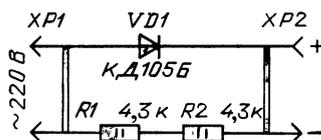


Рис. 114. Схема зарядного устройства для аккумуляторной батареи 7Д-0,1

чить ток зарядки. Либо подключить параллельно зажимам резистор сопротивлением 120 Ом мощностью 0,125 или 0,25 Вт.

Постоянные резисторы — МЛТ-2, конденсаторы — МБМ или другие бумажные, на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме, диоды — любые другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 50 мА и обратное напряжение не ниже 300 В.

Устройство еще более упростится, если понадобится заряжать аккумуляторную батарею 7Д-0,1 (рис. 114), напряжение которой 9 В. В этом случае понадобятся всего два резистора мощностью по 2 Вт и диод, рассчитанный на выпрямленный ток не менее 50 мА и обратное напряжение не ниже 300 В. Выходной разъем XP2 — ответная часть разъема аккумуляторной батареи, подойдет, например, колодка с контактами от негодной «Кроны».

При пользовании любым зарядным устройством сначала к нему подключают аккумулятор или батарею в указанной на схеме полярности, а затем вилку устройства вставляют в сетевую розетку. Продолжительность зарядки 10 ... 15 ч.

Аккумуляторная батарея 7Д-0,1 — сравнительно дорогостоящий источник питания, поэтому желательно использовать батарею возможно полнее, не допуская чрезмерной разрядки и соблюдая режим зарядки.

Как правило, промышленные зарядные устройства для этой батареи построены по простейшей схеме на двух резисторах и диоде. Они не учитывают колебания напряжения сети и тем более не следят за степенью заряженности батареи. Пользуясь таким устройством, можно произвольно перезарядить батарею, сокращая при каждой подзарядке срок ее службы. Либо вообще однажды вывести батарею из строя из-за повышения давления газов внутри аккумулятора при перезарядке, их деформации и нарушения герметичности.

Чтобы подобного не произошло, можно использовать зарядное устройство-автомат, которое отключит аккумуляторную батарею при повышении напряжения на ее выводах до 9,45 В.

Схема такого автоматического устройства приведена на рис. 115. Оно состоит из однополупериодного выпрямителя на диоде VD1, стабилизатора напряжения на стабилитроне VD2 и балластных резисторах R1, R2, электронного ключа на транзисторе VT1 и диоде VD3, порогового устройства на транзисторе VS1:

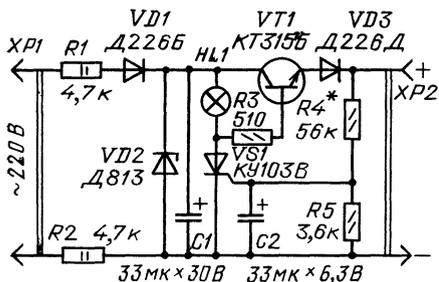


Рис. 115. Схема зарядного устройства-автомата

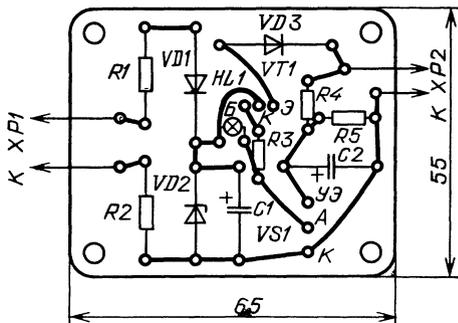


Рис. 116. Печатная плата зарядного устройства-автомата

Пока аккумуляторная батарея, подключенная к разъему XP2, заряжается и напряжение на ней ниже номинального, транзистор закрыт. Как только напряжение на аккумуляторной батарее возрастает до номинального, транзистор открывается. Зажигается сигнальная лампа HL1 и одновременно закрывается транзистор. Зарядка батареи прекращается. Порог срабатывания автомата зависит от сопротивления резистора R4.

Балластные (они же и гасящие) резисторы R1 и R2 — МЛТ-2, остальные — МЛТ-0,125. Конденсаторы могут быть К50-6, К50-3, К53-1 на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме. Диод D226B можно заменить любым другим из этой серии, D226B — другим выпрямительным диодом с выпрямленным током не менее 50 мА и обратным напряжением не ниже 300 В, стабилитрон D813 — стабилитроном D814Д, транзистор KT315B — другим транзистором этой серии с коэффициентом передачи тока не менее 50, транзистор КУ103В — транзистором КУ103А.

На указанные на схеме детали рассчитана печатная плата (рис. 116) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...2 мм. Ее укрепляют в корпусе (рис. 117) из изоляционного материала. Напротив гасящих резисторов R1 и R2 в стенках корпуса сверлят вентиляционные отверстия. Через отверстие в боковой стенке корпуса выводят два проводника в поливинилхлоридной изоляции и припаивают к их концам разъем XP2 (используют разъем от негодной батареи 7Д-0,1 или «Крона»). Разъем обязательно нужно закрывать во время зарядки защитным колпаком из изоляционного материала, предотвращающим касание выводов батареи и поражение электрическим током.

В другом отверстии этой же стенки укрепляют миниатюрную сигнальную лампу СМН 6,3-20, а через отверстие в противоположной стенке выводят сетевой шнур с вилкой XP1 на конце.

Налаживают зарядное устройство при подключенной аккумуляторной батарее и контрольном вольтметре постоянного тока, измеряющем напряжение батареи. Как только на-

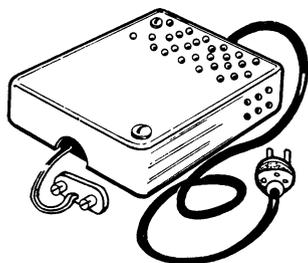


Рис. 117. Внешний вид зарядного устройства-автомата

пряжение достигнет 9,45 В, должна вспыхнуть сигнальная лампа. Если этого нет, подбирают резистор R4.

Как и в предыдущих случаях, зарядное устройство включают в сеть только после надежного подключения батареи к разъему ХР2. *Касаться руками каких-либо выводов устройства во время зарядки нельзя.*

## ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Простое зарядное устройство для аккумуляторных батарей 6СТ-45, 6СТ-55 и 6СТ-60, питающих бортовую сеть современных легковых автомобилей, можно сравнительно быстро собрать по приведенной на рис. 118 схеме. Причем никаких деталей для него изготавливать не придется.

Понижающий трансформатор Т1—ТН44, он предназначен для питания накальных цепей ламповой радиоаппаратуры напряжением 5 и 6,3 В при токе потребления до 3,5 А. Для включения трансформатора в сеть с напряжением 220 В его первичная обмотка составлена из двух полуобмоток, соединенных последовательно. Причем переключателем SA1 можно изменять число витков, участвующих в работе, а значит, коэффициент трансформации, и, как следствие, ток зарядки аккумуляторной батареи.

Одна пара вторичных обмоток, соединенных последовательно, питает сигнальную лампу НЛ1 напряжением 12,6 В, индицирующую включение зарядного устройства. Другая пара обмоток, рассчитанная на наибольший ток нагрузки, используется для зарядки. Снимаемое с них напряжение подается на выпрямитель, выполненный на диодах VD1—VD4 по мостовой схеме. На выходе выпрямителя стоит сглаживающий конденсатор, который «работает» лишь при сравнительно небольших (до 1 А) токах зарядки или в случае использования устройства для питания маломощных транзисторных конструкций.

Заряжаемую аккумуляторную батарею подключают к зажимам ХТ1 и ХТ2 проводниками соответствующего сечения (на ток до 10 А). Ток зарядки контролируют по амперметру PA1 на 5 А или на 10 А. Степень заряженности батареи определяют обычным способом — по повышению плотности электролита в банках или по «кипению» его.

Диоды в выпрямителе могут быть любые другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 5А и обратное напряжение не ниже 30 В.

По аналогии с гальваническими элементами и батареями, зарядку аккумуляторных автомобильных батарей нередко ведут асимметричным током, обес-

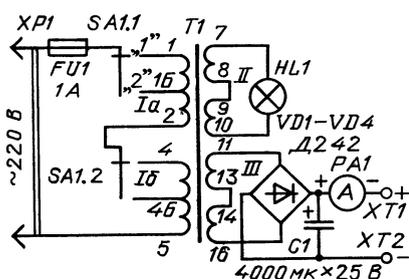


Рис. 118. Схема зарядного устройства для автомобильной аккумуляторной батареи

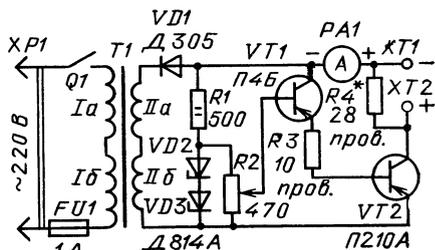


Рис. 119. Схема зарядного устройства с асимметричным зарядным током

печивая соотношение зарядной и разрядной составляющих 10:1 при отношении продолжительностей действия этих составляющих 1:2 соответственно. При таком способе зарядки нередко восстанавливаются засульфатированные батареи, да и для профилактической обработки исправных батарей он весьма полезен.

Указанные соотношения зарядного и разрядного токов обеспечивает устройство, схема которого приведена на рис. 119. Оно рассчитано, как и предыдущее, на 12-вольтовые аккумуляторные батареи. Зарядный ток в импульсе достигает 5 А, разрядный — 0,5 А.

Когда понижающий трансформатор включают в сеть, на вторичной обмотке (она составлена из двух последовательно соединенных обмоток) появляется эффективное переменное напряжение около 21 В (амплитудное значение — 29 В). Это напряжение поступает на однополупериодный выпрямитель, выполненный на диоде VD1. На выходе выпрямителя стоит стабилизатор управляющего напряжения, составленный из балластного резистора R1 и последовательно включенных стабилитронов VD2, VD3.

С движка переменного резистора R2, подключенного параллельно стабилитронам, управляющее напряжение подается на регулятор тока — он выполнен на мощных транзисторах VT1 и VT2. Перемещением движка резистора изменяют ток зарядки аккумуляторной батареи, являющейся своеобразной нагрузкой транзистора VT2.

Пока амплитуда выходного напряжения стабилизатора тока не превысит напряжения аккумуляторной батареи, зарядный ток равен нулю, т. е. происходит ограничение выходного импульса стабилизатора снизу на уровне 0,5 от амплитуды импульса.

За время одного периода переменного напряжения формируется один импульс зарядного тока. В промежутке между зарядными формируются разрядные импульсы длительностью вдвое большей зарядных. Разрядный ток зависит от сопротивления резистора R4.

Нетрудно заметить, что через резистор R4 ток протекает как во время импульса зарядного тока, так и разрядного. Поэтому нужно учитывать, что суммарный ток от зарядного устройства примерно на 10% превышает ток зарядки. На это значение нужно уменьшать показания амперметра PA1, стрелка которого будет фиксировать около одной трети от амплитуды импульса суммарного тока (т. е. 1,8 А). Шкала амперметра рассчитана на ток 2,5 А. При номинальном зарядном токе напряжение на аккумуляторной батарее изменяется в пределах 13...15 В (среднее значение — 14 В).

В устройстве использован трансформатор питания ТС-200 от телевизоров. Вторичные обмотки с обоих каркасов снимают и наматывают новую проводом ПЭВ-21,5 — 74 витка (по 37 витков на каждом каркасе). Подойдет любой другой трансформатор мощностью более 150 Вт. Вторичную обмотку его нужно перемотать проводом ПЭВ-2 1,5 таким образом, чтобы эффективное напряжение на ее выводах составило 21 В.

Выпрямительный диод — любой другой, рассчитанный на ток не менее 5 А. Вместо Д814А подойдут стабилитроны Д814Б, Д808, Д809. Транзистор П4Б допустимо заменить на любой транзистор из серий П213—П217, а П210А — на любой транзистор серии ГТ806. При монтаже устройства транзистор VT2 устанавливают на радиатор с общей площадью поверхности около 200 см<sup>2</sup>.

Резистор R1—МЛТ-2, таким же может быть и R3, но его лучше изготовить, как и R4, из провода с высоким удельным сопротивлением. Переменный резистор — СП-1 или другой.

Продолжительность зарядки аккумуляторной батареи зависит от ее емкости, степени разряженности и глубины сульфатации пластин. Для исправной батареи примерное время зарядки можно определить, если ее начальную емкость разделить на значение среднего зарядного тока. Полностью разряженная исправная батарея 6СТ-55, например, должна заряжаться примерно 35 ч, а засульфатированная — 70 ...80 ч и более, в зависимости от степени сульфатации.

## ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

**Обработка корпуса.** Усилитель, радиоприемник, магнитофон, автомат световых эффектов — подобные и многие другие самодельные конструкции размещают обычно в деревянном корпусе. Поэтому всякий раз приходится решать вопросы внешней отделки его. Помогут в этом приводимые ниже советы.

Как известно, корпус перед лакированием или полированием обрабатывают морилкой. Когда ее нет, а древесину желательно обработать «под красное дерево», нужно использовать смесь из черной и красной туши. Пропорцию смеси подбирают опытным путем, чтобы получить оттенок желаемой насыщенности. Только после того, как обработанная смесью туши поверхность корпуса хорошо высохнет, ее покрывают лаком.

Если же захотите придать корпусу рисунок, имитирующий ореховую древесину, нужно обработать поверхность корпуса спиртовым раствором йода (аптечным 2%-ным). Раствор наносят на тщательно обработанную мелкозернистой наждачной бумагой поверхность тампоном из лоскута ткани с помещенным внутрь лоскута комком ваты. Тампон перемещают вдоль волокон древесины. Поверхность обрабатывают столько раз, сколько это требуется для получения нужной насыщенности цвета.

При декоративной обработке наружной поверхности корпуса нередко пользуются так называемой «текстурованной бумагой» — отделочной бумагой, на которую типографским способом нанесен тот или иной рисунок. Бумагу наклеивают на корпус, и широкой волосной кистью с ворсом длиной около 20 мм покрывают восемь—десятью слоями нитролака НЦ-228. Слои наносят с интервалом 30—40 мин. Последний слой сушат не менее суток, после чего зачищают мелкозернистой наждачной бумагой до получения ровной матовой поверхности.

Далее на зачищенную поверхность наносят кистью тонкий слой лака, и сразу же вслед за ним слой растворителя № 646 или 647, после чего сушат корпус в течение нескольких часов.

Иногда при нанесении на бумагу лака на ее поверхности появляются пузырьки воздуха, в результате чего поверхность становится после высыхания лака шероховатой. Здесь можно предложить такой порядок обработки.

Перед лакированием приклеенную бумагу просушить в течение примерно 10 ч, а затем покрыть ровным слоем раствора клея ПВА в воде (в равном объемном соотношении). Через 2 ... 3 ч, когда клей высохнет, образовав на бумаге почти незаметную прозрачную пленку, поверхность покрывают лаком — он хорошо растекается и после высыхания образует зеркальную поверхность, практически не требующую дальнейшей обработки.

Покрывать нужно, конечно, не весь корпус сразу, а поэтапно, стенку за стенкой, чтобы избежать потеков и неровностей. Кроме того, во время работы нужно соблюдать осторожность, поскольку лак и растворитель огнеопасны, а их пары вредны для здоровья.

Возможно, для своей разработки вы подберете готовый старый корпус с царапинами на поверхности и захотите обновить его. А для этого нужно прежде всего заделать царапины. Как быть?

Расположите «ремонтируемую» поверхность горизонтально и тщательно протрите царапину тампоном, смоченным в бензине или спирте. Далее с помощью швейной иглы аккуратно заполните царапину бесцветным лаком НЦ-222, НЦ-228 или раствором клея «Аго» в ацетоне либо в растворителе № 646, 647 при равном по объему соотношении.

Через 5...10 мин нанесите второй слой лака. Если же царапина глубокая, то еще через такое же время нужно нанести третий слой и т. д. Ширина лакового покрытия должна быть несколько шире царапины.

После нанесения последнего слоя просушивают его в течение 15...20 мин, после чего срезают, например стамеской с остро отточенным лезвием, излишки лака. Успех этой операции во многом зависит от подготовки стамески к подобной работе. После обычной заточки ее лезвие нужно «довести» на ровном стекле, покрытом пастой ГОИ с керосином, а затем на кожаном ремне с той же пастой. Во время работы стамеску располагают под очень острым углом к обрабатываемой поверхности, прижимают лезвие пальцем и медленно ведут вдоль царапины, следя за тем, чтобы не повредить соседние участки.

В заключение остается заполировать участок с бывшей царапиной тампоном с наибольшим количеством пасты ГОИ или средством для полировки и чистки мебели.

И еще один случай, когда приходится использовать корпус с большими дефектами на поверхности либо вообще без покрытия и со щелями в местах стыков стенок-панелей. Тогда можно применить в качестве покрытия эпоксидную смолу (шпаклевку). Такое покрытие может стать почти зеркальным и механически прочным.

Удалив изъяны (царапины и другие дефекты) на поверхности корпуса и зачистив поверхность, устанавливают корпус так, чтобы одна из стенок была в горизонтальном положении. Заливают ее ровным слоем толщиной 1,5...2 мм заранее приготовленной смолы в смеси с отвердителем. Воздушные пузырьки с поверхности стенки удалите.

Через 6...7 ч поверхность затвердеет, и можно так же подготовить другую стенку корпуса. Когда окажется обработанной вся наружная поверхность корпуса, его сушат на воздухе в течение 2...3 сут. Затем приступают к дальнейшей обработке. Сначала поверхность стенок шлифуют более грубой наждачной бумагой, после чего переходят на мелкозернистую. Во время шлифовки поверхность смачивают водой.

В последнюю очередь поверхность полируют войлоком, смоченным в любой полировочной пасте, высушивают и покрывают лаком либо краской.

**Как согнуть дюралюминий.** Изготавливая, скажем, шасси из дюралюминия Д16Т помните, что он тверд и не поддается изгибанию. Все попытки согнуть под прямым углом даже небольшую пластину из этого материала не приведут к желаемому результату — в месте сгиба появится излом. Вот почему в по-

добных случаях пользуются алюминиевыми или стальными уголками, к которым крепят пластины-стенки шасси из указанного дюралюминия.

Тем не менее существует способ изгибать детали из твердого дюралюминия. Для этого деталь надо сильно нагреть и дать ей остыть на воздухе. А чтобы деталь случайно не расплавилась, нужно следить за ее нагревом в темноте и прекратить нагрев, как только появится заметное покраснение.

После такой термообработки дюралюминий приобретает значительную пластичность, но сгибать его нужно сразу же — ведь примерно через восемь часов у металла полностью восстанавливаются прежние твердость и хрупкость.

**Декоративная обработка дюралюминия.** Если корпус какого-то устройства предполагается изготовить из дюралюминия, на его внешнюю поверхность можно нанести красивое покрытие, напоминающее изморозь на оконном стекле.

Обрабатываемую поверхность панелей, из которых должен быть собран корпус, сначала зачищают мелкозернистой наждачной бумагой, устраняя крупные царапины, а затем тщательно обезжиривают бензином. Далее поверхность обрабатывают последовательно в двух растворах: 25%-ном едкого натра и 5 ... 20%-ном серной кислоты.

В первый раствор, подогреты до 30 ... 40 °С, каждую панель опускают на 10 ... 20 мин. Если на поверхности панели остались заметными царапины, продолжительность обработки можно увеличить. Но следует помнить, что толщина панели при этом несколько уменьшится.

В результате такой обработки поверхность панели почернеет. Ее промывают в холодной проточной воде, а затем опускают в раствор кислоты на 1 ... 2 мин. Прямо в растворе с поверхности панели смывают черную пленку, пользуясь марлевым тампоном, укрепленным на конце деревянного стержня. Далее панель снова тщательно промывают в проточной воде и сушат.

Допускается многократная обработка панели в растворах, но концентрацию растворов и продолжительность обработки нужно уточнить для получения требуемого результата по пробным экспериментам с отрезками материала.

**Чернила для пластмассы.** Этими необычными чернилами можно наносить надписи на пластмассовых футлярах различных конструкций. Они хорошо удерживаются на органическом стекле, полистироле, поливинилхлориде и других пластинах, не смываются водой.

Готовят чернила так. Несколько стержней от шариковых авторучек разрезают на 5—7 частей каждый и заливают дихлорэтаном (в крайнем случае хлороформом) в хорошо закрывающемся сосуде. Соотношение количеств пасты и дихлорэтана нужно подобрать экспериментально. После тщательного перемешивания отрезки стержней удаляют. Чернила готовы.

Писать можно обычным ученическим пером или рейсфедером.

Готовить чернила и пользоваться ими желательно в хорошо проветриваемом помещении.

**Окраска провода.** Монтажным проводам типа МГШВ, МГВ и аналогичным в поливинилхлоридной изоляции белого цвета нетрудно придать другой оттенок, если воспользоваться красителями для хлопчатобумажной ткани, шерсти и капрона. Один пакет красителя растворяют в двух-трех литрах теплой воды. Моток окрашиваемого провода опускают в раствор и нагревают его до 85 ... 90 °С. Цвет определяют по контрольному отрезку такого же провода, периодически вынимая его из раствора. После крашения провод промывают в холодной проточной воде.

Чтобы раствор не попадал под изоляцию, концы провода перед окрашиванием следует загерметизировать, опустив их на несколько секунд в клей БФ-6 и высушив или заварив, оплавляя в пламени спички.

Если используется краситель для капрона, цвет окрашенного провода соответствует цвету красителя. При использовании же красителя для шерсти или хлопчатобумажной ткани цвет получается иным. Так, например, в черном красителе изоляция провода станет оранжевой, в синем (или васильковом) — красно-малиновой, в зеленом (или красном) — желтой.

**Рисунок печати — на плату.** Один из способов перенесения рисунка печатных проводников на плату фольгированного материала — перевести его с кальки через копировальную бумагу. Но добиться хорошего качества изображения в этом случае трудно, да и времени уходит немало.

Другое дело — воспользоваться явлением светочувствительности меди. Для этого заготовку платы из фольгированного материала тщательно очищают от жиров и окислов, опустив ее на 1,5 ... 3 мин в раствор хлорного железа, после чего промывают в проточной воде, протирают и высушивают. На фольгу накладывают кальку с рисунком проводников, выполненным черной тушью (можно также черной акварелью, шариковой авторучкой с черной пастой и даже, в крайнем случае, черным карандашом), и прижимают ее листом стекла. Заготовку через стекло и кальку освещают лампой мощностью 200 ... 300 Вт с расстояния 150 ... 200 мм в течение 10 ... 20 мин. Продолжительность экспонирования нужно уточнить экспериментально.

Освещенные участки фольги под действием света окисляются и чернеют, а затемненные почти не изменяются. Теперь остается закрасить светлые участки фольги кислотостойким лаком и травить, как обычно. Следует иметь в виду, что рисунок на фольге через непродолжительное время (несколько дней) после экспонирования почти исчезает, поэтому закрашивать его лаком следует сразу же после выключения лампы.

Описанный способ особенно пригоден при изготовлении большого числа одинаковых плат. Вместо кальки удобнее изготовить фотопластинку с изображением рисунка печатных проводников.

**Фиксация тонкого сверла.** Работая при изготовлении печатных (или монтажных) плат тонким (диаметром 1,5 мм и менее) сверлом, вы, наверное, замечали, что оно плохо фиксируется в патроне дрели. В таком случае сверло часто обматывают несколькими слоями бумаги или фольги, чтобы увеличить диаметр хвостовика. При этом нарушается центровка сверла в патроне.

Гораздо лучше вместо бумаги намотать на хвостовик сверла медный провод диаметром 0,4 ... 0,6 мм виток к витку в один слой. Подойдет обмоточный провод в эмалевой изоляции (марки ПЭЛ, ПЭВ) или без нее. В последнем варианте получающуюся обмотку лучше пропаять.

**Насадка для паяльника.** Чтобы удобнее было демонтировать микросхемы, можно надевать на жало паяльника насадку, изготовленную из медного овержня. Стержень с одного конца расплющивают молотком и напильником придают форму, показанную на рис. 120. Ширина жала насадки должна быть такой, чтобы можно было разогреть одновременно все пайки микросхемы в одном ряду. Микросхему демонтируют с помощью насадки в два приема. При этом удобно пользоваться тонкой плоской стальной пластиной, вводя ее под корпус микросхемы и поворачивая вокруг продольной оси, чтобы выводы микросхемы вышли из отверстий в печатной плате.

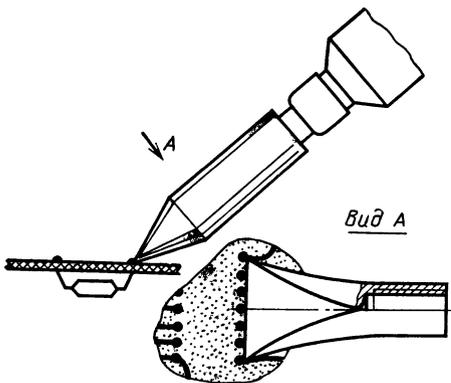


Рис. 120. Насадка для демонтажа микросхем

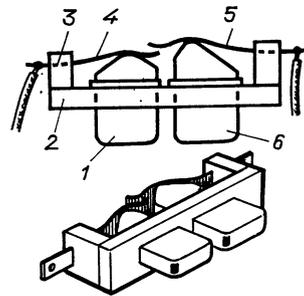


Рис. 121. Устройство кнопочного выключателя

По такому принципу может быть изготовлена насадка, перекрывающая пайки обоих рядов выводов микросхемы. В этом случае микросхему демонтируют в один прием.

**Зачистка выводов деталей.** Как зачистить выводы радиодеталей, покрывшиеся окисной пленкой в результате длительного хранения? Быстрее всего — с помощью ученической резинки для чернил. В ней сверлят тонким сверлом несколько отверстий, вставляют в них выводы деталей и несколько раз с усилием протягивают. Гнутые же выводы зачищают краем резинки, помещая их на плоскую поверхность и удерживая деталь рукой, а плоские выводы протягивают между двумя прижимаемыми друг к другу резинками.

**Простой кнопочный выключатель.** Для его изготовления понадобится немного материалов, которые наверняка найдутся в радиолюбительской лаборатории. В планке 2 (см. рис. 121), вырезанной, например, из полистирола, пропилите два отверстия и вставьте в них две клавиши — 1 и 6 разной длины. По бокам планки приклейте стойки 3 и запрессуйте в них контактные пружины 4 и 5 — их можно изготовить из заводной пружины от старого будильника. Концы пружин зачистите, облудите и изогните так, чтобы они отстояли друг от друга на расстоянии 2...3 мм. К выступающим наружу выключателя концам пружин припаяйте проводники в изоляции, которыми будете подключать выключатель к нужным цепям устройства.

Если теперь нажать клавишу-кнопку 1, она отклонит пружину 4 настолько, что пружина 5 окажется ниже пружины 4. При отпускании кнопки пружина 4 опустится на пружину 5 и электрическая цепь, в которой стоит выключатель, будет замкнута.

При нажатии на кнопку 6 начнет отклоняться пружина 5, и вскоре пружина 4 соскользнет с пружины 5 и окажется в исходном положении. Электрическая цепь будет разомкнута.

Планку со стойками можно выпилить, конечно, из одного отрезка материала.

**Движковый переключатель из тумблера.** Любой из широко распространенных тумблеров ТВ2-1, ТП1, ТЗ или аналогичных может стать основой движкового выключателя или переключателя. Движок такого коммутирующего устройства

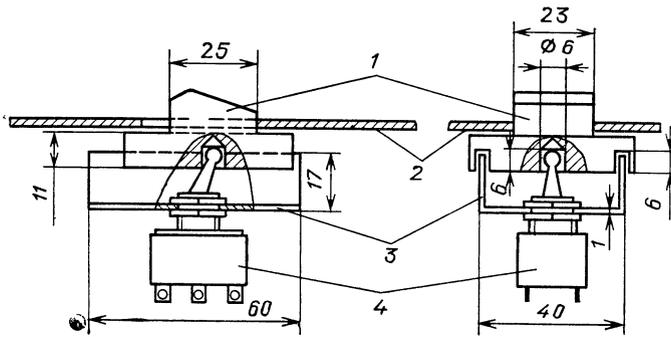


Рис. 122. Устройство движкового переключателя

хорошо выглядит на лицевой панели конструкции. Устройство и примерные размеры деталей переключателя приведены на рис. 122.

Движок (ручку) 1 вытачивают из пластмассы, желателно непрозрачной. Он перемещается по направляющей скобе 3, на которой укреплен тумблер 4. Головка ручки тумблера входит в цилиндрическое глухое отверстие движка. Перемещение движка ограничено прямоугольным отверстием в лицевой панели (или фальшпанели) 2. Размеры отверстия 32×23 мм.

Такой переключатель крепят за скобу 3 с помощью стоек или кронштейна к шасси или плате устройства. Если изготовить скобу 3 значительно большей длины по сравнению с показанной на рисунке, на ней можно разместить несколько переключателей.

**Шуп-зажим из шариковой авторучки.** Чтобы шуп измерительного прибора надежно соединялся, скажем, с выводом детали проверяемого устройства, на шуп надевают зажим «крокодил». Более удобным в таких случаях может оказаться предлагаемый шуп-зажим (рис. 123), изготовленный из шариковой авторучки.

В корпус авторучки с кнопкой вставляют вместо стержня с пастой штырь из стальной проволоки или отрезок вязальной спицы. На штыре предварительно делают упор (например, наматывают два-три витка провода) для пружины. Выступающий конец штыря слегка расплющивают и затачивают в виде крючка. К другому концу штыря припаивают тонкий

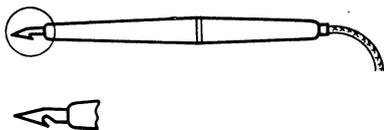


Рис. 123. Шуп-зажим из шариковой авторучки

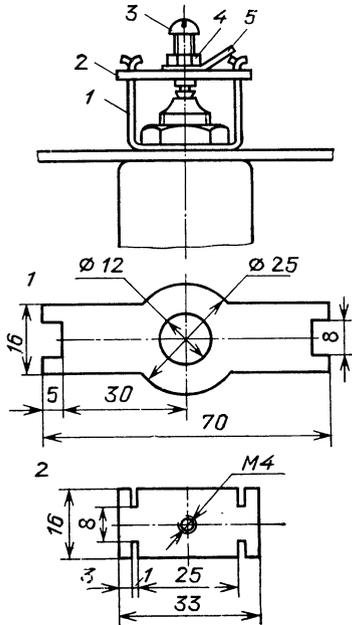


Рис. 124. Приспособление-контакт к оксидному конденсатору

многожильный провод в поливинилхлоридной изоляции и пропускают провод через отверстие, просверленное в кнопке авторучки.

При обычном пользовании щупом конец штыря может быть выпущен на всю длину. Когда же необходимо зажать провод, его вкладывают в выемку крючка и с помощью кнопки втягивают штырь внутрь корпуса. Теперь провод будет зажат между штырем и корпусом авторучки.

**Восстановление вывода оксидного конденсатора.** Если при монтаже конденсатора К50-3, К50-12, К50-20 или подобного, с гайкой крепления, случайно отломался плюсовой вывод, не огорчайтесь. Такой конденсатор можно использовать, изготовив к нему несложное приспособление, показанное на рис. 124. Оно состоит из фигурной шайбы-стойки 1, согнутой из листового металла толщиной 0,8 мм, пластины 2 из изоляционного материала толщиной 2 мм, винта 3, контргайки 4 и металлического лепестка 5. Под винт 3 в пластине 2 сверлят отверстие и нарезают резьбу.

Если вывод конденсатора отломился ниже края резиновой пробки, нужно заточить конец винта в виде конуса. Если же конец вывода выступает над пробкой, его затачивают в виде конуса, а в винте высверливают неглубокое отверстие и заливают его припоем. В любом случае винт ввинчивают в пластину 2 настолько, чтобы обеспечить надежный контакт с выводом конденсатора, а затем винт контрят гайкой 4, прижимая ей лепесток 5 — он и будет теперь плюсовым выводом конденсатора.

**Чтобы шнур стал витой.** Всем удобен витой телефонный шнур — он не путается, на нем не образуются «барашки», он дольше служит и хорошо выглядит. Такой же формы может быть и сетевой шнур питания различных радио-конструкций. Для этого подходит имеющийся в продаже двойной провод в пластмассовой изоляции. Его плотно навивают виток к витку на металлический стержень диаметром около 10 мм и закрепляют концы. Далее заготовку помещают в термостат (или в термощаф бытовой газовой плиты), нагретый до температуры 110 ... 130 °С. Через 30 ... 60 мин заготовку быстро охлаждают струей холодной воды и снимают со стержня.

Пластмасса изолирующей оболочки разных проводов может отличаться, поэтому температуру тепловой обработки ее следует подобрать экспериментально.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов И. Регенерация гальванических элементов и батарей//Радио. 1972. — № 6. — С. 55, 56.
- Ануфриев А. Стереофонический усилитель НЧ//Радио. — 1983. — № 1. — С. 49—51; № 2. С. 38, 39.
- Богомолов Б. Восстановление элементов марганцево-цинковой системы//Радио. — 1981. — № 7—8. — С. 75.
- Боровин И. Простой усилитель звуковой частоты//Радио. — 1983. — № 8. — С. 41, 42.
- Бронштейн М. Прибор для проверки конденсаторов//Радио. — 1984. — № 12. — С. 36.
- Вареник Г., Кац А. Кац А. Индикатор-браслет//Радио, — 1976. — № 9, — С. 33.
- Гришин А. Пробник-индикатор напряжения//Радио. — 1983. — № 9. — С. 54.
- Дмитриев В. Гирлянды с плавным переключением//Радио. — 1981. — № 11. — С. 34, 35.
- Евсеев А. На базе телефонных аппаратов. В помощь радиолюбителю. — М.: ДОСААФ, 1987, № 96. — С. 30—48.

- Желюк О.** Программируемый переключатель гирлянд//Радио. — 1986. — № 11. — С. 55—57.
- Зудов А.** Зарядное устройство//Радио. — 1978. — № 3. — С. 44.
- Иванов Б.** Тренажер снайпера//Радио. — 1982. — № 7. — С. 52, 53.
- Иванов Б.** Разработано в радиокружке//Радио. — 1984. — № 12. — С. 37, 38.
- Иванов Б.** Конструкция юных радиолюбителей. В помощь радиолюбителю. — М.: ДОСААФ, 1987, № 98. — С. 66—78.
- Иванов В.** Прибор для проверки транзисторов средней и большой мощности//Радио. — 1985. — № 11. — С. 53, 54.
- Индикатор-браслет**//Радио. — 1980. — № 12. — С. 55.
- Казлаускас Р.** Автомат световых эффектов//Радио. — 1982. — № 11. — С. 54, 55; 1983. — № 2. — С. 37.
- Карапетьянец К.** «Бегущие огни» из четырех гирлянд//Радио. — 1983. — № 11. — С. 53, 54.
- Карташов С.** Логический пробник с одним светодиодом//Радио. — 1986. — № 3. — С. 55.
- Кисельман А.** Кто быстрее?//Радио. — 1988. — № 3. — С. 49, 50.
- Козаченко В.** Усилитель ЗЧ для радиоприемника//Радио. — 1986. — № 12. — С. 49.
- Комов Г.** Кто быстрее? В помощь радиолюбителю. — М.: ДОСААФ, 1985, № 88. — С. 32, 33.
- Кривишвили М., Некрасов А.** Светозвуковой индикатор-пробник//Радио. — 1985. — № 4. — С. 50, 51.
- Кутурин Ю., Шрамко О.** Переключатель гирлянд с плавным изменением яркости//Радио. — 1982. — № 11. — С. 55.
- Нечаев И.** Автоматическое зарядное устройство для аккумулятора 7Д-0,1//Радио. — 1983. — № 9. — С. 55.
- Овчинников А.** Переключатель трех гирлянд//Радио. — 1983. — № 11. — С. 52, 53.
- Первозчиков С.** Логический пробник с двумя светодиодами//Радио. — 1986. — № 3. — С. 55.
- Переговорное устройство**//Радио. — 1985. — № 7. — С. 52, 53; № 8. — С. 53—55.
- Першиков В.** Игра «Красный или зеленый»//Радио. — 1986. — № 6. — С. 34, 35.
- Плотников В.** Переговорное устройство «Кольцо»//Радио. — 1986. — № 5. — С. 51—53.
- Приймак Д.** Простейший генератор звуковой частоты//Радио. — 1983. — № 11. — С. 55.
- Приймак Д.** Переговорное устройство//Радио. — 1987. — № 5. — С. 33.
- Рябухин А.** «Бегущие огни» — на одном транзисторе//Радио. — 1981. — № 11. — С. 34.
- Савицкий Е.** Измерительные приборы-пробники//Радио. — 1984. — № 1. — С. 50—53.
- Савицкий Е.** Пробник для маломощных транзисторов//Радио. — 1985. — № 2. — С. 55.
- Селицкий А.** Пробник-индикатор напряжения//Радио. — 1986. — № 3. — С. 35.
- Сенин В.** Переключатель четырех гирлянд//Радио. — 1985. — № 11. — С. 52, 53.
- Сенин Л.** Выключатель вместо... генератора. В помощь радиолюбителю. — М.: ДОСААФ, 1987, № 96. — С. 59, 60.
- Сычев В.** Приставка-измеритель емкости//Радио. 1985. — № 3. — С. 49.
- Трещёкас И.** Переключатель двух гирлянд//Радио. — 1985. — № 11. — С. 52.
- Фомишин Е.** Переговорное устройство//Радио. — 1984. — № 6. — С. 52—54.
- Хайкин Б.** Пробники для проверки диодов//Радио. — 1983. — № 10. — С. 52, 53.
- Чеканихин В.** Автомат световых эффектов//Радио. — 1984. — № 11. — С. 52, 53.
- Шульгин Г.** Дуплексное переговорное устройство//Радио. — 1985. — № 5. — С. 50.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b>	<b>3</b>
<b>Измерительная лаборатория</b>	<b>4</b>
Пробники для «прозвонки» монтажа	4
Пробники-индикаторы напряжения	8
Простые логические пробники	13
Пробники-генераторы	15
Приборы для проверки конденсаторов	19
Приборы для проверки диодов	21
Приборы для проверки транзисторов	24
<b>Усилители звуковой частоты</b>	<b>28</b>
Усилитель ЗЧ переносного радиоприемника	28
Простой стереофонический усилитель мощности	30
Высококачественный стереофонический усилитель ЗЧ	34
<b>Переговорные устройства</b>	<b>43</b>
Переговорное устройство с низковольтным питанием	43
Дуплексное переговорное устройство	46
Переговорное устройство «Кольцо»	48
Переговорное устройство повышенной мощности	52
Многоканальное дуплексное переговорное устройство	57
Переговорное устройство с телефонными аппаратами	66
<b>Электронная игротка</b>	<b>68</b>
Кто сильнее?	68
Кто быстрее?	69
«Снайпер»	75
Кто выше подпрыгнет?	76
Кто точнее попадет?	78
Автомат случайных цифр	79
«Красный или зеленый»	84
<b>Для новогодней елки</b>	<b>86</b>
Переключатель одной гирлянды	86
Переключатель двух гирлянд	86
Переключатель трех гирлянд	89
Переключатель четырех гирлянд	96
«Бегущие огни»	103
Автомат световых эффектов	107
<b>Зарядные устройства</b>	<b>113</b>
Вторая «жизнь» гальванических элементов и батарей	113
Как зарядить аккумулятор	116
Для автомобильной аккумуляторной батареи	119
<b>Полезные советы</b>	<b>121</b>
<b>Список литературы</b>	<b>127</b>

80 к.



«Радио и связь»