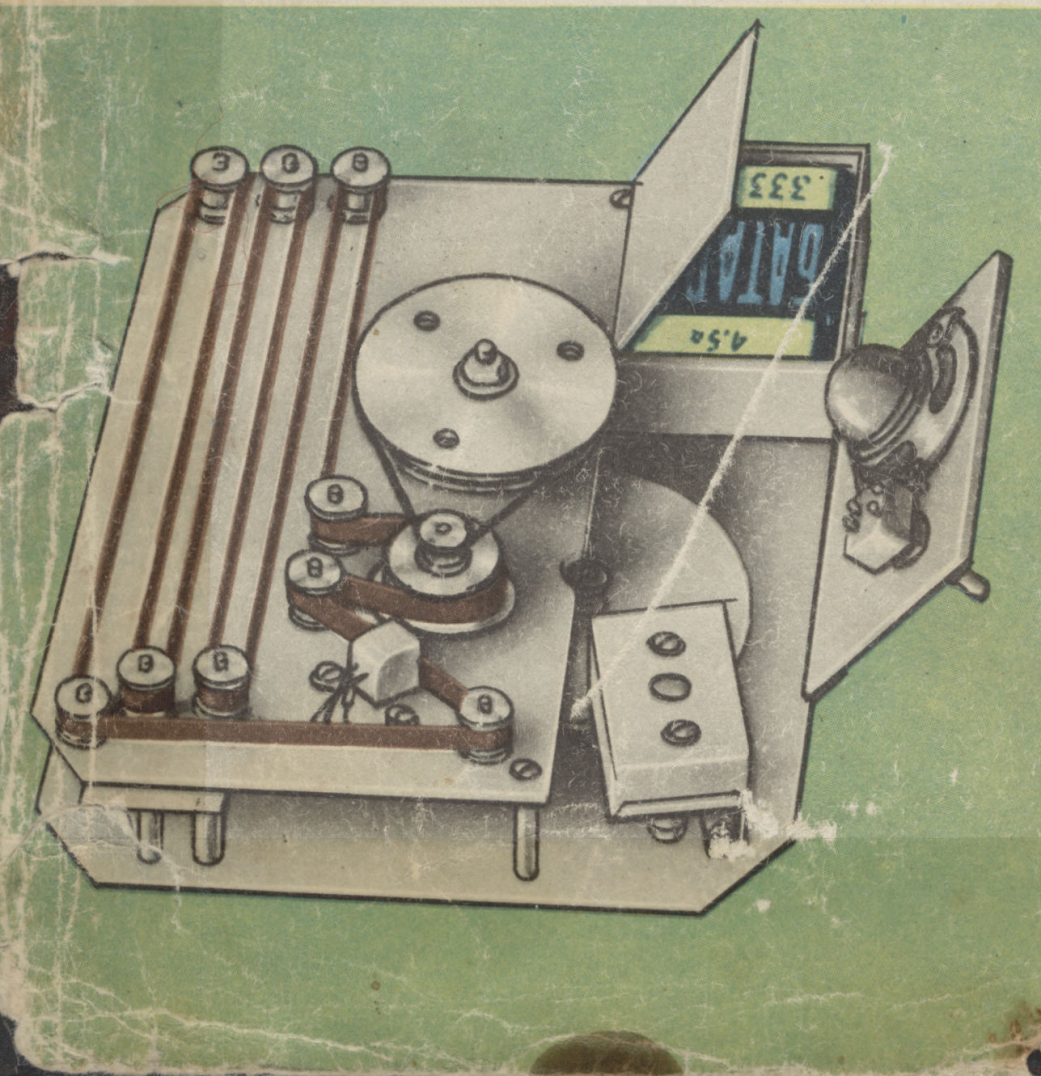
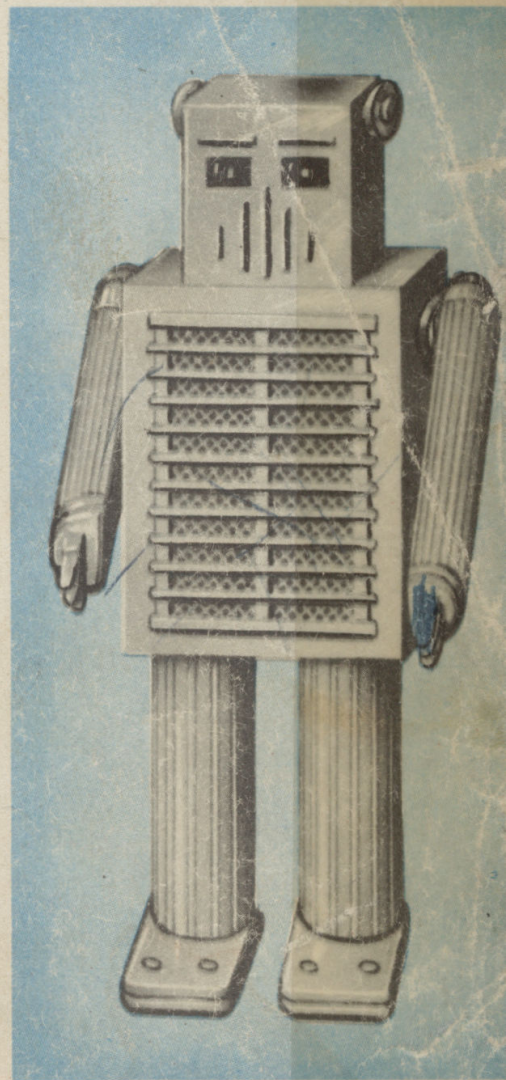


МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

В. В. ФРОЛОВ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИГРЫ И ИГРУШКИ



МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

Выпуск 1000

В. В. ФРОЛОВ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИГРЫ
И ИГРУШКИ



МОСКВА «ЭНЕРГИЯ» 1979

ББК 32.816

Ф91

УДК 621.396.6 : 688.72

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Белкин Б. Г., Борисов В. Г., Ванеев В. И.,
Геништа Е. Н., Гороховский А. В., Демьянов И. А., Ельяш-
кевич С. А., Жеребцов И. П., Корольков В. Г., Смирнов А. Д.,
Тарасов Ф. И., Чистяков Н. И.

Фролов В. В.

Ф91 Радиотехнические игры и игрушки. — М.: Энергия,
1979. — 72 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека;
Вып. 1 000).

65 к.

В основу книги положены описания наиболее интересных игр и игрушек, разработанных радиолюбителями в последние годы. Главное внимание уделено конкретным практическим рекомендациям по изготовлению и налаживанию конструкций. В то же время приведены и некоторые сведения из основ радиотехники и автоматики, необходимые для уяснения принципа действия отдельных устройств.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей. Она также может быть полезна руководителям радиокружков школ и внешкольных учреждений.

Ф $\frac{30404-417}{051(01)-79}$ 236-79. 2402020000

ББК 32.816
6Ф2.9

ОТ РЕДАКЦИИ

Эта книга — тысячная в серии Массовой радиобиблиотеки (МРБ) издательства «Энергия». Книги и брошюры МРБ завоевали широкую популярность в нашей стране и зарубежом.

Один из организаторов МРБ академик А. И. Берг писал: «Это единственное в своем роде целенаправленное издание, которое столько лет выходит в свет по единому плану, с растущим составом авторов, под руководством весьма квалифицированной и активной редакционной коллегии. Массовая радиобиблиотека — это своеобразная познавательная энциклопедия радиотехники и электроники. Она воспитывает молодежь и возбуждает интерес к радиотехнике у людей всех возрастов и профессий».

Открывая вторую тысячу выпусков МРБ, мы опираемся на приобретенный опыт, а также на опыт наших помощников — членов редколлегии, авторский и редакторский актив, радиолюбительскую и научно-техническую общественность. Мы искренне благодарим их за помощь и содействие в нашей работе.

Издательство «Энергия»

ПРЕДИСЛОВИЕ

Конструирование радиотехнических игрушек — одно из самых интересных направлений в творчестве юных радиолюбителей. Тысячи ребят мастерят их в радиокружках Дворцов пионеров и школьников, станций юных техников, а если позволяют условия, и дома. И это неудивительно, ведь радиоигрушки — своеобразный, занимательный путь в мир радиотехники. В самом деле, конструируя радиоигрушку, начинающий радиолюбитель познает многое из того, что составляет большую радиотехнику и электронику. Да и сами радиоигрушки нередко представляют собой не что иное, как упрощенные копии более сложных устройств.

Интерес к радиоэлектронным игрушкам особенно возрос в последнее десятилетие: описания самых разнообразных устройств публиковались и продолжают публиковаться в журналах «Радио», «Моделист-конструктор», «Юный техник». Однако достать отдельные номера этих журналов за прошлые годы порой очень трудно. Так возникла мысль написать книгу, в которой начинающие радиолюбители нашли бы в систематизированном виде описания наиболее интересных радиоигрушек, созданных в разные годы энтузиастами этого дела. И вот она перед Вами. В ней и простейшие радиоприемники-сувениры, и несложные магнитофоны в оригинальном оформлении, и забавные игрушки, которые могут стать приятным подарком младшему брату или сестренке, и многое другое. Для облегчения повторения всех этих конструкций приведены чертежи их монтажных плат и схемы соединений, даны рекомендации по подбору и замене деталей, советы по налаживанию.

Автору будет очень приятно узнать, если для кого-то из читателей описанные в книге игры и игрушки станут их первыми конструкциями. Отзывы о книге просим направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Изд-во «Энергия», редакция Массовой радиобиблиотеки.

Автор

ПРИЕМНИКИ-СУВЕНИРЫ

С чего начинается радиолюбительство? Многие, если не большинство, ответят: со сборки детекторного приемника. Из готовых деталей такой приемник можно собрать всего за несколько минут. Ни с чем не сравнима радость и творческое удовлетворение, когда в «наушниках» (головных телефонах), подключенных к нескольким соединенным друг с другом радиодеталям, вы услышите музыку или голос диктора.

Детекторный приемник [2] можно собрать по схеме, показанной на рис. 1. Для этого потребуется совсем немного деталей: катушка индуктивности L_1 , конденсатор переменной емкости (КПЕ) C_2 , два конденсатора постоянной емкости C_1 и C_3 , полупроводниковый диод D_1 и головные телефоны $T\phi_1$. Катушка L_1 может быть готовой, например от заводского лампового приемника, в том числе старой конструкции. Если в месте приема лучше слышны передачи радиовещательных станций средневолнового (СВ) диапазона, то надо приобрести катушку так называемого входного контура СВ диапазона, а если длинноволнового (ДВ) диапазона, то катушку входного контура этого диапазона.

Для самодельной катушки потребуется небольшой (20–25 мм) кусок ферритового (марки 400 НН) стержня диаметром 8 мм (такие стержни длиной 110–140 мм используют для магнитных антенн транзисторных приемников). Зажмите (через прокладку из изолянта или бумаги) стержень в тиски и резким ударом отломите кусок нужной длины. Оберните его двумя-тремя слоями плотной писчей бумаги, а затем приклейте к ней два картонных кольца на расстоянии 15 мм одно от другого клеем БФ-2 или другим подходящим клеем. Между кольцами (щечками) намотайте 80 витков провода ПЭЛ, ПЭВ-1 (ПЭВ-2) или ПЭЛШО диаметром 0,15–0,2 мм. С такой катушкой приемник будет принимать передачи радиостанций, работающих в СВ диапазоне. Для работы в ДВ диапазоне катушка должна содержать примерно 220 витков того же провода. Концы провода (после намотки) аккуратно зачистите наждачной бумагой и облудите.

Конденсатор переменной емкости может быть любого типа, но желательно малогабаритный (например, КПЕ-180 или из набора деталей приемника «Сверчок»). В крайнем случае можно

применить и подстроечный керамический конденсатор КПК-2 с перекрытием по емкости 10–100 или 25–150 пФ. Конденсаторы C_1 и C_3 также могут быть любыми, важно лишь, чтобы емкость первого из них была в пределах 47–100 пФ, а второго 1800–10 000 пФ. Диод D_1 – любой из серии Д9 или Д2, телефоны $T\phi_1$ – ТОН-2 или подобные им головные телефоны с обмотками сопротивлением 2–4 кОм.

Как работает простейший приемник? Высококачественное (ВЧ) напряжение из антенны через конденсатор C_1 поступает на колебательный контур приемника, состоящий из катушки L_1 и конденсатора C_2 . Если контур настроен в резонанс с поступающим на него ВЧ напряжением, то его сопротивление на этой частоте становится в десятки и даже в сотни раз больше, чем на всех остальных частотах. В результате на контуре выделяется относительно большое напряжение сигнала, которое поступает далее на детектор (диод D_1). Для сигналов же всех других радиостанций, также принятых антенной, сопротивление контура мало, поэтому они создают на нем незначительное падение напряжения. Таким образом, перестраивая колебательный контур изменением емкости конденсатора C_2 , можно выделить напряжение ВЧ только той радиостанции, передачи которой хотим услышать.

Высокочастотные колебания, излучаемые радиовещательной станцией, называют модулированными, так как они содержат в себе в скрытой форме колебания низкой (звуковой) частоты – НЧ. Модулированные колебания ВЧ, выделяемые контуром $L_1 C_2$, поступают на детектор D_1 , который преобразует эти колебания так, что в результате появляются три составляющие сигнала: НЧ, ВЧ и постоянная. Нас, естественно, интересует первая из них, так как именно она, проходя через обмотки телефонов, позволяет услышать передачу.

Высокочастотной составляющей телефоны оказывают большое сопротивление, поэтому параллельно им включен конденсатор C_3 , который свободно пропускает эту составляющую (в обход телефонов) на землю. Не будь этого конденсатора, приемник звучал бы тише. Постоянная составляющая также идет через телефоны и лишь напрасно нагружает их.

Конструкция приемника может быть любой. Попробовать его в работе можно, даже закрепив детали на куске картона или фанеры, а вот чтобы придать ему законченный вид, стоит немного подумать о внешнем оформлении. Приемники в пластмассовых корпусах традиционной прямоугольной формы давно уже стали привычными, ими никого не удивишь. А что если оформить приемник необычно? Например, в виде фигурки животного, человечка или гриба, как показано на рис. 2.

Ножку и шляпку «гриба» выточите из мягкой древесины или вырежьте из пенопласта. В ножке сделайте полость с уступом в верхней части (для опоры корпуса КПЕ C_2), а в его основании просверлите три отверстия: одно (диаметром 8 мм) под ферритовый сердечник катушки L_1 , а два других — под соединительные провода. Подставку в форме усеченной четырехгранной пирамиды склейте из кусочков листового полистирола или фанеры толщиной 2–3 мм. В боковых стенках просверлите по два отверстия и развальцуйте в них пустотелые пистоны (отрезки медной трубки) с внутренним отверстием диаметром 4 мм. Это будут гнезда $Гн_1$, $Гн_2$ (для подсоединения антенны и заземления) и $Гн_3$, $Гн_4$ (для вилки телефонов). Расстояние между центрами последних гнезд сделайте равным 19 мм (под вилку телефонов). Приклейте ножку «гриба» к подставке, соедините детали друг с другом, как показано на рисунке; на ось КПЕ наденьте шляпку — она будет ручкой настройки — и приемник готов. Подключите к нему наружную антенну и заземление, вставьте в гнезда $Гн_3$ и $Гн_4$ вилку телефонов и, поворачивая шляпку «гриба», настройтесь на местную радиостанцию. Убедившись, что приемник работает, покрасьте наружные поверхности «гриба» и подставки нитрокраской так, чтобы «гриб» стал похож на настоящий, и сувенир готов.

Впрочем, детекторный приемник, как это и должно быть, работает очень тихо. А вот если к нему сделать несложную приставку — усилитель НЧ, то радиопередачи уже будут звучать достаточно громко.

Принципиальная схема возможного варианта такого усилителя показана на рис. 3. Он собран на двух транзисторах (T_1 и T_2) и, кроме того, содержит пять постоянных резисторов ($R_1 - R_5$) и три конденсатора постоянной емкости ($C_4 - C_6$), два из которых электролитические. Часть схемы — левее штрихпунктирной линии — несколько измененный детекторный приемник.

Для питания усилителя НЧ подойдет любая батарея напряжением 3–4,5 В (3336Л, два-три соединенные последовательно элемента 332 или 316 и т. п.). Выключатель питания B_1 может быть любого типа (даже самодельный).

Как работает такой усилитель НЧ? Выделенный детектором D_1 ток НЧ течет через резистор R_1 и создает на нем падение напряже-

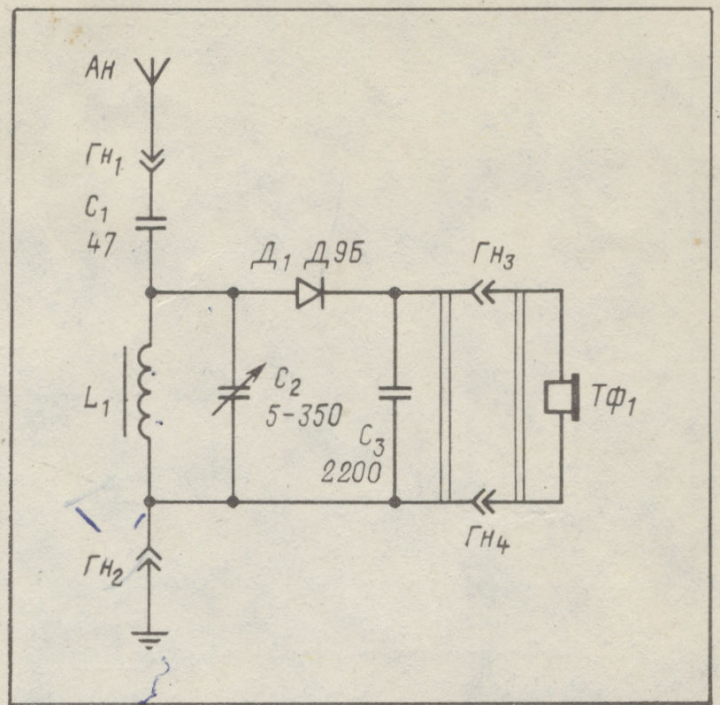


Рис. 1. Принципиальная схема детекторного приемника.

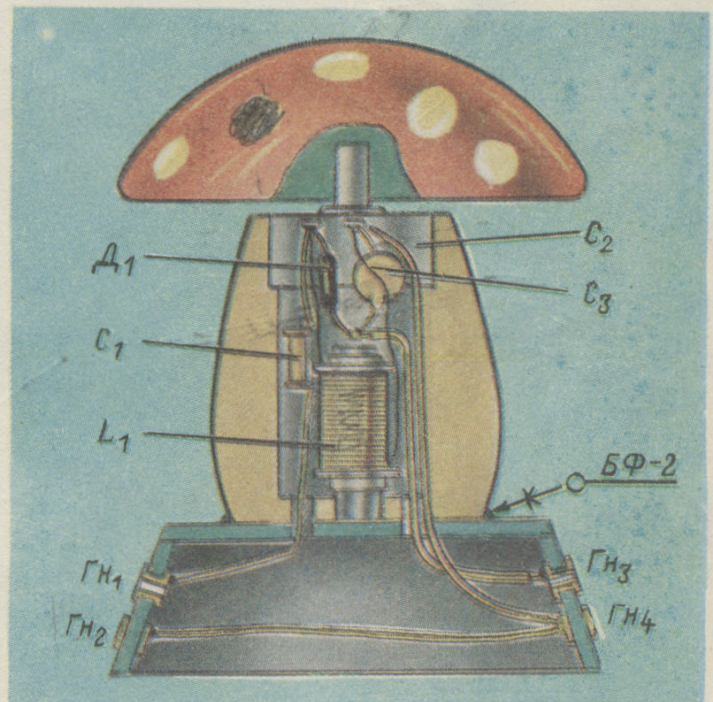


Рис. 2. Конструкция приемника.

ния. Через конденсатор C_4 оно подается на базу транзистора T_1 , вызывая небольшие изменения базового тока. Это в свою очередь вызывает значительно большие изменения тока коллектора.

Усиленное напряжение НЧ выделяется в коллекторной цепи на нагрузке транзистора T_1 — резисторе R_4 . С него оно поступает на базу транзистора T_2 и усиливается им. В результате через головные телефоны $Tф_1$, включенные в коллекторную цепь этого транзистора, течет во много раз усиленный ток НЧ, поэтому телефоны звучат гораздо громче, чем в детекторном приемнике.

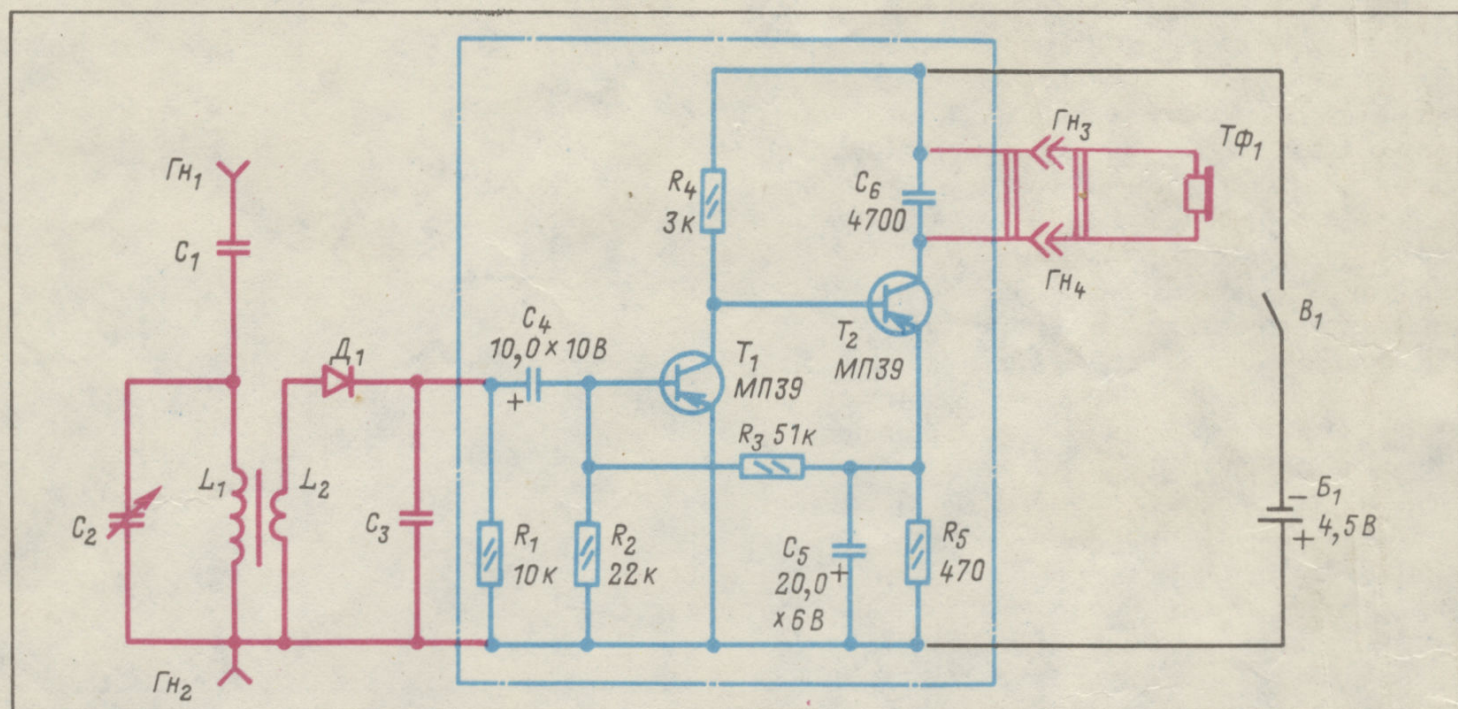


Рис. 3. Принципиальная схема детекторного приемника с двухкаскадным услителем НЧ.

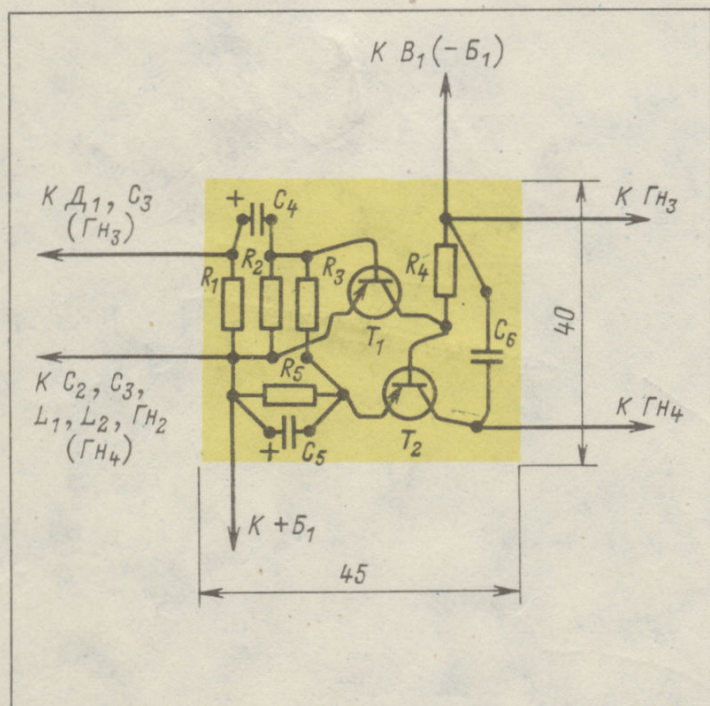


Рис. 4. Схема соединений двухкаскадного усилителя НЧ.

А каково назначение остальных деталей усилителя? Для работы транзистора в усилительном режиме необходимо, чтобы на его базе относительно эмиттера было постоянное отрицательное напряжение $-(0,15 \div 0,2)$ В — так называемое напряжение смещения. На базу транзистора T_1 оно подается с делителя напряжения, состоящего из резисторов R_2 и R_3 . Этот делитель питается напряжением, создающимся на резисторе R_5 в результате протекания через него эмиттерного тока транзистора T_2 . На базу этого транзистора напряжение смещения поступает с коллектора транзистора T_1 . В усилителе, соб-

ранном по такой схеме, напряжения на электродах транзисторов (т. е. режимы их работы по постоянному току) устанавливаются автоматически, поэтому в налаживании он не нуждается.

Конденсатор C_4 разделяет цепи детекторного приемника и усилителя НЧ по постоянному току. Без него резистор R_1 оказался бы подключенным параллельно резистору R_2 , а это нарушило бы режим работы всего усилителя. Емкость конденсатора может быть от 3–5 до 15–20 мкФ.

Конденсатор C_5 устраняет действие отрицательной обратной связи по переменному току во втором каскаде усилителя. Емкость этого конденсатора должна быть такой, чтобы его емкостное сопротивление на самых низких частотах (в нашем случае 200–300 Гц) было намного меньше сопротивления резистора R_5 . Этому требованию удовлетворяет конденсатор емкостью 20–100 мкФ. Наконец, конденсатор C_6 влияет на тембр звучания. Его подбирают на слух, добиваясь наиболее приятного звучания. С увеличением емкости конденсатора его сопротивление колебаниям высших звуковых частот уменьшается, поэтому тембр звучания телефонов становится мягче (глуше).

В усилителе можно использовать транзисторы серий МП39 — МП42 с любым буквенным индексом. Статический коэффициент передачи тока транзисторов может быть от 20 и выше. Резисторы R_1 – R_5 — любые малогабаритные: ВС-0,125, МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 и т. п. Конденсаторы C_4 и C_5 — К50-6, C_6 — КСО, БМ или КДС.

Усилитель смонтируйте на плате из гетинакса, текстолита, органического стекла или другого диэлектрического материала размерами

40 × 45 мм и толщиной 1–1,5 мм (рис. 4). Просверлите в ней 16 отверстий диаметром 1–1,5 мм под выводы деталей и два отверстия диаметром 8,5 мм, в которые плотно вставьте корпуса транзисторов T_1 и T_2 . Детали соедините друг с другом в соответствии с рис. 4 и принципиальной схемой.

Испытайте усилитель в работе. Провода, идущие к конденсатору C_3 (см. рис. 3), подключите к гнездам G_{H_3} и G_{H_4} детекторного приемника, а телефоны — параллельно конденсатору C_6 . Включите питание, настройте детекторный приемник на местную радиостанцию — и вы убедитесь, что с усилителем приемник работает значительно громче. Вместо телефонов можно включить электродинамический капсюль ДЭМ-4м или абонентский громкоговоритель. Тогда передачи смогут слушать уже несколько человек.

А теперь об изменениях в схеме детекторного приемника. Испытывая приемник с усилителем, вы обратите внимание на то, что его селективность (способность отстраиваться от соседних радиостанций) невелика. Причина этого

в том, что в приемнике всего один настраиваемый контур L_1C_2 , резонансное сопротивление которого при выбранном включении детектора уменьшается, из-за чего контур ухудшает свои избирательные свойства. Уменьшить влияние детектора можно, если подключить его к контуру не непосредственно, а через катушку связи, имеющую в несколько раз меньше витков, чем катушка контура. В результате влияние детектора уменьшится в n^2 раз (n — отношение чисел витков катушек контура и связи) и селективность приемника повысится. Катушку связи L_2 (см. рис. 3) намотайте тем же проводом, что и основную. Число ее витков возьмите равным 15–20% числа витков катушки L_1 . Измените соединения в приемнике, как показано на рис. 3, и вы убедитесь, что соседние с принимаемой станции стали слышны гораздо тише.

Плату усилителя НЧ вместе с батареей питания закрепите в подставке «гриба», на одной из ее боковых стенок установите выключатель B_1 , и вот теперь уже можно считать, что приемник готов.

«ГОВОРЯЩИЙ» РОБОТ

Этот приемник более сложен: он собран на пяти транзисторах и не нуждается в наружной антенне и заземлении. А смонтирован в фигурке робота — отсюда и его название.

Принципиальная схема приемника [2] показана на рис. 5. Он содержит так называемую магнитную антенну An_1 , два одинаковых каскада усиления ВЧ на транзисторах T_1 и T_2 , детекторный каскад на диодах D_1 и D_2 и трехкаскадный усилитель НЧ на транзисторах T_3 – T_5 , нагруженный на динамическую головку громкоговорителя Gp_1 .

Работает приемник следующим образом. Высокочастотные колебания выделяются контуром L_1C_1 магнитной антенны. Перестройка контура по частоте производится изменением индуктивности катушки L_1 . Катушка связи L_2 служит (как и в предыдущем приемнике) для согласования высокого резонансного сопротивления контура L_1C_1 с низким входным сопротивлением каскада усиления ВЧ на транзисторе T_1 . Усиленные колебания ВЧ через конденсатор C_4 поступают на базу транзистора T_2 . С его коллектора еще более усиленный ВЧ сигнал через конденсатор C_5 поступает на детектор, диоды D_1 и D_2 которого включены по так называемой схеме удвоения напряжения. Такой детектор обеспечивает на нагрузке (резисторе R_6) большее напряжение НЧ по сравнению с детектором на одном диоде, что несколько увеличивает громкость звучания.

Сигнал НЧ с нагрузки детектора через конденсатор C_7 подается на вход трехкаскадного усилителя НЧ. Он собран на транзисторах разной структуры ($p-n-p$ и $n-p-n$), что позволило уменьшить число используемых в нем деталей. В первом каскаде усилителя использован транзистор $n-p-n$ (T_3). Его необычное (по сравнению с другими транзисторами) включение объясняется тем, что полярность питающих напряжений для транзисторов этой структуры должна быть обратной. С резистора R_9 , являющегося нагрузкой транзистора T_3 , усиленное напряжение НЧ поступает на базу транзистора T_4 . Нагрузкой этого транзистора служит эмиттерный переход транзистора T_5 . Головка громкоговорителя Gp_1 включена в его коллекторную цепь через выходной трансформатор Tr_1 .

Питается приемник от батареи «Крона-ВЦ» напряжением 9 В. Резистор R_5 и конденсатор C_2 образуют развязывающий фильтр в цепи питания транзисторов усилителя ВЧ. Не будь его, приемник мог бы самовозбудиться из-за влияния выходного каскада на работу усилителя ВЧ. Конденсатор C_8 , шунтирующий батарею питания B_1 по переменному току, служит той же цели. Он особенно необходим при частично разряженной батарее. Дело в том, что при разряде ее внутреннее сопротивление увеличивается. Создающееся на нем падение переменного напряжения может стать причиной плохой работы приемника.

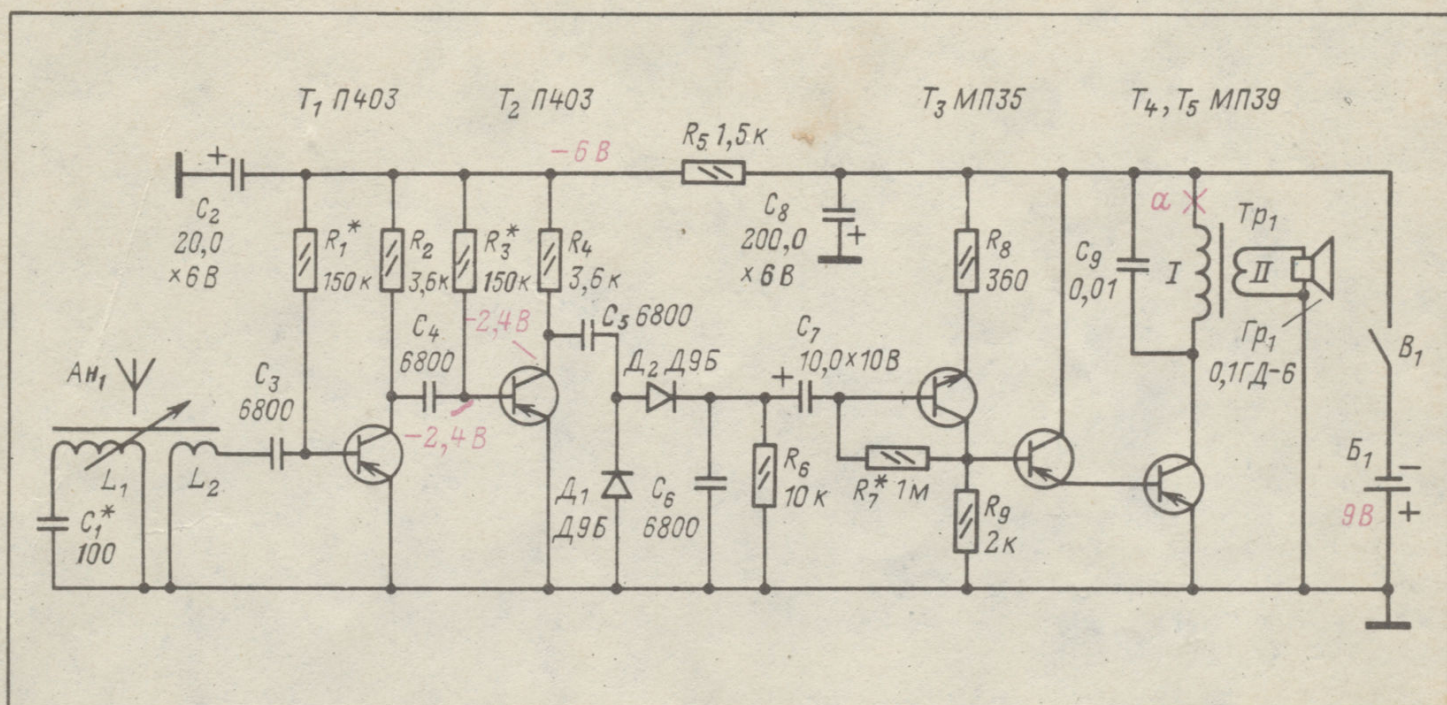


Рис. 5. Принципиальная схема приемника на пяти транзисторах.

Режимы работы транзисторов по постоянному току создаются следующим образом. На базы транзисторов T_1 и T_2 напряжения смещения подаются соответственно через резисторы R_1 и R_3 , а на базу транзистора T_3 — через резистор R_7 . Для создания напряжения смещения на базах транзисторов T_4 и T_5 используется падение напряжения на резисторе R_9 в цепи коллектора транзистора T_3 .

Конструкция и детали. В качестве магнитной антенны в приемнике применен регулятор размера строк (РРС = 70°) телевизора. Его ферритовый сердечник длиной 30 мм, перемещающийся внутри каркаса при вращении ручки РРС, играет роль ферритового стержня магнитной антенны. Для приема передач радиовещательных станций диапазона ДВ при изготовлении катушки L_1 на каркас РРС надо намотать тремя-четырьмя секциями 350—380 витков (предварительно удалив имеющуюся на нем обмотку), а для приема радиостанций диапазона СВ — 100 витков провода ПЭЛШО или ПЭВ-2 диаметром 0,17—0,21 мм. Катушку связи L_2 (20—25 или 8—10 витков того же провода) наматывают рядом с катушкой L_1 .

Туловище и головку робота (рис. 6) склейте из листового полистирола, а руки и ноги — из футляров для зубной щетки. Для включения приемника удобно приспособить левую руку (например, подъемом ее вперед), а для настройки на радиовещательные станции — правую.

Размещение деталей в туловище робота и схема соединений деталей приемника на монтажной плате приведены на рис. 7. Здесь же показано сочленение магнитной антенны с правой рукой робота. Монтажную плату можно изготовить из гетинакса или текстолита толщиной

1—1,5 мм. Каркас РРС крепят с помощью прочных ниток или капроновой жилы диаметром 0,3—0,4 мм, продетых сквозь отверстия в левом углу платы. Выключатель питания B_1 представляет собой две бронзовые (или латунные) полоски, которые замыкаются при нажатии выступом на оси левой руки, поворачивающейся в отверстии в боковой стенке туловища.

Поскольку монтажная плата небольшая, детали приемника должны быть малогабаритными: резисторы МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, ВС-0,125; конденсаторы К50-6 (C_2 , C_7 , C_8), КТ-1, КСО (C_1) и КДС или КМ (C_3 — C_6); диоды — серии Д9 с любым буквенным индексом. Транзисторы T_1 , T_2 могут быть любыми высокочастотными (П401—П403, П422, П423 и т. п.), транзистор T_3 — МП35—МП38, T_4 и T_5 — МП39—МП42 с любым буквенным индексом. Статические коэффициенты передачи тока $h_{21Э}$ всех транзисторов могут быть в пределах 30—100. Трансформатор Tr_1 — выходной, от любого транзисторного приемника; головка $Гр_1$ — малогабаритная мощностью 0,1—0,25 Вт. Монтировать устройства, подобные этому приемнику, целесообразно вначале на макетной плате (в простейшем случае — на куске картона). На ней гораздо легче, чем на сравнительно небольшой монтажной плате, подобрать нужные режимы работы транзисторов, емкость конденсатора C_1 контура магнитной антенны.

Налаживание начинают с проверки режимов транзисторов. Для этой цели подойдет любой вольтметр с относительным входным сопротивлением от 10 кОм/В и выше. Вольтметр подключают к коллектору транзистора T_1 и, если напряжение на нем более чем на $\pm 20\%$ отличается от указанного на схеме, подбирают

резистор R_1 так, чтобы напряжение вошло в нужные границы (2–3 В). Точно так же подбором резистора R_3 устанавливают режим работы по постоянному току транзистора T_2 .

Режимы работы транзисторов $T_3 - T_5$ усилителя НЧ устанавливают иначе. Дело в том, что они соединены друг с другом непосредственно, поэтому режим работы транзистора T_3 влияет на режимы транзисторов T_4 и T_5 . Для нормальной работы усилителя коллекторный ток транзистора T_5 должен быть в пределах 10–15 мА. Устанавливают его подбором сопротивления резистора R_7 . Ток контролируют по миллиамперметру, включенному в разрыв коллекторной цепи транзистора T_5 в точке a (см. рис. 5).

Следует помнить, что при подборе резистора R_7 нельзя нагревать транзистор T_3 . Из-за нагрева его параметры сильно изменяются, а это может стать причиной неправильной установки

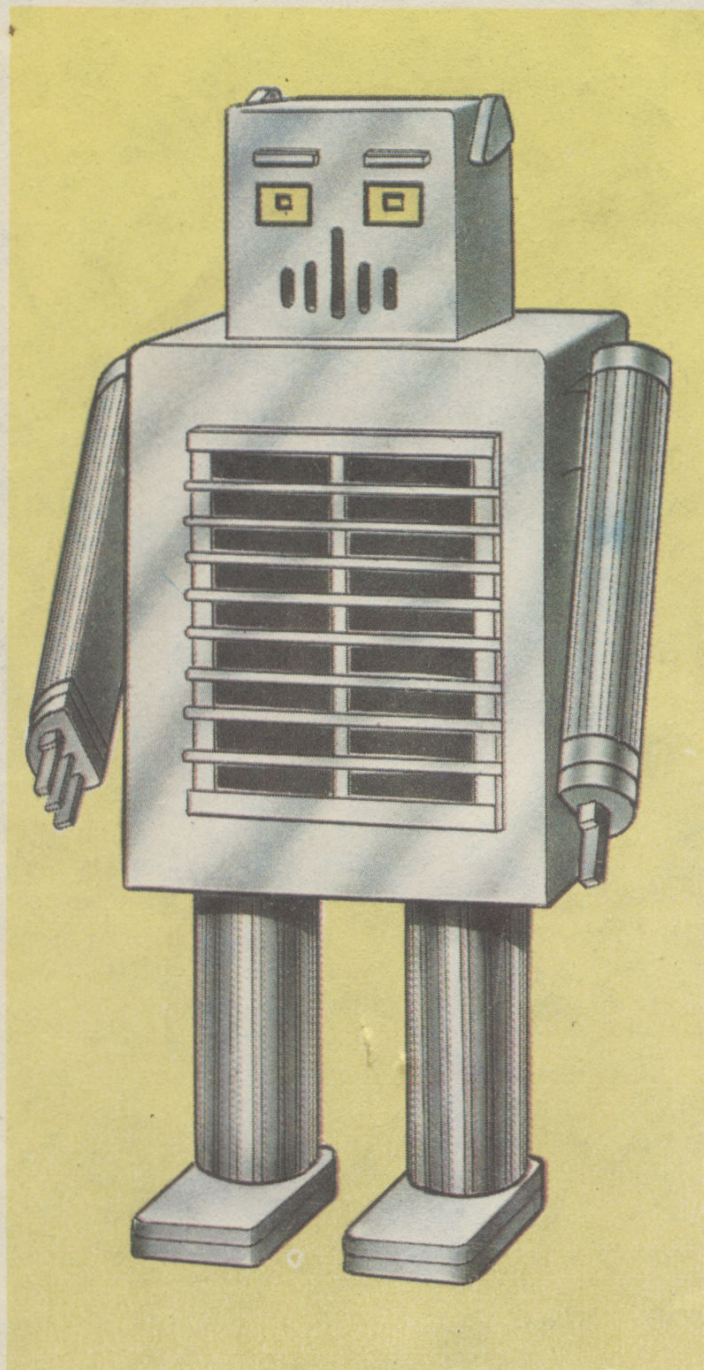


Рис. 6. Внешний вид «говорящего» робота.

режима всех трех транзисторов. Чтобы этого не случилось, подбираемый резистор R_7 следует припаивать не к выводам транзистора T_3 , а к проводам длиной 150–200 мм, припаянным к его базе и коллектору.

Все перечисленные операции делают в приемнике, не настроенном ни на какую радиостанцию. Установив же режимы работы транзисторов, приемник настраивают на какую-либо радиостанцию и подбирают конденсатор C_9 так, чтобы приемник звучал приятнее. Наконец, подбором конденсатора C_1 устанавливают нужные границы диапазона. Удобнее всего это делать в вечернее время, когда слышно наибольшее количество радиостанций. Уверенно принимаемые радиостанции выявляют с помощью какого-либо фабричного радиоприемника, перестраивая его в диапазонах СВ и ДВ. Если диапазон настраиваемого приемника необходимо сместить в сторону более длинных волн, емкость конденсатора C_1 увеличивают, а более коротких — уменьшают.

Не исключено, что при точной настройке на частоту местной радиостанции передача будет сопровождаться большими искажениями. Причина их скорее всего в перегрузке усилителя НЧ большим напряжением сигнала, снимаемого с детектора. В этом случае на входе усилителя НЧ желательно установить регулятор громкости. Им может быть переменный резистор СПЗ-3вМ (сопротивлением 10 кОм), удобный тем, что он содержит встроенный выключатель, который можно использовать вместо самодельного. Крайние выводы резистора (не спутайте их с выводами выключателя) подключите параллельно конденсатору C_6 (вместо резистора R_6),

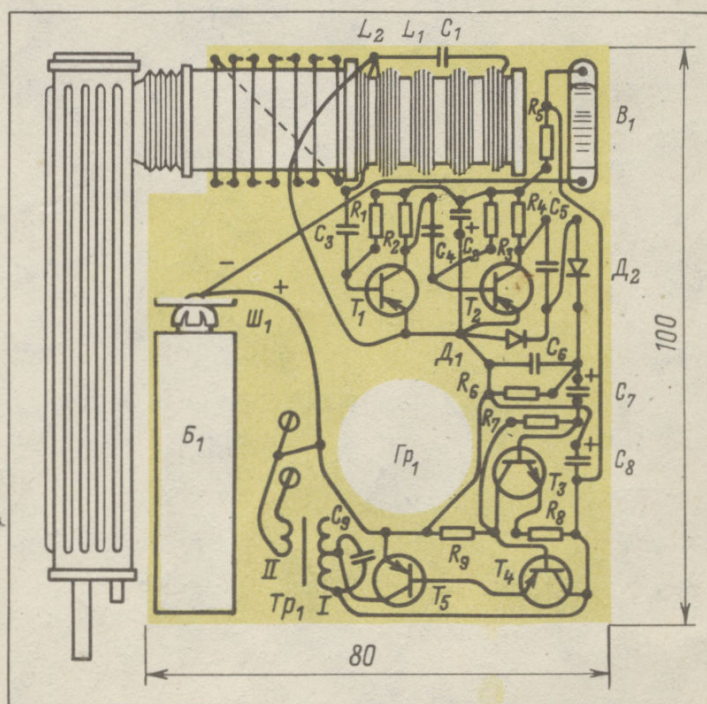


Рис. 7. Размещение деталей в роботе и схема соединений.

а вывод его движка (средний) соедините с положительной обкладкой конденсатора C_7 , предварительно отключив его от точки соединения диода D_2 и конденсатора C_6 . Громкость звучания должна увеличиваться при повороте ручки переменного резистора по часовой стрелке (а левой руки робота, сочлененной с ней, — назад). Если же это не так, то проводники, подпаянные к крайним выводам резистора, необходимо поменять местами.

И еще об одном усовершенствовании, которое, вообще говоря, можно ввести в любой транзисторный приемник с аналогичным усилителем ВЧ. Это — уменьшение низкочастотного шума (шипения), особенно заметного при приеме сигналов дальних радиостанций. Сделать это

нетрудно: достаточно заменить конденсатор, соединяющий катушку L_2 с базой транзистора T_1 , электролитическим конденсатором емкостью 1–20 мкФ. Плюсовой вывод конденсатора соедините с выводом катушки, а минусовой — с базой.

Наладив приемник на макетной плате, детали переносят на монтажную плату. Как видно из схемы соединений, большинство деталей следует соединить друг с другом непосредственно. Для остальных соединений используйте гибкий монтажный провод, например МГШВ сечением 0,14 мм². Трансформатор Tr_1 приклейте к плате клеем БФ-2. Для подключения батареи питания используйте колодку от негодной батареи «Крона».

ПРИЕМНИК В «ТАНКЕ»

В отличие от приемника, описанного выше, этот собран с применением интегральных микросхем (ИМС) серии К118. Микросхема К1УБ181Б представляет собой усилительное устройство, выполненное на четырех транзисторах. Коэффициент усиления одной ИМС — не менее 1300. Благодаря этому приемник с двумя такими ИМС (в усилителе ВЧ и в усилителе НЧ) обладает хорошей чувствительностью и обеспечивает громкоговорящий прием местных радиостанций на магнитную антенну. Приемник предназначен для работы в диапазонах ДВ и СВ (300–1800 м).

Принципиальная схема приемника [14] показана на рис. 8, а. Он содержит магнитную антенну An_1 , усилитель ВЧ на микросхеме $ИМС_1$, детектор, собранный по схеме удвоения напряжения на диодах D_1 и D_2 , регулятор громкости R_3 , предварительный усилитель НЧ на интегральной микросхеме $ИМС_2$ и окончательный усилитель на транзисторах T_1 и T_2 разной структуры (первый — *n-p-n*, второй — *p-n-p*), нагруженный на динамическую головку Gr_1 . Принятый магнитной антенной An_1 и выделенный ее колебательным контуром L_1C_1 сигнал радиостанции через катушку связи L_2 и конденсатор C_2 поступает на вход (вывод 3) микросхемы $ИМС_1$. Усиленный сигнал с ее выхода (выводы 9 и 10) подается на детектор. Выделенное им напряжение НЧ проходит через фильтр $C_6R_2C_7$, где освобождается от высокочастотной составляющей протектированного сигнала, и поступает на резистор R_3 , являющийся нагрузкой детектора и регулятором громкости. С движка этого переменного резистора напряжение НЧ подается на вход $ИМС_2$, усиливается и поступает на базы транзисторов T_1 и T_2 окончательного усилителя. Поскольку транзисторы имеют разную структуру, то полуволны сигнала воздействуют на них по-разному. Если в какой-то момент пе-

ременное напряжение НЧ на выходе $ИМС_2$ положительно (по отношению к общему проводу, соединенному с минусом батареи питания), то транзистор T_1 откроется, усилит это напряжение и через нагрузку (головку Gr_1) потечет усиленный ток. Одновременно это же напряжение закроет транзистор T_2 , и он в течение действия положительного напряжения на его базе в работе усилителя не участвует. В следующий момент (при отрицательной полуволне переменного напряжения на выходе $ИМС_2$) транзистор T_1 закроется, а T_2 откроется. Транзисторы работают как бы по очереди, на два такта, и каждый из них усиливает только полуволну сигнала одной полярности.

Чтобы уменьшить искажения сигнала, на базы транзисторов подается небольшое начальное напряжение смещения, создающееся на диоде D_3 при протекании по нему выходного тока $ИМС_2$. Применение диода стабилизирует режим работы окончательного каскада при изменении температуры окружающей среды. Нагрузкой $ИМС_2$ служит резистор R_5 . Его несколько необычное включение [не непосредственно к проводу питания, а к нижнему (по схеме) выводу головки Gr_1] позволяет получить повышенное напряжение сигнала НЧ, подаваемого на окончательный каскад. В результате приемник работает громче.

Конструкция и детали. Описываемый приемник собран в пластмассовой модели танка Т-34, выпускаемой московским заводом «Огонек». Все детали, кроме магнитной антенны An_1 , конденсатора переменной емкости C_1 , головки Gr_1 , выключателя питания B_1 и батареи B_1 , смонтированы на плате размером 25 × 118 мм из текстолита (можно гетинакса) толщиной 1,5 мм. Схема соединений деталей показана на рис. 8, б.

Для магнитной антенны необходим плоский ферритовый (марки 400 НН) стержень размером

3 × 20 × 115 мм. Катушки L_1 и L_2 намотайте на бумажной гильзе, склеенной из плотной бумаги в несколько слоев клеем БФ-2, «Суперцемент» и т. п. Катушки следует намотать виток к витку проводом ПЭВ-2 0,2: L_1 должна содержать 120, а L_2 — 12 витков. После намотки гильза с катушками должна перемещаться по ферритовому стержню с небольшим трением.

Вместо интегральных микросхем К1УБ181Б в приемнике можно применить интегральные микросхемы серии К122 — К1УБ221Б (ее цолевка показана на рис. 8, а в рамке). Параметры приемника при такой замене останутся прежними. При отсутствии же указанных интегральных микросхем можно использовать также микросхемы К1УБ181, К1УС181, К1УБ221 и К1УС221 с буквенным индексом А, однако в этом случае чувствительность приемника будет несколько ниже.

Диоды Д9В можно заменить любыми точечными диодами серий Д9 или Д2, транзистор МП35 — транзистором МП38, а МП39 — МП42 с любыми буквенными индексами. Статический коэффициент передачи тока $h_{21Э}$ транзисторов может быть от 55—60 и выше; для уменьшения искажений их желательно подобрать примерно одинаковыми.

Головка громкоговорителя может быть любой маломощной (0,1ГД-6, 0,1ГД-9, 0,25ГД-10 и т.д.), важно лишь, чтобы ее диаметр не превышал 65 мм, а высота — 30 мм.

В приемнике применены электролитические конденсаторы К50-6 ($C_4, C_8 - C_{10}, C_{12}$), керамические конденсаторы КМ (остальные, кроме C_1). Конденсатор C_1 — двоярный блок конденсаторов переменной емкости (КПЕ) от транзисторного приемника «Сокол» (подойдет и любой другой с перекрытием по емкости в каждой

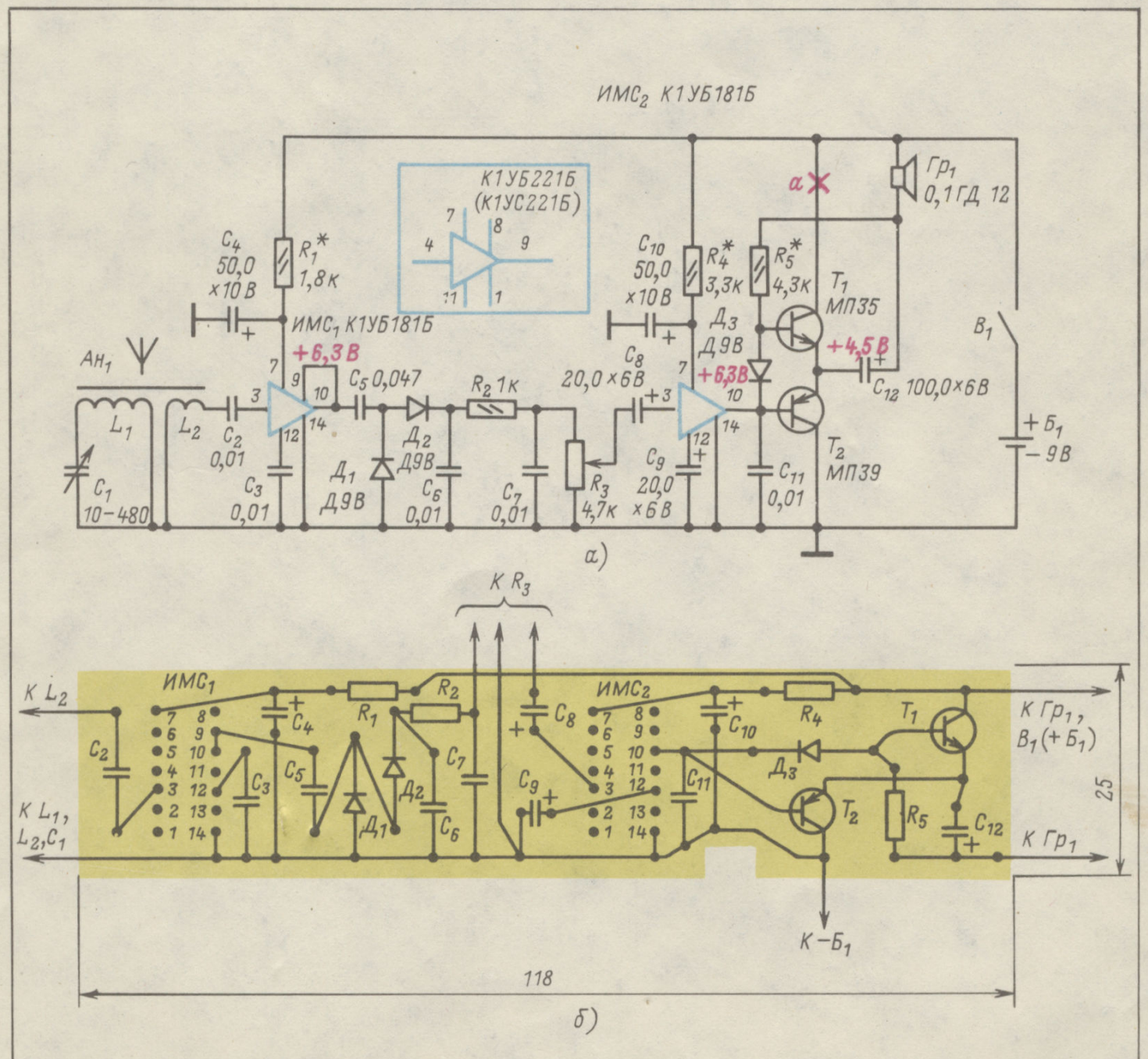


Рис. 8. Принципиальная схема приемника на микросхемах (а) и схема его соединений (б).

секции от 4–5 до 240–270 пФ), секции которого соединены параллельно.

Монтажная плата с деталями размещена в нижней части корпуса модели (рис. 9). Ее перемещение в горизонтальной плоскости ограничено с одной стороны отсеком батареи питания, склеенным из листового полистирола толщиной 2 мм, с другой – стойкой из полистирола, приклеенной к днищу модели дихлорэтановым клеем. Между этой стойкой и боковой стенкой помещена магнитная антенна. В днище корпуса, против отсека батареи, вырезано прямоугольное отверстие, закрываемое поворотной крышкой из листового полистирола.

Блок КПЕ и регулятор громкости с выключателем питания (резистор СПЗ-4 вМ) установлены на задней части корпуса модели. На их осях закреплены круглые ручки управления, выточенные из листового (толщиной 4–6 мм) органического стекла или полистирола.

Громкоговоритель закреплен с помощью уголков и винтов М3 × 6 на пластине размером 60 × 68 мм, изготовленной из полистирола толщиной 3 мм. В пластине сверлят 20–25 отверстий диаметром 5–7 мм, устанавливают громкоговоритель, а затем приклеивают ее к верхней части модели (под башней). Между собой части модели соединены винтами М2 × 10 с потайными головками, ввинченными в резьбовые отверстия в пластине громкоговорителя и бобышке, приклеенной также к верхней части модели.

Налаживание такого приемника начинают с проверки режимов работы интегральных микросхем и транзисторов. Включив питание, вольтметром постоянного тока (требования к нему такие же, как и прежде) измеряют напряжения на выводах 7 (по отношению к общему проводу) обеих микросхем (см. рис. 8, а). Если они отличаются от указанных на схеме более чем на

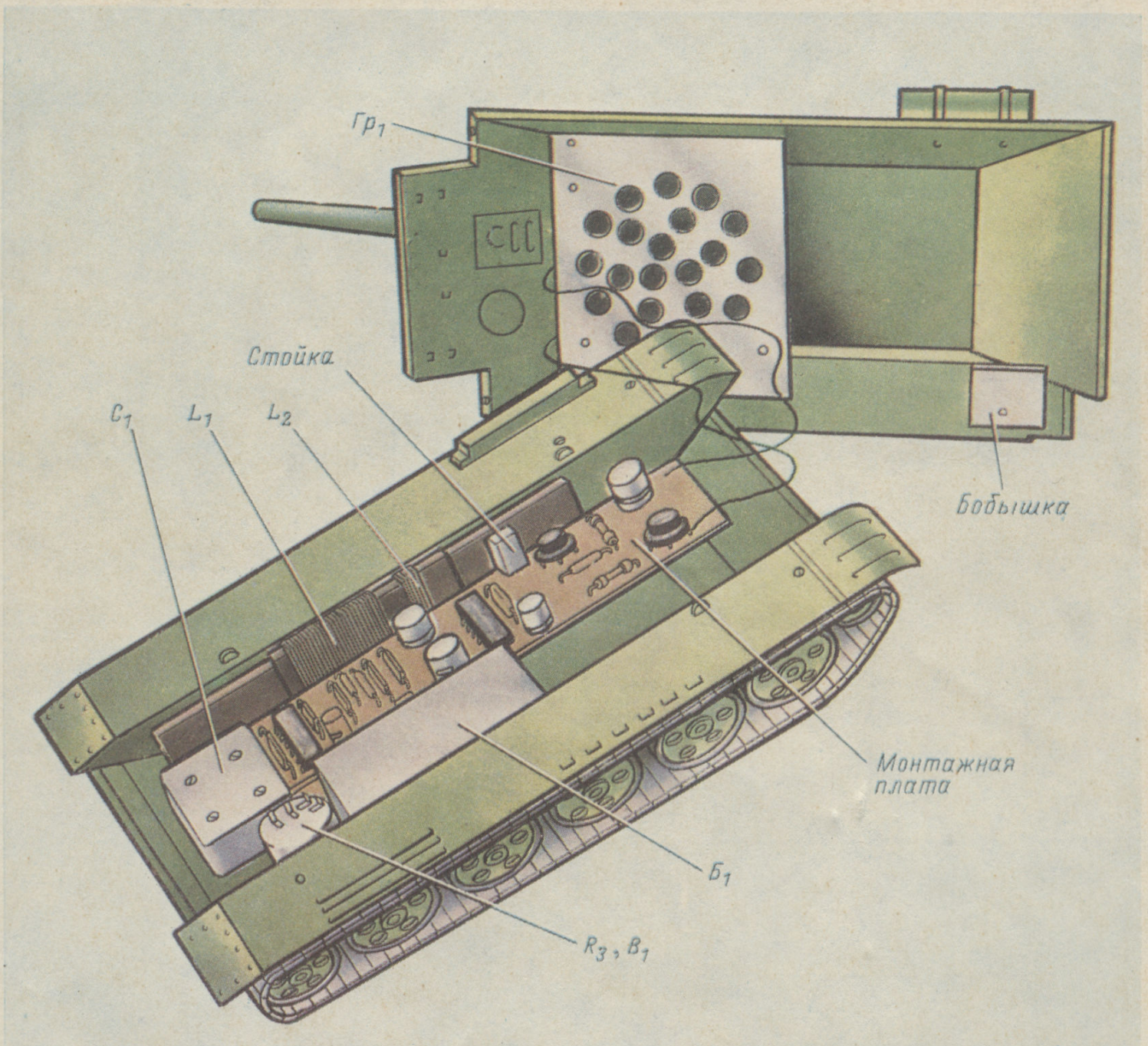


Рис. 9. Размещение деталей приемника в корпусе модели танка Т-34.

$\pm 10\%$, то подбирают резисторы R_1 (для ИМС₁) и R_4 (для ИМС₂). Затем вольтметр подключают к эмиттерам транзисторов T_1 и T_2 и, если необходимо, подбирают резистор R_5 до получения на эмиттерах напряжения, равного половине напряжения питания. Одновременно следует контролировать коллекторный ток транзистора T_1 (миллиамперметр включают в разрыв цепи, в точке a). Если при отсутствии сигнала радиостанции ток превышает 4–5 мА, то необходимо заменить диод Д9В другим диодом этой серии (например, Д9Б) или подключить параллельно ему резистор сопротивления 100–200 Ом.

Укладку диапазона принимаемых частот в приемнике делают перемещением катушки L_1 по стержню магнитной антенны. Если приемник самовозбуждается, попробуйте вначале поменять местами выводы катушки L_2 или уменьшить число ее витков, а если это не поможет, замените конденсаторы C_6 , C_7 и C_{11} другими, большей емкости, или включите между коллекторами транзисторов (т. е. параллельно батарее питания) электролитический конденсатор емкостью 50–100 мкФ на рабочее напряжение 10 В.

«ПОЮЩАЯ» КУКЛА

Глядя на эту куклу, трудно отделаться от впечатления, что поет или говорит не она, а приемник или магнитофон, к которому она подключена: в такт с голосом диктора или певца (все зависит от того, какая в данный момент идет радиопередача) кукла раскрывает рот, создавая иллюзию пения или разговора. Из нескольких таких кукол можно создать очень забавный ансамбль.

Принципиальная схема электронной части игрушки [6] показана на рис. 10, a , а ее конструкция — на рис. 11. Как видно из схемы, основа игрушки — устройство, напоминающее мощный усилитель НЧ, нагрузкой которого является электромагнит, приводящий в движение нижнюю челюсть куклы. Входной сигнал от радиоприемника или магнитофона подается на обмотку I трансформатора Tr_1 . Повышенное им примерно в 3 раза напряжение сигнала поступает на базу транзистора T_1 . В отсутствие сигнала и при его положительных полуволнах (относительно общего провода усилителя) транзистор закрыт, поэтому закрыты транзисторы T_2 и T_3 . При этом якорь электромагнита (см. рис. 11) под действием пружины 10 приподнят, а нижняя челюсть куклы 8 прижата к верхней. При отрицательных полуволнах сигнала транзистор T_1 открывается и тем больше, чем больше амплитуда сигнала. На резисторе R_2 в эмиттерной цепи транзистора T_1 создается падение напряжения, открывающее транзистор T_2 , а на

В крайнем случае можно уменьшить (до 5–5,5 В) напряжение питания микросхемы ИМС₁, подобрав соответствующим образом резистор R_1 .

Конечно, приемники, описанные в этом разделе, можно оформить и иначе. В лесу, на старых вырубках, всегда найдется причудливой формы пенек, нарост на березе, обрезки стволов деревьев. Внутри них, если выдолбить сердцевину, можно разместить монтажные платы, громкоговоритель и батарею питания приемника. Можно, например, аккуратно снять кору с березового круглого полена диаметром 60–80 и длиной 150–200 мм и отпилить от него с обоих концов по кружку толщиной 15–20 мм. Один из них будет служить основанием, другой (с просверленными в нем отверстиями) — щитком динамической головки громкоговорителя. Приклейте кружки к снятой коре — получится оригинальный корпус приемника. При необходимости не забудьте предусмотреть гнезда для подключения антенны и заземления, и уж обязательно — возможность замены источника питания. Тщательно обработайте поверхности корпуса и покройте их бесцветным лаком.

резисторе R_3 (в его эмиттерной цепи) — падение напряжения, открывающее транзистор T_3 . В результате через обмотку электромагнита $Эм_1$ течет ток, его якорь втягивается в катушку и через леску 7 поворачивает челюсть куклы вокруг оси 9 вниз (по рисунку): кукла раскрывает рот. Конденсатор C_1 сглаживает пульсации тока, поэтому электромагнит реагирует только на медленные изменения тока (в такт с изменением громкости). Резистор R_4 ограничивает ток через транзистор T_2 .

Усилитель питается от сети переменного тока через понижающий трансформатор Tr_2 . Переменное напряжение с его вторичной обмотки поступает на выпрямитель, выполненный по схеме моста на диодах D_1 – D_4 . Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются фильтром, состоящим из резистора R_5 (он защищает также диоды D_1 – D_4 от импульса тока при включении питания) и конденсатора C_2 .

Конструкция и детали. В игрушке можно использовать транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока от 20–30 и выше. Указанный на схеме транзистор МП26 можно заменить на МП25, МП40А; вместо транзистора П601Б можно взять транзисторы средней мощности, например П201, П602А, П605, а вместо П216 — П217, П4Б. Можно также применить транзисторы структуры *n-p-n*: в первом каскаде — МП38, во втором — П701, КТ801, в третьем — КТ802, К903, однако в этом случае поляр-

ность диодов выпрямителя и электролитических конденсаторов необходимо изменить на обратную. В выпрямителе, кроме указанных на схеме, можно использовать диоды Д303, КД202 и им подобные (по току в прямом направлении).

Детали игрушки, кроме электромагнита $\mathcal{E}M_1$, трансформаторов Tr_1 и Tr_2 и транзисторов T_2 и T_3 , смонтируйте на плате размером 130×50 мм (см. рис. 10, б), изготовленной из гетинакса или текстолита толщиной 1,5–2 мм. Резистор R_5 должен быть проволочным. Изготовьте его из провода с высоким сопротивлением, например из нихрома диаметром 0,6–0,8 мм, намотав его на корпус резистора МЛТ-2.

Основой конструкции (см. рис. 11) служит П-образное шасси 14, согнутое из листового алюминия толщиной 1,5–2 мм. На нем с помощью винтов и гаек закрепляют изготовлен-

ную из такого же материала стойку 11, на которой в свою очередь устанавливают голову куклы. Для игрушки лучше всего использовать куклу детского самодеятельного кукольного театра. Ее одежда, обычно достаточно широкая, надежно замаскирует механизм.

Шасси 14 выполняет также функции охлаждающего радиатора транзисторов T_2 (1) и T_3 (12). Из крепят с помощью накладных фланцев и винтов с гайками, а от шасси изолируют прокладками из тонкой слюды или фторопластовой пленки. Диаметр отверстий под выводы транзисторов не следует делать более 3–4 мм, так как иначе значительно уменьшится площадь поверхности транзисторов, соприкасающейся с шасси, и отвод тепла ухудшится. Плату с деталями 15 крепят на шасси с помощью винтов, пропущенных через трубчатые стойки 13, и гаек.

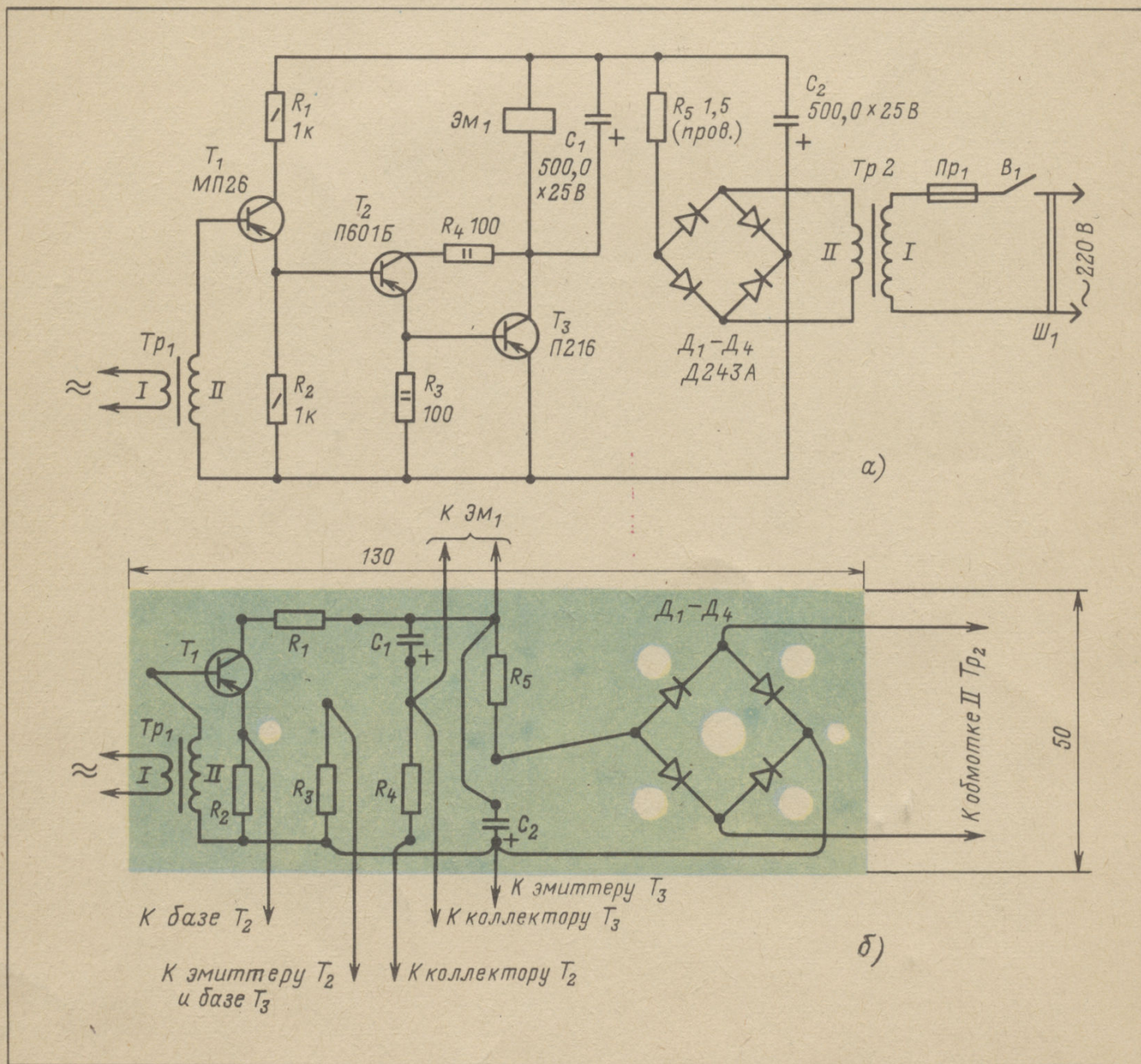


Рис. 10. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) «поющей» куклы.

В игрушке применен электромагнит от магнитофона «Комета МГ-201», доработанный следующим образом. Спилев четыре заклепки, его разбирают и удаляют обмотку (смаывают или срезают ножом). Гильзу каркаса протачивают на токарном станке так, чтобы толщина ее стенок уменьшилась до 1 мм. Новую обмотку 2 наматывают слоями виток к витку до заполнения каркаса проводом марки ПЭВ-2 или ПЭЛ диаметром 0,35–0,43. Сопротивление обмотки постоянному току должно быть в пределах 15–20 Ом. Затем электромагнит собирают и закрепляют на шасси 14 винтом 16, ввинчиваемым в ядро 5, и контргайкой 17. Чтобы при работе якорь 6 не стучал о винт 16, между ними внутри каркаса 4 помещают поролоновую прокладку 3 толщиной 3–5 мм.

Входной трансформатор Tr_1 можно намотать на Ш-образном магнитопроводе от выход-

ного трансформатора любого радиоприемника магнитофона или телевизора, в том числе и портативного. В первичной (I) обмотке должно быть 50–70, а во вторичной (II) – 150–200 витков провода ПЭВ-2 0,2–0,25. Трансформатор питания может быть любой мощности не менее 30 Вт и со вторичной обмоткой на 15–18 В.

Наладивание игрушки несложно. Включив питание, убеждаются, что при отсутствии сигнала на входе якорь электромагнита свободно перемещается в отверстии гильзы 4 (все транзисторы закрыты, и ток через обмотку не течет). Длину лески 7 и натяжение пружины 10 подбирают так, чтобы при втянутом (вручную) якоре рот куклы был раскрыт, а при отпущенном – закрыт. Добившись этого, первичную обмотку трансформатора Tr_1 подключают к динамической головке радиоприемника или магнитофона с выходной мощностью не менее 0,3 Вт. Уже

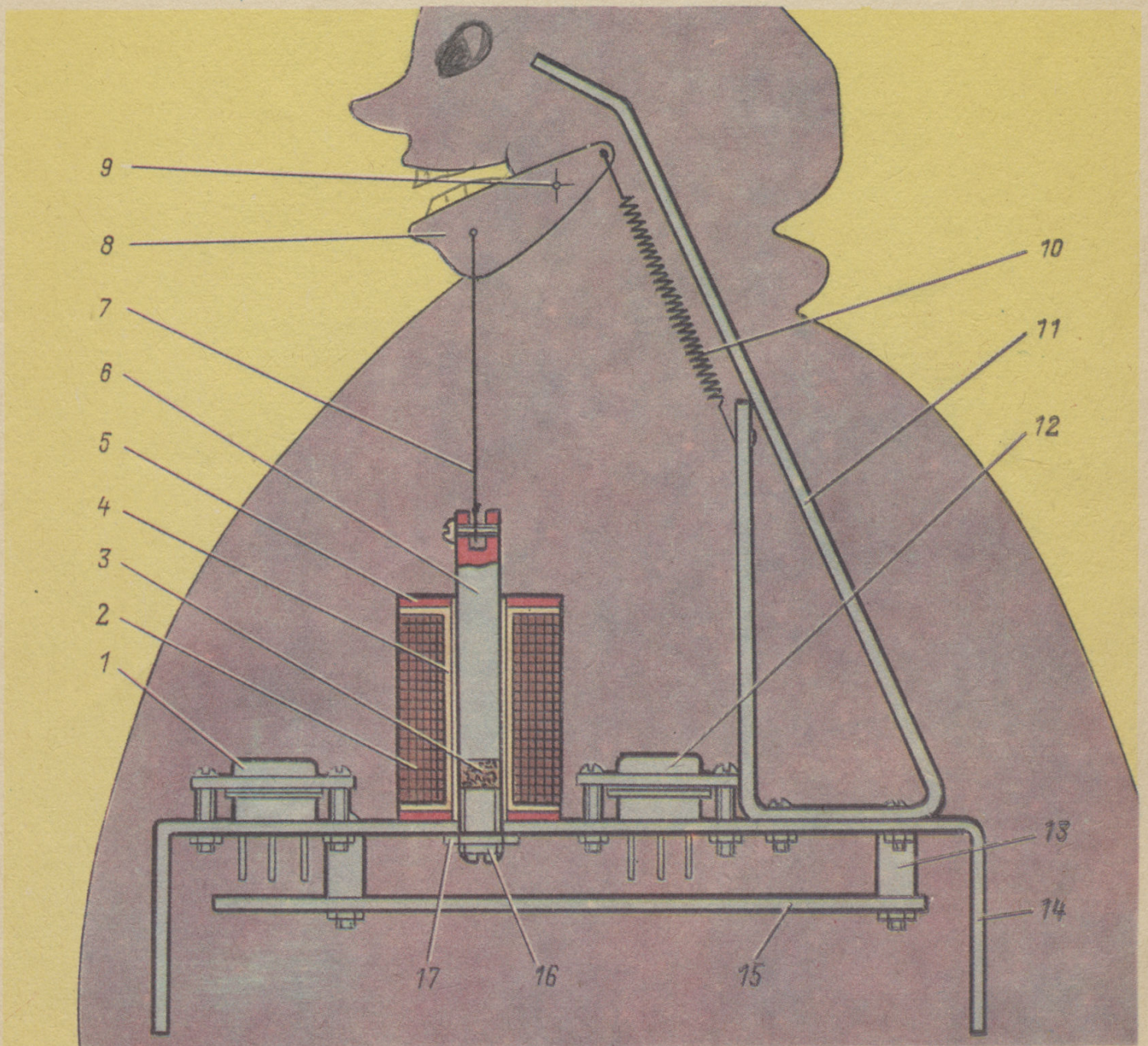


Рис. 11. Конструкция куклы.

при среднем уровне громкости якорь электромагнита должен втягиваться в катушку и с помощью лески 7 открывать рот куклы.

При максимальной громкости напряжение на коллекторе транзистора T_3 должно быть не более 3 В. Если оно больше, то это значит, что усилитель развивает недостаточную мощность (например, из-за малых статических коэф-

фициентов передачи тока транзисторов). В этом случае сопротивление резистора R_1 необходимо уменьшить до 510—680 Ом, а если и это не поможет, то либо заменить транзисторы, либо повысить напряжение питания (взяв трансформатор с большим напряжением на вторичной обмотке или домотав вторичную обмотку имеющегося трансформатора таким же проводом).

СТЕТОСКОП КУКОЛЬНОГО ДОКТОРА

Игра «в больницу», пожалуй, самая популярная у малышей. Им доставляет огромное удовольствие подражать действиям врача: «выслушивать» и «выслушивать» пациента — куклу, сделать ей «прививку», «укол», дать «микстуру», «таблетки» и т. д. Основным инструментом маленького доктора является «докторская трубка» — стетоскоп. Но, прикладывая его к телу пациента, малыш ничего не слышит. Сделать же игру более интересной, дать ему возможность услышать биение «сердца», «дыхание» пациента совсем нетрудно: надо лишь собрать простую приставку, имитирующую эти звуки. Приставка состоит из так называемого симметрического мультивибратора, генератора шума и простейшего усилителя НЧ, нагруженного на миниатюрный головной телефон.

Прежде чем рассказать о принципе действия игрушки в целом, познакомимся с работой ее основного узла — мультивибратора, который будет составной частью многих устройств, описанных в этой книге.

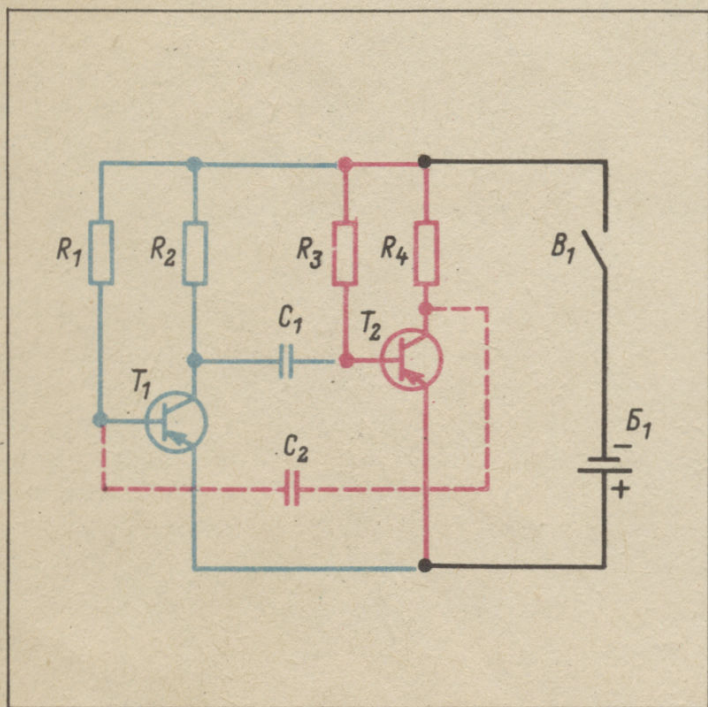


Рис. 12. Принципиальная схема мультивибратора.

Что же такое мультивибратор? Это — генератор, который одновременно вырабатывает множество электрических колебаний синусоидальной формы. Отсюда и его название, составленное из латинских слов: *multum* (много) и *vibro* (колеблю). Каждое из генерируемых колебаний (их называют гармоническими составляющими или просто гармониками) имеет свою частоту и амплитуду. Они изменяются (частота растет, а амплитуда уменьшается) с увеличением номера гармоники. В сумме же они образуют периодический сигнал, форма которого близка к прямоугольной.

В основе мультивибратора — обычный двухкаскадный усилитель (рис. 12), с помощью которого можно усилить сигнал от звукоснимателя проигрывателя, от детекторного приемника и т. д. (сигнал подают на базу транзистора T_1 , а нагрузку — головные телефоны — включают в коллекторную цепь транзистора T_2). Если соединить выход этого усилителя с его входом через конденсатор C_2 , как показано штриховой линией, то между ними возникнет положительная обратная связь (ПОС), в результате чего усилитель превратится в генератор.

Особенностью мультивибратора как генератора является то, что при работе его транзисторы поочередно закрываются и открываются. При этом напряжения на их коллекторах то скачком увеличиваются почти до полного напряжения питания, то, также скачком, уменьшаются до нуля. Как же это происходит?

Предположим, что в данный момент транзистор T_1 закрылся, а T_2 открылся. Как только это произошло, конденсатор C_1 начинает заряжаться от источника питания через резистор R_2 и эмиттерный переход транзистора T_2 . Одновременно конденсатор C_2 начинает разряжаться через резистор R_1 и участок эмиттер — коллектор открытого транзистора T_2 . По мере заряда конденсатора C_1 ток через резистор R_2 уменьшается и напряжение на коллекторе транзистора T_1 увеличивается, достигая в конце разряда напряжения питания.

При разряде конденсатора C_2 напряжение положительной полярности оказывается прило-

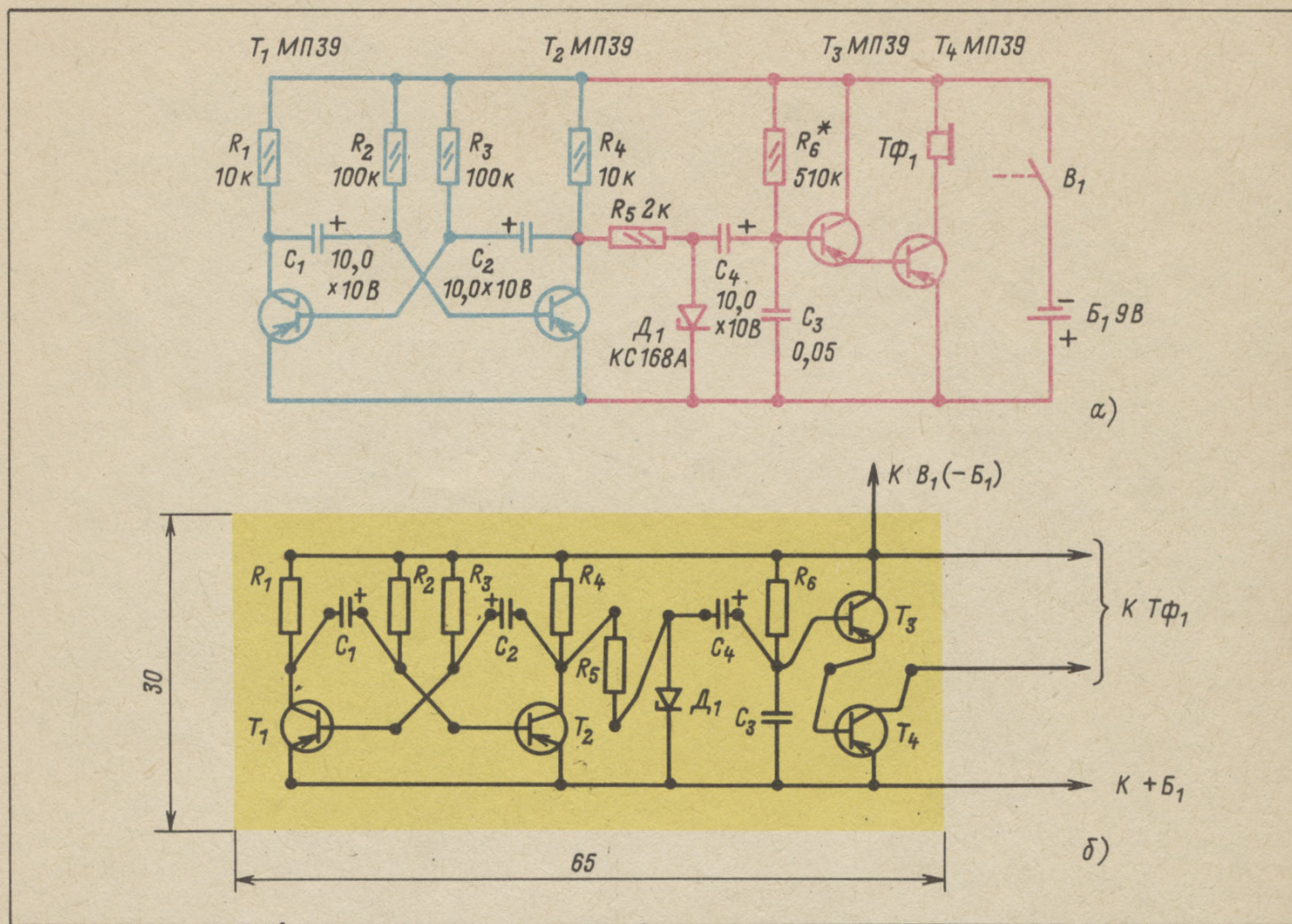


Рис. 13. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) стетоскопа кукольного доктора.

женным к эмиттерному переходу транзистора T_1 и поддерживает его закрытым. По мере разряда этого конденсатора положительное напряжение на базе транзистора уменьшается и в конце концов становится равным нулю. В результате транзистор T_1 начинает открываться, и напряжение на его коллекторе уменьшается. Через конденсатор C_1 оно воздействует на базу транзистора T_2 и понижает отрицательное напряжение на ней. Это ведет к уменьшению коллекторного тока транзистора T_2 и к увеличению тока через транзистор T_1 . Из-за сильной ПОС процесс протекает лавинообразно, и очень скоро транзистор T_1 полностью открывается, а T_2 закрывается. Теперь начинает заряжаться конденсатор C_2 (через резистор R_4 и эмиттерный переход транзистора T_1), а конденсатор C_1 разряжается (через резистор R_3 и участок эмиттер — коллектор этого транзистора). Разрядный ток протекает через резистор R_3 и поддерживает транзистор T_2 закрытым. В конце разряда, когда напряжение на конденсаторе C_1 становится равным нулю, этот транзистор начинает открываться и в конечном счете мультивибратор переходит в состояние, в котором транзистор T_1 закрыт, а T_2 открыт.

В результате смены состояний возникают незатухающие колебания, частота и форма кото-

рых зависит в первую очередь от емкости конденсаторов C_1 и C_2 и сопротивлений резисторов R_1 и R_3 . При их увеличении частота колебаний уменьшается, при уменьшении — увеличивается.

Мультивибраторы, в которых элементы каскадов (их называют плечами) одинаковы ($R_1 = R_3$, $R_2 = R_4$, $C_1 = C_2$), называют симметричными. Симметричными оказываются и генерируемые ими колебания: длительность прямоугольных импульсов равна паузе между ними. Изменяя параметры частотоподающих элементов в одном из плеч мультивибратора, длительность пауз между импульсами можно изменять в широких пределах, при этом мультивибратор становится уже несимметричным.

Принципиальная схема описываемой игрушки [13] показана на рис. 13, а. Мультивибратор — симметричный, собран на транзисторах T_1 и T_2 . После включения питания он начинает генерировать колебания прямоугольной формы частотой около 1 Гц. В те моменты, когда закрыт транзистор T_2 , отрицательное напряжение на его коллекторе увеличивается почти до напряжения источника питания. При этом возрастает и напряжение на стабилитроне D_1 , подключенном к коллектору через резистор R_5 . Это создает условия, в которых стабилитрон

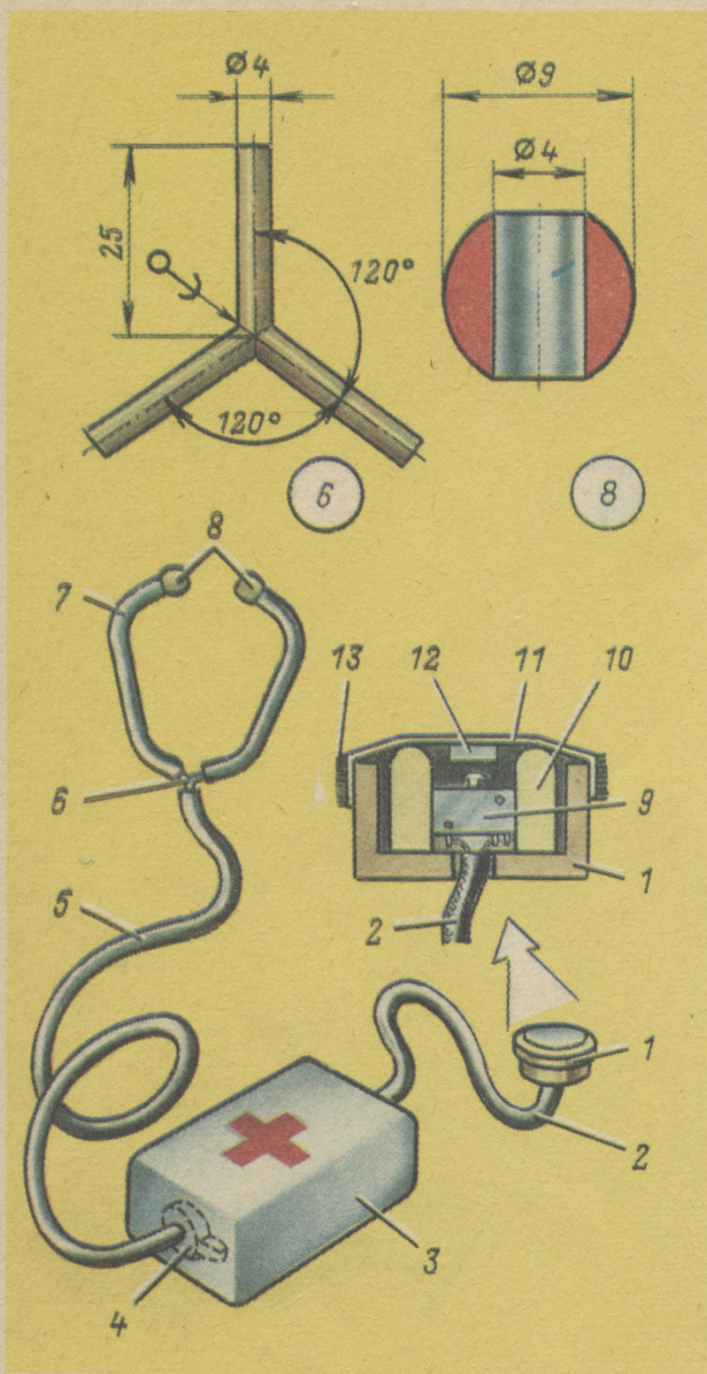


Рис. 14. Внешний вид и устройство игрушки.

становится генератором колебаний широкого спектра частот, создающих эффект шума. Эти колебания усиливаются вначале транзистором T_3 , затем T_4 . Каждый импульс мультивибратора воспроизводится телефоном $T\phi_1$ как звук, напо-

минающий биение сердца, а шумы стабилизатора — как звук с падающей интенсивностью, похожий на выдох.

Конструкция и детали. В игрушке можно использовать любые низкочастотные маломощные транзисторы серий МП39—МП42, резисторы МЛТ-0,125 (ВС-0,125, МЛТ-0,25, МЛТ-0,5), конденсаторы КМ (C_3) и К50-6 (остальные). Телефон $T\phi_1$ — малогабаритный ушной телефон ТМ-2М, источник питания — батарея «Крона», выключатель B_1 — микровыключатель любого типа (лучше МП9).

Детали смонтируйте на плате размером 30×65 мм из текстолита или гетинакса толщиной 1 мм. Схема соединений деталей приведена на рис. 13, б.

Внешний вид «стетоскопа» и его устройство показаны на рис. 14. Монтажная плата, батарея питания и телефон 4 размещены в небольшом фанерном (или пластмассовом) корпусе 3. Ушные вкладыши 8 (органическое стекло, полистирол) соединяют с телефоном 4 через тройник 6 (три спаянные вместе латунные трубки) и отрезки поливинилхлоридной трубки 7 (две штуки) и 5, выполняющие функции звуководов. Во вкладышах концы трубок закрепляют клеем БФ-2, на тройник 6 и штуцер телефона их надевают в разогретом (в горячей воде) состоянии.

Корпусом датчика, прикладываемого к кукле, может служить пластмассовая круглая коробка 1 диаметром 25—30 и высотой 15—20 мм. Внутри нее жестко закрепляют микровыключатель 9. Пропустив через дно соединительные провода 2, вставляют поролоновое кольцо 10 (оно должно выступать за пределы корпуса 1) и натягивают снаружи резиновую мембрану 11 (на корпусе ее закрепляют нитками 13) с толкателем 12 (кусочек твердой резины). Если датчик прижать к телу куклы, толкатель надавит на кнопку микровыключателя и цепь питания игрушки окажется замкнутой.

Наладивание игрушки сводится к подбору резистора R_6 так, чтобы ток, потребляемый ею, был в пределах 6—8 мА. Частоту, тембр и громкость звуков при желании можно изменить подбором конденсаторов $C_1 - C_3$ и сопротивления резистора R_5 .

ЭЛЕКТРОННАЯ КАНАРЕЙКА

С давних времен канарейки радуют своим пением любителей природы. Однако только владельцы этих птиц знают, сколько они доставляют хлопот, какого требуют терпения. А ведь чтобы наслаждаться пением канарейки, вовсе не обязательно заводить в доме эту пти-

цу: достаточно собрать несложное электронное устройство.

Принципиальная схема электронной канарейки [8] показана на рис. 15, а. Устройство представляет собой уже знакомый мультивибратор на транзисторах T_1 и T_2 , причем последний из

них одновременно использован в так называемом блокинг-генераторе. Частота колебаний этого генератора плавно изменяется за время рабочего цикла (т. е. за время, в течение которого открыт транзистор T_2), длительность же его работы определяется частотой переключения мультивибратора. В результате из динамической головки $Гр_1$, включенной в коллекторную цепь транзистора T_2 через выходной трансформатор $Тр_1$, периодически (каждые 10–15 с) раздаются трели, очень напоминающие пение канарейки.

Конструкция и детали. В игрушке можно применить транзисторы с $h_{21Э} \geq 30$. Трансформатор $Тр_1$ — выходной от малогабаритного транзисторного приемника, катушка L_1 — первичная обмотка согласующего трансформатора от такого же приемника. Динамическая головка $Гр_1$ — 0,25ГД-10 или ей подобная со звуковой катушкой сопротивлением 8 Ом. Остальные детали следующих типов: резисторы R_1 – R_6 — ВС-0,125 (МЛТ-0,125; МЛТ-0,25), конденсаторы C_1 , C_2 , C_4 — К50-6, C_3 , C_5 — КЛС. Резистор R_7 — проволочный, его можно изготовить из отрезка провода с высоким удельным сопротивлением, намотав его на корпус резистора МЛТ-0,5. Для питания используйте батарею «Крона-ВЦ».

Детали игрушки смонтируйте на плате из гетинакса или текстолита и соедините друг с другом, как показано на рис. 15, б. Смонтированную плату вместе с головкой $Гр_1$, выключателем питания B_1 и батареей B_1 установите на поддоне клетки, внутри которой на перекладинке закрепите муляж канарейки.

Правильно смонтированная игрушка начинает работать сразу и в налаживании практически не нуждается. Следует только учесть, что частоту повторения трелей при желании можно изменить подбором резистора R_5 . А вот резистор R_7 , включенный последовательно с головкой $Гр_1$, влияет и на громкость «пения», и на частоту колебаний мультивибратора. Сопротивление этого резистора проще всего подобрать, заменив его на время регулировки переменным проволочным резистором сопротивлением 2–3 Ом. Добиваясь большей громкости, не забывайте, что при этом могут возникнуть искажения, ухудшающие звучание. Отладив элек-

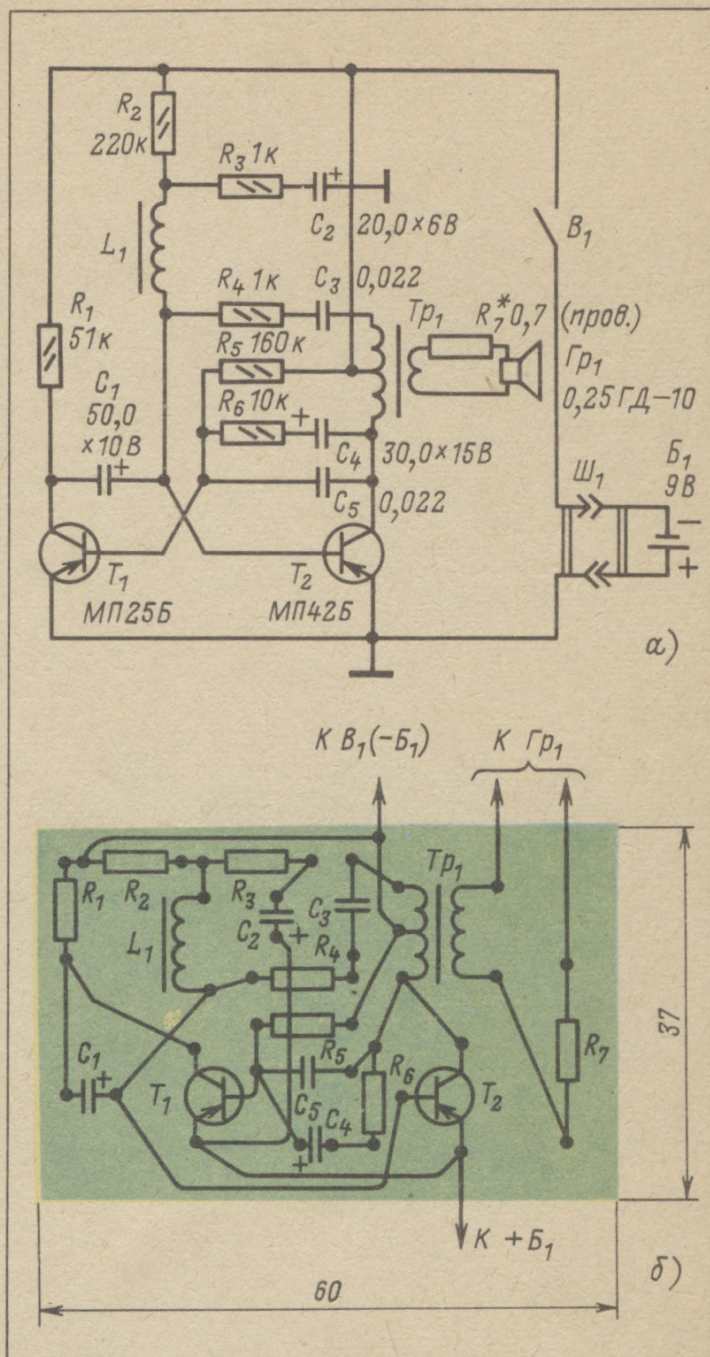


Рис. 15. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) электронной канарейки.

тронную часть, позаботьтесь о внешнем оформлении игрушки. Чем больше оно будет напоминать настоящую клетку с птичкой, тем больше ваших друзей примут ее «пение» за настоящее.

ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЙ ЗНАЧОК

Популярные среди детей пластмассовые круглые значки с изображением неразлучных волка и зайца из мультфильма «Ну, погоди!» можно сделать еще привлекательнее, «оживив» их. Вмонтируйте в глаза волка светодиоды с зеленым свечением, а в глаз зайца — с красным, соберите несложное электронное устройство —

и глаза волка начнут нетерпеливо мигать, а глаз зайца — вспыхивать и медленно гаснуть [3].

Принципиальная схема устройства (по сути дела электронного переключателя) показана на рис. 16, а. Переключатель состоит из двух несимметричных мультивибраторов. Мультивибраторы собраны на интегральной микро-

схеме ИМС, представляющей собой сборку из четырех транзисторов структуры *n-p-n*. Нагрузками одного из мультивибраторов служат светодиоды D_1 и D_2 (глаза волка), другого — светодиод D_3 (глаз зайца). Для облегчения знакомства с принципом действия устройства сверху и снизу от его схемы отдельно изображены схемы мультивибраторов в привычном начертании.

Мультивибратор, «зажигающий» глаза волка, собран на транзисторах T_1 и T_2 . При включении питания транзисторы поочередно открываются и закрываются, в результате чего светодиоды D_1 и D_2 вспыхивают также поочередно. Продолжительность вспышек, зависящая от сопротивлений резисторов R_3 и R_5 , выбрана разной, поэтому глаза волка как бы подергиваются от нетерпения. Другой мультивибратор выполнен на транзисторах T_3 и T_4 , и его

нагрузкой, как уже говорилось, является светодиод D_3 . Продолжительности вспышек и пауз между ними (в данном случае зависят от емкости конденсаторов C_1 и C_3) также разные, что создает эффект плавного погасания света в глазу зайца.

Питается устройство от батареи напряжением 4,5 В (3336Л или три соединенные последовательно элемента 316, 332 и т. п.), потребляя ток около 50 мА.

Конструкция и детали. Электронное устройство значка можно собрать не только на интегральной микросхеме (кстати, вместо указанной на схеме сборки К1КТ491 можно использовать К2НТ171—К2НТ173, нужно только учесть, что у них другая цоколевка), но и на обычных низкочастотных транзисторах серий МП35—МП38 или МП39—МП42 (во втором случае полярность включения батареи питания,

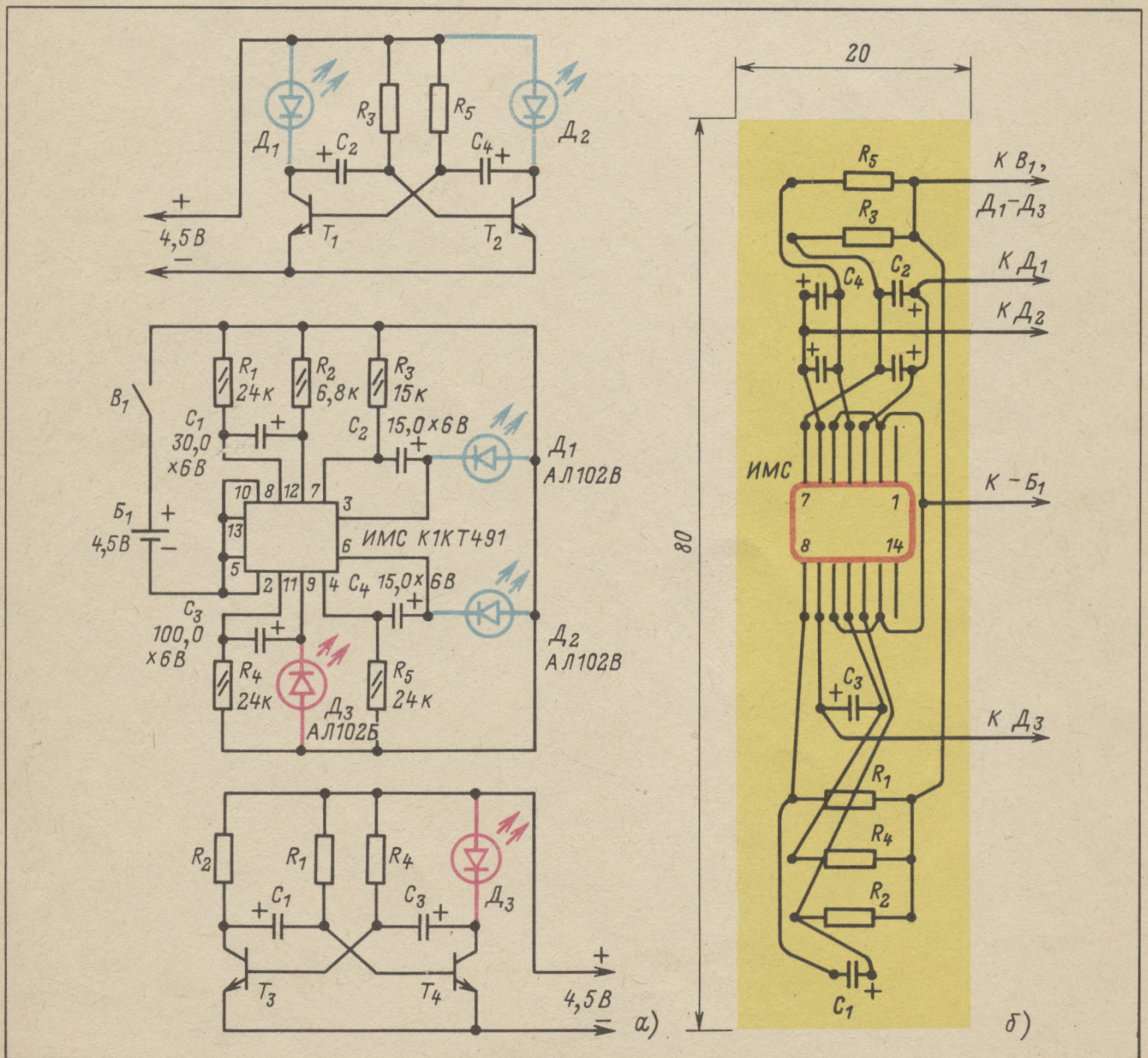


Рис. 16. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) электронного значка.

светодиодов и электролитических конденсаторов необходимо изменить на обратную). При использовании транзисторов последовательно со светодиодами следует включить ограничивающие ток резисторы сопротивлением 30–40 Ом. С их помощью при налаживании устанавливается ток через светодиод АЛ102Б примерно 20 мА, а через АЛ102В — около 30 мА. Вместо светодиодов можно применить миниатюрные лампочки накаливания, рассчитанные на сравнительно небольшой ток, например НСМ-9-50, окрасив их баллоны нитролаком соответствующего цвета (глаза волка — зеленым, зайца — красным). Остальные детали — любые малогабаритные: резисторы ВС-0,125 или МЛТ-0,25, конденсаторы К50-6 или К53-1. Для получения требуемой емкости конденсаторы C_2 и C_4 составлены из конденсаторов емкостью 5 и 10 мкФ.

Детали смонтируйте на плате размером 80 × 60 мм из гетинакса или текстолита и

соедините друг с другом, как показано на рис. 16, б. Вместе с батареей питания и выключателем (любой малогабаритный) поместите ее в пластмассовую коробку, которую будете класть в карман пиджака или пальто. Светодиоды закрепите в сквозных отверстиях диаметром 4 мм, просверленных в значке на месте глаз волка и зайца. Соединительные провода, которые должны быть достаточно тонкими, пропустите в небольшое отверстие в пиджаке (пальто) или, если значок приколот к краю лацкана, прикрепите к подкладке. Сделать это надо так, чтобы для посторонних они были незаметны.

Правильно собранное устройство в налаживании не нуждается и начинает работу сразу. Само собой разумеется, что подобным способом можно электрифицировать значки и с другими изображениями: ваша смекалка подскажет, как это сделать.

ЛАБИРИНТ

Такое название, как известно, получило мифологическое огромное здание на острове Крит с множеством помещений и ходов, построенное Дедалом для греческого царя Миноса. Наш лабиринт — настольный, но «пройти» по нему до заветного помещения не менее сложно: надо не только найти правильный путь, но и при этом ни разу не коснуться его металлических стенок. Если же это произойдет, немедленно раздастся тревожный сигнал и зажжется лампочка сигнального устройства, фиксирующего ошибки [9].

Для изготовления собственно лабиринта потребуется лист фольгированного материала (гетинакса, стеклотекстолита) размером примерно 120 × 110 мм (толщина значения не имеет). Рисунок лабиринта наносят на фольгу мягким карандашом в соответствии с рис. 17. Незаштрихованные участки фольги удаляют, предварительно надрезав ее острым ножом по стальной линейке. При отсутствии фольгированного материала лабиринт можно изготовить иначе: его рисунок наносят на лист ровной фанеры толщиной 5–8 мм, в точках изгиба «стенок» коридоров вбивают небольшие гвозди (без шляпок), а между ними туго натягивают голый медный провод диаметром 0,3–0,5 мм. Для того чтобы «стенки» были ровными, провод необходимо выпрямить. Проще всего это сделать так: закрепив один конец провода на крюке или ручке двери, захватывают другой конец плоскогубцами и тянут до тех пор, пока провод не удлинится на 3–5%. Все проводники такого лабиринта обязательно должны быть на-

дежно соединены друг с другом, лучше всего — с помощью пайки.

Щуп, который необходимо провести, не отрывая от «пола» лабиринта, до помещения, обозначенного крестиком, изготовьте из отрезка медной проволоки диаметром 2–2,5 мм. Один его конец закруглите под полусферу, к другому припаяйте гибкий монтажный провод сечением 0,14–0,2 мм², после чего плотно наденьте на щуп поливинилхлоридную или полиэтиленовую

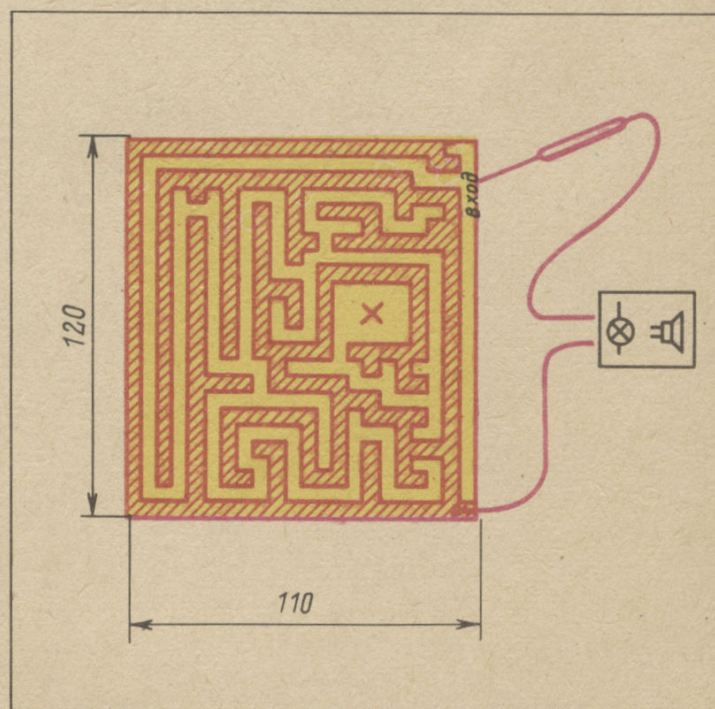


Рис. 17. Чертеж лабиринта.

трубку с таким расчетом, чтобы закругленный конец выступал из нее на 3–5 мм.

Индикатором нарушений (т. е. касаний «стенок» лабиринта) может служить простейшая электрическая цепь из лампочки карманного фонаря и батареи 3336Л, подключенная к щупу и «стенкам» лабиринта. Однако при очень кратковременном касании такой индикатор не работает: из-за тепловой инерции нить накала лампочки не успеет накалиться. Именно поэтому в игре и применено электронное устройство, которое фиксирует соприкосновение щупа со «стенками» и подает световой и звуковой сигналы.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 18, а. Его основу составляет так называемое электронное реле времени, собранное на транзисторе T_1 . Нагрузкой реле являются лампочка L_1 и симметричный мультивибратор

тор (транзисторы T_2, T_3), вырабатывающий колебания НЧ. Правое (по схеме) плечо мультивибратора нагружено на каскад усиления НЧ (T_4), нагрузкой которого в свою очередь служит головка $Гр_1$.

При замыкании зажимов $Кл_1$ и $Кл_2$ (они соединены со щупом и «стенками» лабиринта) конденсатор C_1 быстро заряжается до напряжения источника питания — батареи B_1 . Разряд конденсатора происходит гораздо медленнее, так как сопротивление разрядной цепи (резисторов R_1, R_2 и эмиттерного перехода транзистора T_1) значительно больше сопротивления зарядной цепи (сопротивления соединительных проводников и «стенок» лабиринта). Резисторы R_1 и R_2 образуют делитель напряжения, поэтому при разряде конденсатора на базе транзистора возникает отрицательное напряжение смещения и он открывается. В результате зажигается лампочка L_1 в его коллекторной цепи, начинает генерировать мультивибратор на транзисторах T_2 и T_3 , и из головки громкоговорителя слышен звук. Так продолжается до тех пор, пока конденсатор не разрядится настолько, что транзистор T_1 закроется. При емкости конденсатора C_1 , указанной на схеме, время, в течение которого горит лампочка и звучит сигнал, составляет 0,5 с; если емкость увеличить до 1000 мкФ, то время увеличится до 2–3 с.

Конструкция и детали. Об устройстве самого лабиринта и щупа уже говорилось, поэтому остановимся на конструкции сигнального устройства. В нем можно применить любые маломощные низкочастотные ($T_2–T_4$) и средней или большой мощности (T_1) транзисторы с $h_{21Э} \geq 20$. Резисторы и конденсаторы — любых типов, головка $Гр_1$ — капсуль ДЭМ-4м. Вместо него можно использовать динамическую головку с выходным трансформатором от транзисторного приемника. Лампочка L_1 — от карманного фонаря (3,5 В; 0,26 А), батарея питания — 3336Л.

Детали устройства смонтируйте на гетинаксовой или текстолитовой (в крайнем случае — картонной) плате размером 65 × 40 мм и соедините друг с другом, как показано на рис. 18, б. Вместе с батареей и выключателем питания поместите ее в пластмассовый или фанерный корпус подходящих размеров.

Сигнальное устройство можно использовать и для других игр, например для аттракциона «Твердая рука». Натяните между двумя опорами волнообразно изогнутую неизолированную проволоку, предварительно надев на нее проволочное кольцо (диаметром 10–15 мм) с ручкой. Кольцо и проволоку подключите к выходу сигнального устройства — и аттракцион готов. Задача играющих — пронести кольцо вдоль всей проволоки, ни разу не коснувшись ее. При желании можно придумать много вариантов использования устройства. Понадобятся лишь ваша смекалка и выдумка.

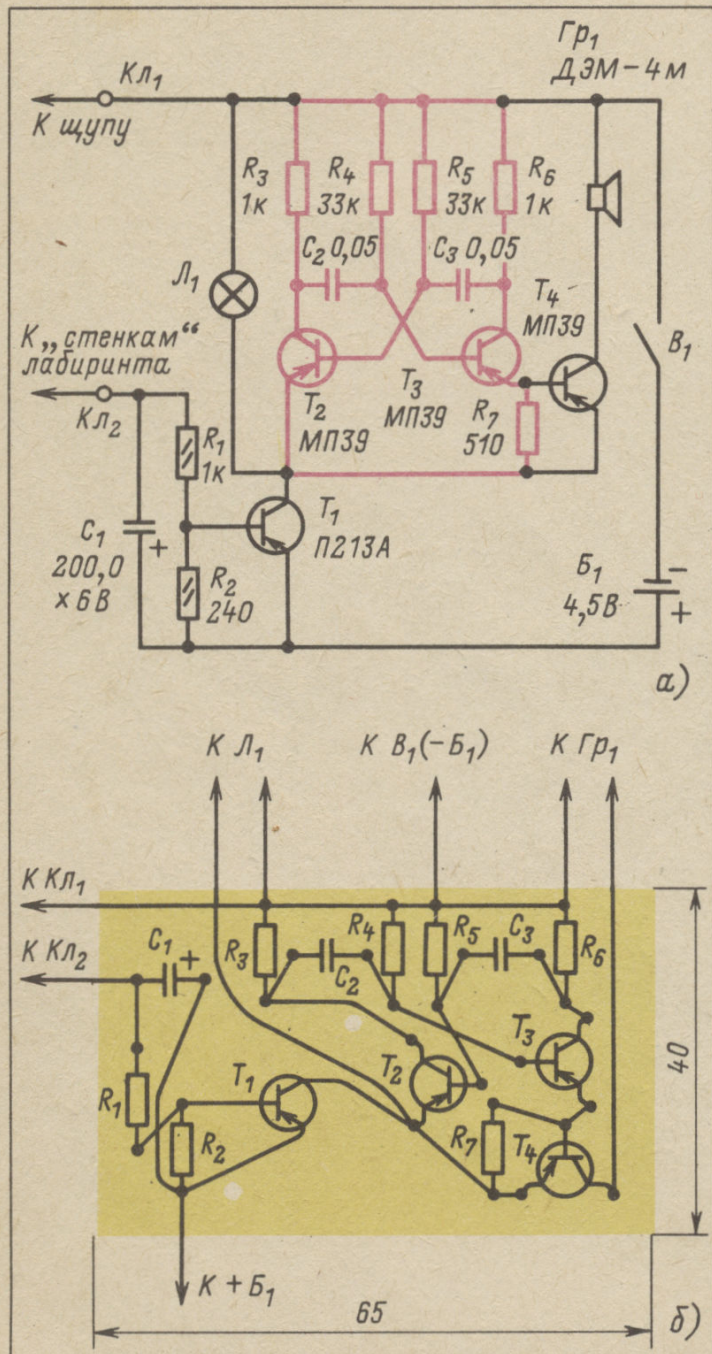


Рис. 18. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) индикаторного устройства.

«ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК»

Эту электрифицированную игрушку с успехом можно использовать на детских утренниках и праздниках как в помещении, так и на открытом воздухе: у дома или в лесу. Электронное устройство, смонтированное в корпусе модели искусственного спутника земли или космического корабля, подает звуковые («бип-бип») и световые сигналы. Такой спутник, «летающий» по туго натянутой (с наклоном) между двумя высокими деревьями или столбами проволоке, особенно эффектен в вечернее время.

Принципиальная схема «радиооборудования» спутника [4] показана на рис. 19, а. Основу и этой игрушки составляют мультивибраторы. Один из них, на транзисторах T_4 и T_5 , гене-

рирует колебания частотой около 2 кГц. В коллекторную цепь транзистора T_5 через выходной трансформатор Tr_1 включена динамическая головка $Гр_1$, превращающая эти колебания в звуковые. Как видно из схемы, мультивибратор на транзисторах T_4 и T_5 вместе с лампочкой карманного фонаря $Л_1$ является нагрузкой правого плеча мультивибратора, собранного на транзисторах $T_1 - T_3$. Таким образом, питание на этот мультивибратор и лампочку подается в моменты, когда открыты транзисторы T_2 и T_3 . В это время сопротивление их участков эмиттер — коллектор очень мало, и эмиттеры транзисторов T_4 и T_5 оказываются практически соединенными с плюсовым выводом батареи пита-

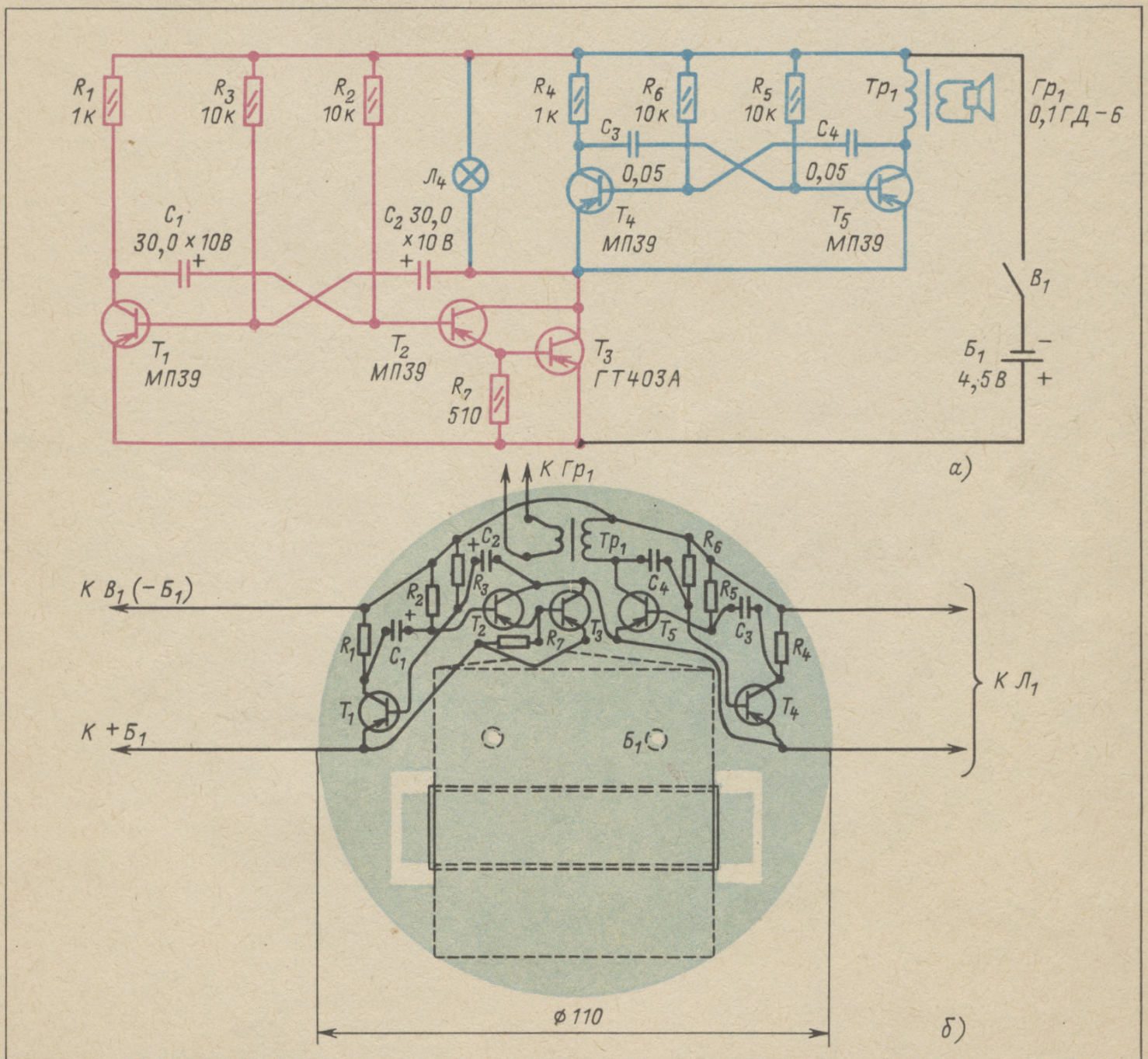


Рис. 19. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) радиооборудования «искусственного спутника».

ния. Когда же транзисторы T_2 и T_3 закрыты, лампочка не горит, а мультивибратор не генерирует. Иначе говоря, устройство на транзисторах T_1-T_3 играет роль автоматического выключателя питания лампочки и мультивибратора на транзисторах T_4 и T_5 . Резисторы R_2, R_3 и конденсаторы C_1, C_2 подобраны так, что частота включения и выключения питания составляет около 3 Гц.

Мультивибратор на транзисторах T_4 и T_5 вместе с лампочкой L_1 потребляет ток около 200 мА, поэтому правое плечо автоматического выключателя питания выполнено на двух транзисторах: маломощном T_2 и транзисторе средней мощности T_3 . Друг с другом они соединены по схеме так называемого составного транзистора: для внешних цепей всего одна база (T_2), один эмиттер (T_3) и один коллектор (соединенные

вместе коллекторы транзисторов).

Конструкция и детали. В игрушке можно использовать любые маломощные транзисторы, например серий МП39—МП42, ГТ109 и т. п. Транзистор ГТ403А можно заменить другими транзисторами этой серии или транзисторами П201—П203, П214 и т. д. Резисторы могут быть типа ВС-0,125, МЛТ-0,25, МЛТ-0,5, конденсаторы C_1, C_2 — К50-6, C_3, C_4 — КМ, КЛС. Лампочка L_1 — от карманного фонаря (2,5 В; 0,15 А), трансформатор Tr_1 — выходной от любого малогабаритного транзисторного приемника, головка громкоговорителя $Гр_1$ — любая малогабаритная мощностью 0,1—0,25 Вт, выключатель питания B_1 — микротумблер МТ-1, батареи питания — 3336Л.

Детали игрушки смонтируйте на плате диаметром 110 мм (см. рис. 19, б), изготовлен-

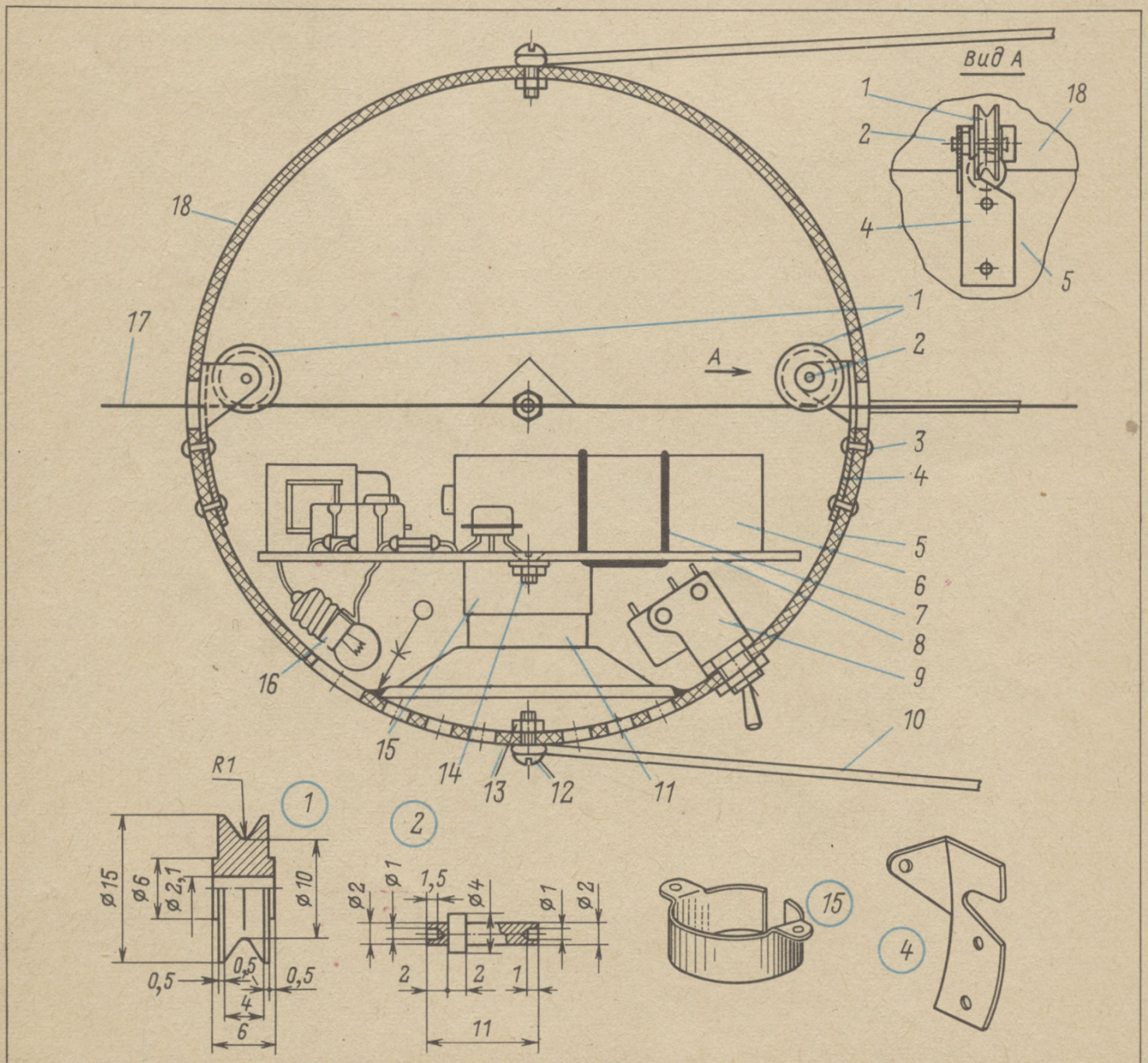


Рис. 20. Конструкция «искусственного спутника».

ной из текстолита или гетинакса толщиной 1,5–2 мм. Для крепления батареи питания 6 (рис. 20) выпилите в плате два С-образных отверстия, а в центре с помощью винтов 14 с потайной головкой и гаек 13 закрепите хомут 15, согнутый из стали толщиной 1–1,2 мм, с помощью которого плата будет крепиться на магните головки громкоговорителя.

Корпус спутника изготовьте из папье-маше и покрасьте снаружи белой нитроэмалью. Для удобства монтажа и установки спутника на проволоку 17, по которой он будет «летать», сделайте его из двух частей: верхней 18 и нижней 5, в которой смонтированы все детали. Части корпуса соедините друг с другом полосками плотного картона, приклеенными изнутри к одной из них.

Поскольку в данной конструкции головка громкоговорителя 11 служит опорой монтажной платы 8, для крепления необходимо использовать эпоксидный клей. Само собой разумеется, что приклеивать головку можно только после

того, как в нижней части корпуса просверлены все отверстия (под выключатель питания 9, лампочку 16, саму головку 11, под заклепки 3 и винты 12), установлены на место кронштейны 4 с направляющими роликами 1 и усы «антенн» 10. Лампочку 16 закрепите на плате 8 с помощью отрезков медного провода диаметром 0,8–1 мм, припаянных к цоколю, а батарею питания 6 – с помощью резинового кольца 7.

Ролики 1 могут быть готовыми или самодельными (материал – латунь, бронза). Кронштейны 4 изготовляют из листовой стали толщиной 1 мм, оси 2 вытачивают из стального прутка диаметром 4–5 мм. При расклепке осей в кронштейнах необходимо следить за тем, чтобы ролики вращались легко, без заеданий: в этом залог надежных «полетов».

Правильно смонтированная игрушка налаживания не требует. Установите ее роликами на туго натянутую с наклоном проволоку диаметром 1–1,5 мм (делают это при снятой верхней части корпуса), включите питание и производите «запуск».

«ОЖИВАЮЩИЙ КОТЕНОК»

Малышам очень нравятся мягкие игрушки. У многих из них есть любимый мишка или котенок, с которыми они не расстаются, даже ложась в постель. Такие игрушки могут стать еще более привлекательными, если их «оживить», заставив, например, котенка мяукать, сверкать глазами, показывать язычок. Сделать это несложно: электронное устройство, позволяющее имитировать все эти действия, может собрать и наладить даже начинающий радиолюбитель.

Принципиальная схема устройства [7] показана на рис. 21, а. Оно состоит из несимметричного мультивибратора, собранного на транзисторах T_1 и T_2 , формирующей цепи, состоящей из резистора R_5 и конденсатора C_3 , генератора сигналов НЧ на транзисторе T_3 и простейшего усилителя НЧ на составном транзисторе T_4T_5 .

После включения питания выключателем B_1 мультивибратор начинает генерировать электрические импульсы напряжения с частотой повторения около 0,2 Гц (1 импульс за 5 с). Несимметричным этот мультивибратор назван потому, что в отличие от симметричного длительность пауз не равна длительности импульсов (в данном случае длительность первых больше). В моменты, когда транзистор T_1 закрыт, а T_2 открыт, коллекторный ток второго транзистора течет через светодиоды D_2 и D_3 («глаза» котенка), и они светятся. Когда же состояние транзисторов изменяется (открывается транзистор T_1 , а T_2 закрывается), светится светодиод D_1 («язычок» котенка).

Как видно из схемы, сопротивления резисторов R_2 и R_3 частото задающих цепей мультивибратора разные: R_2 в несколько раз больше R_3 . Именно поэтому длительность пауз получается больше длительности импульсов. Другими словами, транзистор T_2 находится в закрытом состоянии дольше, чем транзистор T_1 . В это время напряжение на коллекторе транзистора T_2 максимально (оно почти равно напряжению батареи B_1). Сразу после перехода транзистора T_2 в это состояние начинает заряжаться (через резистор R_5) конденсатор C_3 , подключенный к эмиттерному переходу транзистора T_3 . До этого момента транзистор почти закрыт, так как напряжение на коллекторе открытого транзистора T_2 (а следовательно, и на базе транзистора T_3) очень мало. По мере заряда конденсатора напряжение на базе начинает расти, и наступает момент, когда транзистор T_3 открывается. Благодаря действию ПОС через фазовращающую цепь $C_5R_6C_4R_7C_6$ между базой и коллектором транзистора каскад, собранный на нем, самовозбуждается на частоте около 800 Гц. Амплитуда колебаний плавно нарастает до тех пор, пока транзистор T_2 мультивибратора не откроется. После этого конденсатор C_3 начинает разряжаться через резистор R_5 , открытый транзистор T_2 и эмиттерный переход транзистора T_3 , поэтому амплитуда колебаний НЧ плавно уменьшается до нуля. Это состояние не изменится до тех пор, пока вновь не закроется транзистор T_2 , и все повторится сначала.

Колебания НЧ выделяются в коллекторной цепи транзистора T_3 и через трансформатор Tr_1 поступают на вход усилителя НЧ. Отрицательные полуволны звукового сигнала усиливаются им, и из головки громкоговорителя $Гр_1$, подключенной через выходной трансформатор Tr_2 , раздаются звуки, напоминающие мяуканье кошки.

Конструкция и детали. В игрушке желательно применить малогабаритные детали: резисторы ВС-0,125 или МЛТ-0,25, конденсаторы КЛС ($C_4 - C_6$) и К50-6 (остальные). Транзисторы могут быть любыми низкочастотными, например серий МП39 - МП42 с $h_{21Э} = 30 \div 60$ (T_1, T_2) и $h_{21Э} = 40 \div 100$ ($T_3 - T_5$). Транзисторы мультивибратора желательно подобрать с близкими параметрами: это облегчит налаживание. Трансформаторы Tr_1 и Tr_2 - соответственно согласующий и выходной трансформаторы от любого

транзисторного приемника. У первого из них используется только одна половина вторичной обмотки, а у второго - половина первичной обмотки. Головка громкоговорителя $Гр_1$ - также любая, мощностью 0,1 - 0,25 Вт и сопротивлением 6 - 8 Ом. При отсутствии светодиодов можно использовать миниатюрные лампочки накаливания, например НСМ-9-50 и им подобные, при этом, однако, придется подобрать резисторы R_1 и R_4 . Можно, конечно, и вообще отказаться от световых эффектов. Тогда в коллекторные цепи T_1 и T_2 надо будет включить резисторы сопротивлением 5,1 - 6,8 кОм.

Детали игрушки, кроме головки громкоговорителя, выключателя питания, батареи и светодиодов, смонтируйте на плате размером 40×125 мм из гетинакса или текстолита толщиной 1 - 1,5 мм и соедините друг с другом.

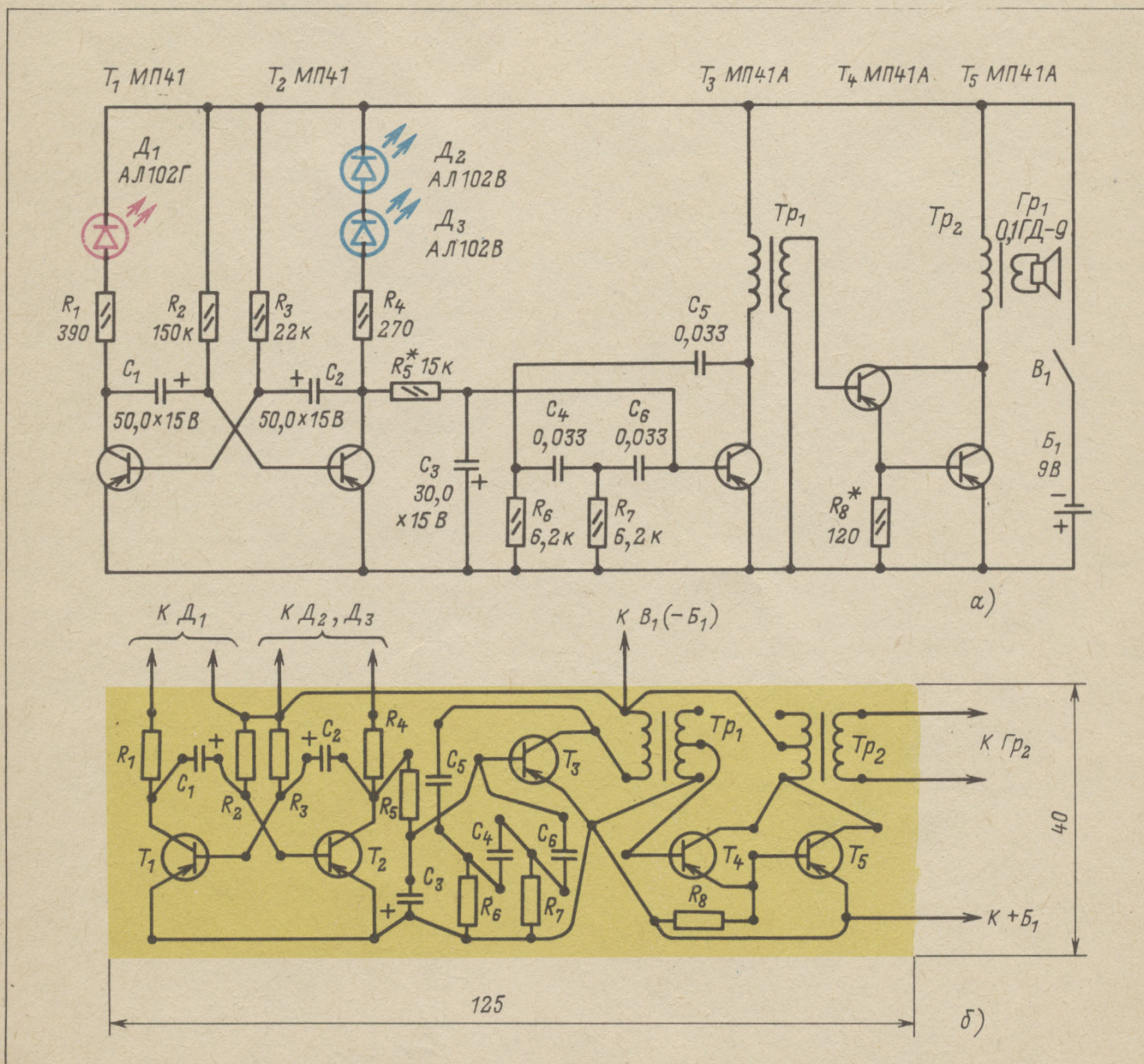


Рис. 21. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) электронного устройства «оживающего» котенка.

как показано на рис. 21, б. Светодиод D_1 укрепляют во рту котенка, а D_2 и D_3 — с помощью клея БФ-2 или эпоксидного — в пластмассовых глазах, предварительно высверлив в них соответствующие углубления с внутренней стороны. Выключатель B_1 может быть как фабричный (микрокнопка), так и самодельный, например в виде двух пружинящих контактов от реле. Его размещают в любом удобном месте игрушки.

Правильно смонтированное устройство начинает работать сразу, однако чтобы получить нужный звук, необходимо в первую очередь

подобрать резистор R_5 , добиваясь правильной имитации звука «мяу». Изменить продолжительность звуков и пауз между ними можно подбором резисторов R_2 , R_3 , а также конденсаторов C_1 и C_2 . Резистор R_8 должен быть таким, чтобы громкость звучания была наибольшей, а в паузах не прослушивались посторонние звуки.

Смонтированную и налаженную плату с деталями, головку $Гр_1$ и батарею питания («Крона-ВЦ») или две соединенные последовательно батареи 3336Л помещают внутрь мягкой игрушки, частично удалив ее набивку.

ДЕТСКИЙ «ОРГАН»

Несмотря на кажущуюся сложность, этот одноголосный электронный музыкальный инструмент-игрушка [18] также относится к числу простейших, и построить его не составит большого труда начинающему радиолюбителю. Музыкальный диапазон инструмента — от звука «до» первой октавы до «ми» второй октавы. При желании его можно расширить вдвое (до «фа» или «ми» третьей октавы), для чего потребуется лишь увеличить число клавиш и резисторов частотодающей цепи. Усилитель НЧ инструмента имеет выходную мощность около 100 мВт. Для улучшения выразительности звучания предусмотрен встроенный генератор вибрато. Для питания используется батарея напряжением 9 В, составленная из двух последовательно соединенных батарей 3336Л. В режиме молчания игрушка потребляет ток около 15 мА, при максимальной громкости он увеличивается до 45–50 мА.

Структурная схема инструмента показана на рис. 22. Он состоит из задающего генератора 2 (генератора тона), частотой колебаний которого управляют с помощью клавиатуры 4, генератора вибрато 1, модулирующего колебания генератора тона (в результате получается вибрирующий звук), и усилителя НЧ 3 с динамической головкой громкоговорителя $Гр$ на выходе.

Генератор тона (рис. 23,а) собран на транзисторах T_1 и T_2 и представляет собой несимметричный мультивибратор, генерирующий напряжение пилообразной формы. Частота этого напряжения зависит от емкости конденсатора C_1 (а при нажатии кнопки Kn_1 — и от емкости конденсатора C_2) и сопротивления резисторов $R_{14}–R_{30}$, включаемых в цепь эмиттера транзистора T_1 подклавишными контактами $B_1–B_{17}$. Иными словами, конденсаторы C_1 , C_2 и резисторы $R_{14}–R_{30}$ являются частотодающей цепью генератора тона. Их подбирают опытным путем при настройке инструмента.

Как видно из схемы, резисторы $R_{14}–R_{30}$ соединены последовательно. Это значит, что при замкнутых контактах B_1 (нажата клавиша «ми» второй октавы) замыкание любых других подклавишных контактов, расположенных правее (по схеме), не вызовет изменения сопротивления в цепи эмиттера транзистора T_1 , а следовательно, не приведет и к изменению высоты звука. Такое построение частотодающей цепи получило название прямого или верхнего выбора звука.

Весь частотный диапазон (звукоряд) инструмента можно сместить на одну октаву в сторону низших частот. Для этой цели служит конденсатор C_2 , включаемый параллельно основному конденсатору C_1 при нажатии кнопки Kn_1 .

Следующий блок инструмента — генератор вибрато — собран на транзисторах T_4 и T_5 . Он вырабатывает сигнал синусоидальной формы. Частота колебаний (около 7 Гц) определяется цепью, состоящей из конденсаторов $C_6–C_8$ и резисторов $R_9–R_{11}$. Сигнал генератора вибрато через конденсатор C_4 и переменный резистор R_6 подается на базу транзистора T_2 генератора тона. В результате частота его колебаний плавно изменяется относительно среднего значения в такт с частотой генератора вибрато, и создается вибрирующий звук. Глубину вибрато регулируют переменным резистором R_6 ,

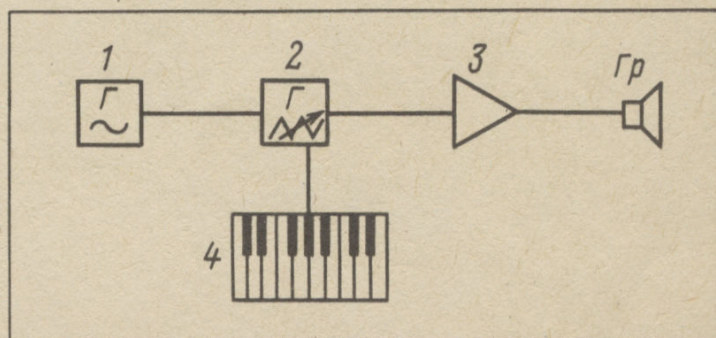


Рис. 22. Структурная схема детского «органа».

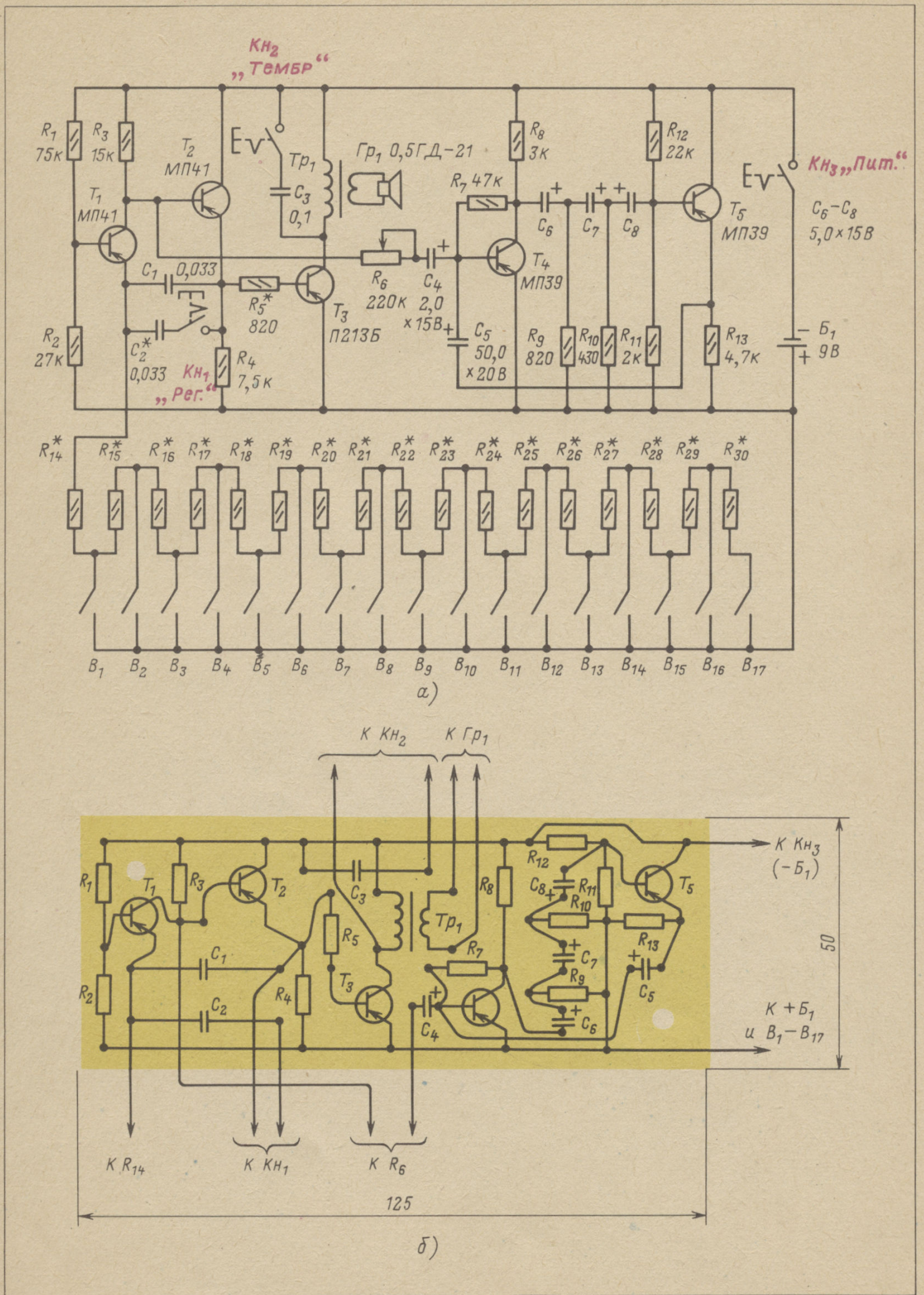


Рис. 23. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) «органа».

ручка управления которого выведена на лицевую панель инструмента. Частоту генератора вибраторо при необходимости можно изменить в небольших пределах подбором резисторов $R_9 - R_{11}$.

Усилитель НЧ выполнен на одном транзисторе T_3 . Сигнал генератора тона поступает на его базу через резистор R_5 непосредственно из цепи эмиттера транзистора T_2 . Через этот же резистор подается и необходимое для работы транзистора напряжение смещения. Нагрузкой усилителя НЧ служит головка громкоговорителя Gp_1 , подключенная через выходной трансформатор Tr_1 . Для изменения тембра звучания параллельно его первичной обмотке с помощью кнопки Kn_2 можно подключить конденсатор C_3 .

Конструкция и детали. В генераторах тона и вибраторо можно использовать любые низкочастотные транзисторы, важно лишь, чтобы $h_{21Э} \geq 50$. В усилителе НЧ можно применить любой транзистор из серии П213—П215.

В инструменте применены постоянные резисторы МЛТ-0,125 (подойдут и любые другие малогабаритные: МЛТ-0,25, ВС-0,125 и т. п.), переменный резистор СП-1, электролитические конденсаторы К50-6, остальные конденсаторы — БМ и МБМ. Кнопки $Kn_1 - Kn_3$ П2К с независимой фиксацией на два направления. Трансформатор Tr_1 — выходной от любого транзисторного (желательно переносного) приемника. Головка громкоговорителя может быть любой, мощностью 0,1—0,5 Вт.

Большинство деталей инструмента смонтировано на плате размером 125 × 50 мм, изготовленной из гетинакса толщиной 1,5 мм. Схема соединений на ней приведена на рис. 23, б. Вместе с другими деталями и клавиатурой плата размещена в корпусе (рис. 24), изготовленном из фанеры толщиной 8—10 мм (основание 14, задняя 27 и боковые 13 стенки) и 5 мм (крышка б). Между собой детали корпуса соединены казеиновым клеем, крышка б — съемная, на штифтах. На крышке с помощью трех уголков и шурупов закреплена динамическая головка 8.

Несущим элементом конструкции является основание корпуса 14. Плата 7 закреплена на нем двумя шурупами, причем для создания необходимого зазора между платой и основанием на них надеты трубчатые стойки высотой 6 мм. Непосредственно к основанию шурупами же прикреплены ножки-полосы 15 и кронштейн (уголок) 26 с установленным на нем переменным резистором 4 (R_6) регулировки глубины вибраторо. На его ось плотно надета пластмассовая ручка управления 5, под которую в крышке б вырезано прямоугольное отверстие. Кнопочный переключатель (1—3) закреплён с помощью шурупов, ввинченных в две деревянные рейки 28 размером 30 × 30 × 8 мм, приклеенные к основанию 14.

Батарея питания 9 закреплена на основании 14 с помощью пластмассового держателя.

Контактная система клавиатуры (выключатели $B_1 - B_{17}$) состоит из 17 пар бронзовых (или латунных) пружин 22 и 23, закрепленных на деревянном бруске 29 с помощью планок 30, 31 и шурупов (они ввинчены в промежутках между парами контактных пружин).

Клавиатура, пожалуй, наиболее ответственная часть любого электронного музыкального инструмента, поэтому на ее конструкции и изготовлении необходимо остановиться подробнее. В описываемой игрушке основой клавиатуры служит пластина из электротехнического картона толщиной 1,5 мм (может быть использован гетинакс, текстолит толщиной 0,8—1 мм). Размеры пластины 200 × 125 мм. Сделав в соответствии с рис. 24 разметку длинных (11) и коротких (10) клавишей острозаточенным ножом (при использовании гетинакса или текстолита — резаком, изготовленным из ножовочного полотна) по металлической линейке, делают по контуру клавишей прорези шириной 0,5—1 мм. Для прочности к длинным клавишам снизу приклеивают (клеем БФ-2) фанерные пластины 20 размером 80 × 10 мм, а к коротким — пластины размером 40 × 8 мм. В таком виде клавиатуру помещают на сутки под пресс (или груз массой 10—20 кг).

После высыхания клея к большим клавишам приклеивают тем же клеем деревянные бруски 19 (19 × 20 × 10 мм) с фанерными пластинками 18 (19 × 15 × 3 мм), а к коротким — сами клавиши 16. Пластинки 18 ограничивают перемещение длинных клавишей как при нажатии, так и при отпускании: при нажатии они упираются в основание (точнее — в суконную накладку 35, наклеенную на него), а при отпускании — в планку 12 (ее приклеивают к стенке 16, а ту в свою очередь к основанию 14). Ограничителем перемещения коротких клавишей при нажатии является рейка 33 (ее также приклеивают к основанию), а при отпускании — пластина 25 (на виде сверху она показана штриховой линией).

Вместе с прокладкой 32 пластина 25 предназначена для крепления клавиатуры в корпусе. В прокладке 32 просверлено 34 сквозных отверстия под головки шурупов, крепящих контактные пружины, и шесть отверстий под шурупы 24, которые ввинчивают в брусок 29.

Для бесшумной работы клавиатуры к торцу рейки 33, выступающим за пределы длинных клавишей концам пластинок 18 и к основанию, а также ко всем клавишам в местах соприкосновения с контактными пружинами 22 необходимо приклеить небольшие кусочки замши или сукна (на рис. 24 поз. 17, 21, 34 и 35).

Контактные пружины 22 необходимо немного отогнуть вверх (помимо своей основной функции они еще выполняют функции возвратных пружин клавишей). Однако при этом надо стре-

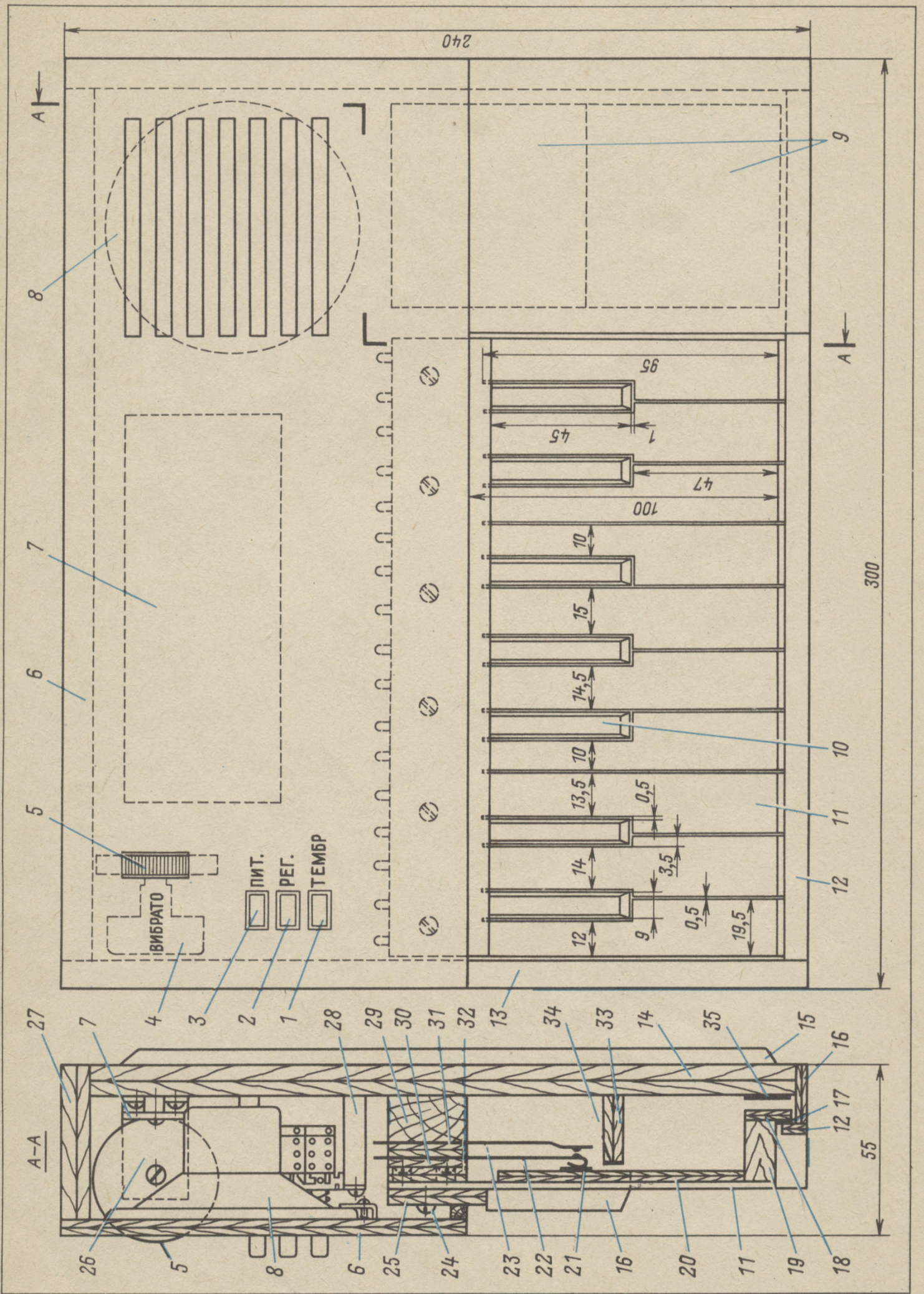


Рис. 24. Конструкция клавиатуры и размещение деталей в корпусе «органа».

миться к тому, чтобы усилие, необходимое для замыкания, было одинаковым для всех пружин (не должно быть ни «тугих», ни «слабых» клавишей). Отрегулировав контактную систему, короткие клавиши окрашивают черной нитроэмалью, а длинные — белой, после чего клавиатуру устанавливают на место. При монтаже следует помнить, что контактная группа B_1 должна быть расположена под крайней справа клавишей, группа B_2 — под соседней с ней слева и т. д.

Налаживание правильно собранной игрушки сводится к подбору резисторов R_5 и $R_{14}-R_{30}$, а также конденсатора C_2 . Первый из них подбирают по наилучшему качеству звучания при какой-либо нажатой клавише. Резисторы же частотозадающей цепи подбирают в такой последовательности. Временно заменяют резистор R_{14} переменным резистором сопротивлением 15—20 кОм, устанавливают движок регулятора глубины вибрато (R_6) в правое (см. рис. 23, а) положение, а кнопки K_{n1} и K_{n2} — в положения, показанные на схеме. Нажимают клавишу «ми» второй октавы (на рис. 24 крайняя справа) и извлекают одноименный звук на инструменте, по которому производится настройка (аккордеон, баян, пианино). Изменяя сопротивление переменного резистора, заменяющего резистор R_{14} , добиваются точного совпадения частот

(по отсутствию биений) налаживаемого и образцового инструмента. Затем омметром возможно точнее измеряют сопротивление введенной части переменного резистора и заменяют его постоянным резистором такого же сопротивления. Если же такого резистора не окажется, то его составляют из нескольких резисторов, соединенных последовательно или параллельно, общее сопротивление которых равно измеренному ранее омметром. Далее точно так же подбирают резистор R_{15} (при нажатой клавише «ми-бемоль» второй октавы), а затем последовательно и резисторы $R_{16}-R_{30}$. Подобранные резисторы припаивают непосредственно к контактным пружинам.

В последнюю очередь подбирают конденсатор C_2 . Для этого нажимают кнопку K_{n1} , а затем вновь крайнюю правую клавишу. Емкость конденсатора подбирают такой, чтобы звучание инструмента соответствовало звуку «ми» первой октавы. В этом случае частотный диапазон сместится на октаву вниз и будет охватывать звуки от «до» малой октавы до «ми» первой октавы.

Поворотом ручки регулятора вибрато (R_6) установите нужную его глубину и можете исполнять понравившуюся Вам мелодию. Смягчить звучание можно простым нажатием кнопки K_{n2} . Степень смягчения легко изменить, подобрав емкость конденсатора C_3 .

НОВОГОДНИЙ ХОРОВОД

Щелчок выключателя — и вокруг новогодней елки начинает плавно кружиться хоровод кукол, одетых в яркие национальные одежды народов союзных республик, слышится знакомая мелодия позывных московского радио. Эта занимательная игрушка (рис. 25) — хороший подарок малышам в канун новогоднего праздника. Взглянув за постройку игрушки [20], вы познакомитесь с основами магнитной записи звука, так как одной из ее основных частей является простейший воспроизводящий магнитофон. Его лентопротяжный механизм не только перемещает (протягивает) магнитную ленту, но и приводит в движение платформу с куклами.

Электронная часть игрушки состоит из магнитной головки от фабричного магнитофона, усилителя воспроизведения и динамической головки прямого излучения. Выходная мощность усилителя около 80 мВт, что вполне достаточно для озвучивания жилой комнаты современной квартиры. Питается усилитель от батареи 3336Л напряжением 4,5 В. Еще одна батарея, составленная из трех последовательно соединенных элементов 373 (напряжение также равно 4,5 В), использована для питания электродвигателя, приводящего в движение лентопротяжный меха-

низм. Ток, потребляемый усилителем, составляет 30—35 мА, двигателем — 140—150 мА.

Кинематическая схема механизма игрушки показана на рис. 26. По сути дела механизм состоит из двигателя 15, редуктора — системы шкивов 16, 13, 12, 17 и резиновых пассиков 11, 14, обремененного ролика 4, приводящего в движение магнитную ленту 3, направляющих роликов 1, 5, 7 и еще одного редуктора (шкивы 6, 9 и пассик 8), передающего вращение платформе с куклами.

На валу электродвигателя 15 закреплен шкив 16. Через пассик 14 он передает вращение соединенным друг с другом шкивам 12 и 13, свободно вращающимся на вертикальной оси, закрепленной на основании игрушки. Со шкива 12 через пассик 11 вращение передается шкиву 17 и закрепленному на нем обремененному ролику 4. Этот ролик приводит в движение магнитную ленту 3, охватывающую примерно три четверти его цилиндрической поверхности. Для создания такого обхвата, а также для ограничения смещения ленты в вертикальном направлении служат направляющие ролики 5 и 7, свободно вращающиеся на своих осях.

Передаточное число редуктора (от шкива 16 к шкиву 17) — около 150. При частоте вращения вала двигателя 5500—5700 об/мин и диаметре обрешиненного ролика 24 мм скорость ленты составляет 4,7—4,8 см/с.

Магнитная головка 2 установлена между роликами 1 и 5 с таким расчетом, что лента 3 охватывает ее на угол около 20° , что необходимо для плотного прилегания ленты к рабочей поверхности головки. Для упрощения конструкции механизма лента склеена в бесконечное кольцо. Длина ленты 1650 мм. При указанной выше скорости это обеспечивает время непрерывного звучания (одного цикла воспроизведения) 34—35 с. В натянутом состоянии лента удерживается шестью направляющими роликами (такими же, как и ролики 1, 5 и 7).

Со шкивом 17 жестко связан также шкив 6. При работе механизма движение от него через

пасвик 8 передается шкиву 9, который вместе со втулкой 10 свободно вращается на оси, закрепленной на основании. Над втулкой ось выступает примерно на 10 мм. На этой части оси имеется резьба, которая служит для крепления подставки с елкой. Платформа с куклами крепится тремя винтами к диску 9.

Принципиальная схема электронной части игрушки показана на рис. 27. Ее основу составляет четырехкаскадный усилитель воспроизведения на транзисторах $T_1—T_5$. Связь между первым (T_1) и вторым (T_2) каскадами — емкостная (конденсатор C_3), между вторым и остальными — непосредственная. Сигнал с воспроизводящей магнитной головки $ГВ_1$, возникающий при движении по ее рабочей поверхности магнитной ленты с записью, поступает через конденсатор C_1 на базу транзистора T_1 . Для уменьшения собственных шумов усилителя (а их главным



Рис. 25. Внешний вид игрушки.

источником является первый каскад, поскольку именно в нем происходит усиление очень небольшого сигнала с головки) напряжение между коллектором и эмиттером транзистора T_1 выбрано небольшим — всего около 1,2 В.

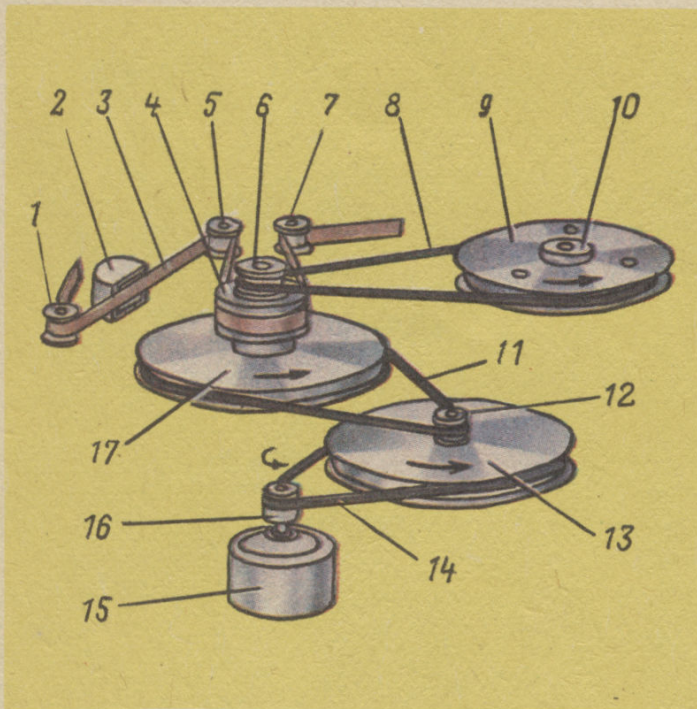


Рис. 26. Кинематическая схема игрушки.

Для стабилизации режима работы этого транзистора по постоянному току при изменении температуры воздуха применены две цепи отрицательной обратной связи (ООС). Одна из них — так называемая параллельная по напряжению. Она осуществляется за счет подключения делителя R_1R_2 , с которого снимается напряжение смещения на базу транзистора T_1 , к его коллектору. В результате, если из-за повышения температуры коллекторный ток транзистора увеличится, это вызовет увеличение падения напряжения на резисторах R_3 и R_4 и одновременное уменьшение напряжения на его коллекторе. Уменьшится и напряжение на базе транзистора, снимаемое с делителя R_1R_2 , а это приведет к уменьшению коллекторного тока до первоначального значения. При снижении температуры процесс регулирования коллекторного тока протекает в обратном направлении.

Другая ООС (последовательная по току) создается за счет включения резистора R_4 в эмиттерную цепь транзистора. Благодаря этому процесс стабилизации коллекторного тока, описанный выше, протекает более интенсивно.

Для уменьшения паразитной связи первого и остальных каскадов усилителя через общий источник питания (батарею B_1) первый каскад

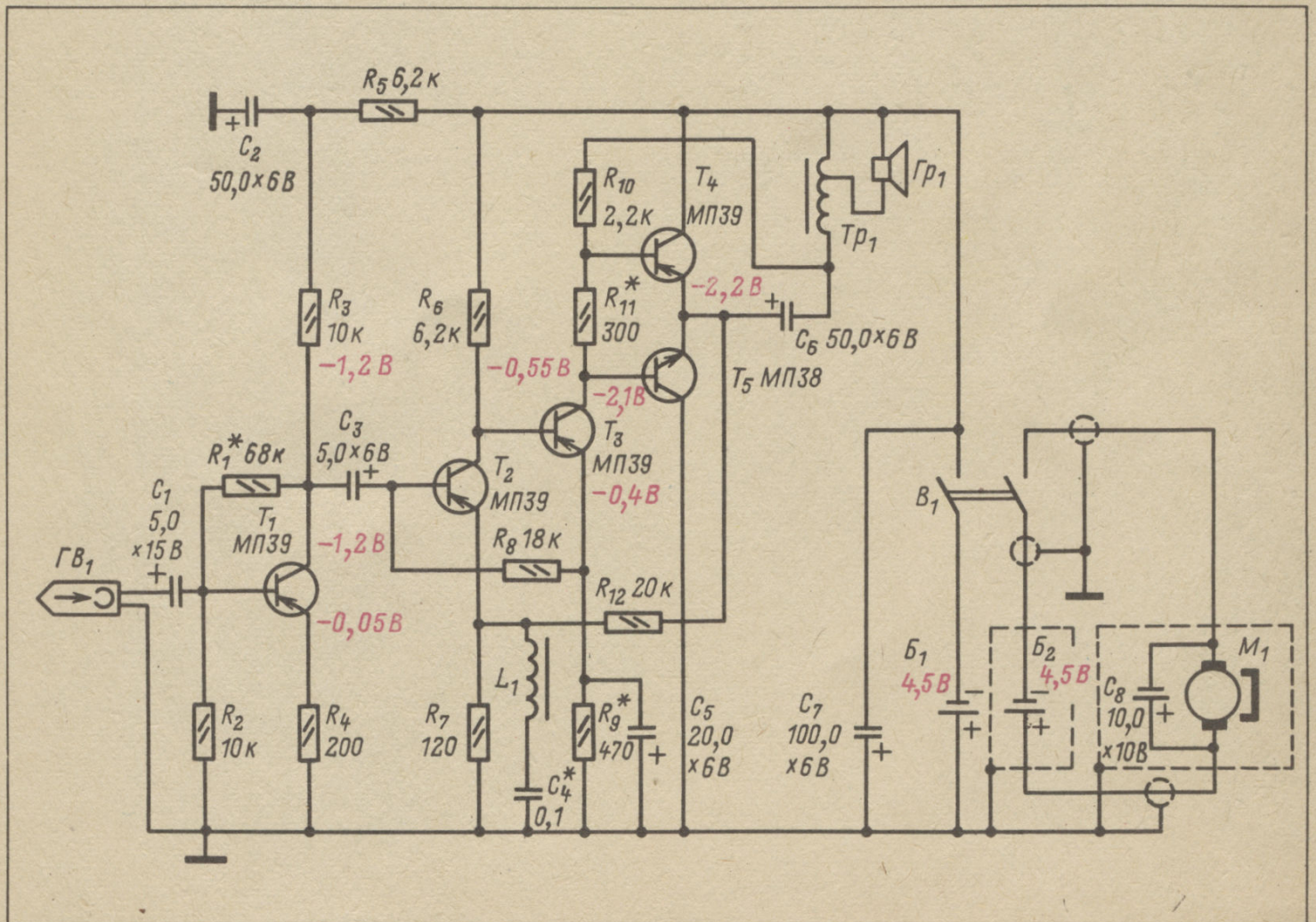


Рис. 27. Принципиальная схема усилителя воспроизведения.

питается через развязывающий фильтр, состоящий из резистора R_5 и конденсатора C_2 .

Второй и третий каскады усилителя собраны соответственно на транзисторах T_2 и T_3 . Режим их работы стабилизируется ООС (параллельной по току), напряжение которой снимается с резистора R_9 в эмиттерной цепи транзистора T_3 и подается в цепь базы транзистора T_2 .

Включение резистора в эмиттерную цепь снижает усилительные свойства транзистора: ведь противодействуя изменению режима работы, ООС противодействует и изменениям коллекторного тока, возникающим при усилении сигнала. Для устранения влияния ООС на усиливаемый сигнал, этот резистор шунтируют конденсатором такой емкости, чтобы его сопротивление сигналу самой низкой усиливаемой частоты было намного меньше сопротивления резистора. Именно эту функцию выполняет конденсатор C_5 .

Последний, выходной каскад усилителя собран на транзисторах T_4 и T_5 разной структуры. Необходимое для их работы напряжение смещения создается за счет протекания коллекторного тока транзистора T_3 через резистор R_{11} . Нагрузка выходного каскада (головка громкоговорителя $Гр_1$) подключена через согласующий выходной автотрансформатор $Тр_1$ и конденсатор C_6 . Для повышения к. п. д. выходного каскада коллекторная цепь транзистора предоконечного каскада (T_3) подключена к батарее питания B_1 не непосредственно, а через обмотку автотрансформатора $Тр_1$. В этом случае напряжение питания предоконечного каскада складывается из напряжения батареи и выходного напряжения сигнала на обмотке автотранс-

форматора, амплитуда которого составляет примерно половину напряжения источника питания. Иными словами, напряжение питания каскада становится примерно в 1,5 раза больше. В результате увеличивается напряжение сигнала на базах транзисторов T_4 и T_5 , а следовательно, и выходная мощность усилителя.

Последние три каскада охвачены еще одной цепью ООС, стабилизирующей режим работы транзисторов, а также уменьшающей нелинейные искажения сигнала. Напряжение этой ООС снимается с выхода усилителя (с эмиттеров транзисторов T_4 , T_5) и через резистор R_{12} подается в цепь эмиттера транзистора T_2 .

Для подъема усиления на высших частотах рабочего диапазона (3,5–4 кГц), что необходимо для улучшения качества звучания (иначе звук будет «глухим»), резистор R_7 в эмиттерной цепи транзистора T_2 зашунтирован последовательным колебательным контуром, состоящим из катушки L_1 и конденсатора C_4 и настроенным на частоту 4 кГц. На этой частоте сопротивление контура очень мало и действие ООС через резистор R_7 резко уменьшается. В результате усиление последних трех каскадов увеличивается.

Для уменьшения паразитной обратной связи между каскадами усилителя через источник питания, особенно проявляющейся при глубоком разряде батареи, когда ее сопротивление значительно увеличивается, батарея B_1 зашунтирована конденсатором большой емкости C_7 .

Питание электродвигателя M_1 от отдельной батареи (B_2) позволило значительно уменьшить проникновение в цепи усилителя помех от искрения коллектора. С этой же целью сама батарея, электродвигатель и соединяющие их про-

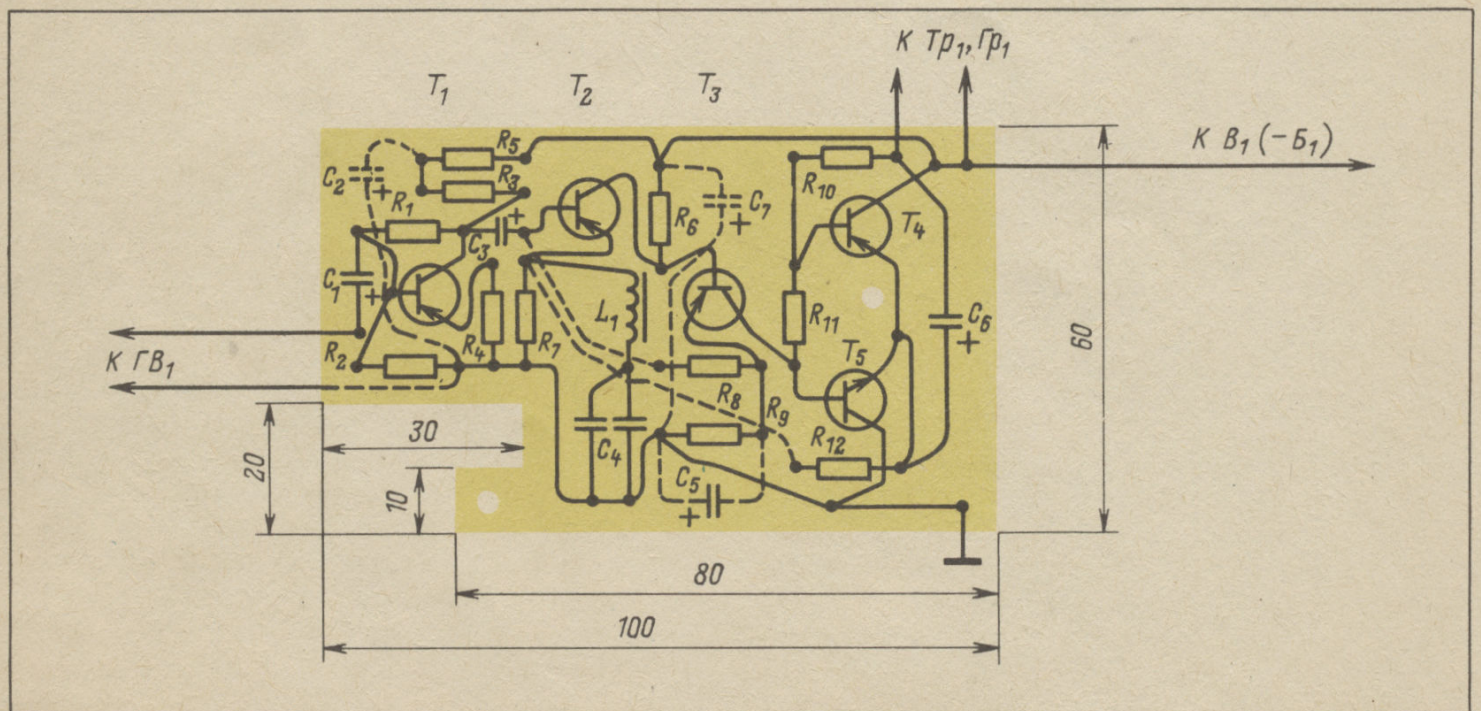


Рис. 28. Схема соединений усилителя.

вода экранированы, а параллельно щеткам коллектора включен конденсатор C_8 .

Конструкция и детали. В усилителе воспроизведения можно использовать любые маломощные низкочастотные транзисторы структуры *p-n-p* (например, серий МП39—МП42) с $h_{21Э} = 50 \div 80$; транзистор T_5 — также маломощный низкочастотный, но структуры *n-p-n* (МП35, МП38). Для уменьшения нелинейных искажений транзисторы выходного каскада (T_4 и T_5) желателен подобрать с одинаковыми коэффициентами передачи тока.

Резисторы — любого типа, малогабаритные с рассеиваемой мощностью от 0,125 Вт и выше (BC-0,125, МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, МЛТ-0,5). Конденсаторы C_1 — C_3 , C_5 — C_8 — электролитические (K50-3, K50-6), C_4 — составлен из двух конденсаторов МБМ емкостью 0,05 мкФ. Головка громкоговорителя $Гр_1$ —0,2 ГД-1 или ей подобная мощностью 0,1—0,25 Вт. Выключатель питания B_1 — тумблер ТП1-2.

Катушка L_1 намотана на ферритовом (1000 НМ) кольце типоразмера K10 × 6 × 4,5 и содержит 190 витков провода ПЭВ-2 0,2, а выходной трансформатор — на пермалловом тороидальном (подойдет и обычный Ш-образный) магнитопроводе внешним диаметром 21 мм и сечением 0,1 см². В обмотке 210 + 70 витков, причем первая ее часть намотана проводом ПЭВ-2 0,2, а вторая — проводом ПЭВ-2 0,35.

Все детали усилителя, кроме головок $ГВ_1$ и $Гр_1$ и автотрансформатора $Тр_1$, смонтированы на плате размером 100 × 60 мм (рис. 28), изготовленной из текстолита (можно и любого другого подходящего материала) толщиной 1 мм. Монтаж выполнен на стойках, в качестве которых использованы отрезки медной луженой проволоки диаметром 1,3 мм, запрессованные в отверстия в плате. Для соединений использован луженый провод диаметром 0,5 мм. Корпуса транзисторов вставлены в отверстия диаметром 8,5 мм со стороны монтажа резисторов. Катушка L_1 закреплена с помощью винта М2 × 10, изоляционной шайбы (гетинакс, электрокартон) диаметром 10 мм и гайки М2.

В игрушке применен электродвигатель постоянного тока от детского магнитофона-игрушки «Пчелка». С неменьшим успехом можно использовать и другие двигатели на напряжение 4,5—5 В, например от электрифицированных игрушек. Надо только учесть, что если частота вращения двигателя будет иной, то размеры (диаметры) шкивов придется изменить, чтобы скорость ленты осталась прежней (4,7—4,8 см/с). Желательно также заменить подшипники скольжения этих двигателей миниатюрными шариковыми подшипниками.

В лентопротяжном механизме использован прижимной ролик от магнитофонов серии «Эльфа» («Гинтарас», «Айдас»). Можно применить ролик и от других магнитофонов, изменив, если

необходимо, это крепление на шкиве 6 (см. рис. 26) и передаточное отношение редуктора (в том случае, если диаметр рабочей части отличается от 24 мм). Резиновые пассики 8, 11 и 14 — от магнитофона «Комета МГ-206». От этого магнитофона взята и универсальная магнитная головка (она использована только как воспроизводящая). Индуктивность головки 100—140 мГ, отдача на частоте 1000 Гц — около 0,65 мВ. Разумеется, можно использовать универсальные головки и от других транзисторных магнитофонов, важно лишь, чтобы их параметры не намного отличались от указанных.

Наиболее важными деталями механизма являются направляющие ролики лентопротяжного тракта и элементы редуктора: шкив (втулка) 6, малый шкив 12, большие шкивы 13 и 17, шкив 16, закрепленный на валу электродвигателя. Основное требование к деталям заключается в том, чтобы они имели возможно меньшие биения относительно осей вращения. Чем меньше биения, тем меньше детонация («плавание») звука при воспроизведении.

Чертежи деталей механизма показаны на рис. 29. Направляющие ролики 1 (а также 5 и 7 по рис. 26) изготовлены из органического стекла разной толщины: 6,5 мм (средняя часть) и 2 мм (щечки). Между собой части роликов соединены дихлорэтановым клеем (раствор опилок органического стекла в дихлорэтаноле). Такая же конструкция и шкивов 9, 13 и 17, для изготовления которых использован листовой полистирол толщиной 3 и 2 мм. Детали шкивов склеены между собой дихлорэтаном, после чего в них запрессованы латунные шкивы (втулки) 10, 12 и 6 соответственно.

Узлы и детали игрушки смонтированы на двух панелях: верхней 21 и нижней 24. Они изготовлены из листового дюралюминия толщиной 2 мм. На нижней панели (основании) закреплены (рис. 30) кронштейн 36 с электродвигателем в экране, оси шкивов 6 (17), 9 и 13 (12), кассеты с батареями B_1 и B_2 (38), автотрансформатор $Тр_1$ (он закреплен так же, как и катушка L_1), кронштейн 35 с выключателем питания 34 и планка 33, на которой установлена головка громкоговорителя 32. С нижней стороны на этой панели закреплены четыре резиновые ножки. На верхней панели установлены оси направляющих роликов 1 и магнитная головка $ГВ_1$. Плата усилителя 37 закреплена на нижней стороне этой же панели с помощью двух винтов М3 × 10, ввинченных в резьбовые отверстия в плате, и трубчатых стоек высотой 6 мм.

Между собой панели соединены восемью винтами М4 × 10, ввинченными в резьбовые отверстия четырех дюралюминиевых стоек 31. Оси 18 и 22 [для роликов 1 и шкивов 12(13)] изготовлены из стального прутка диаметром 3 мм. На их нижних (см. рис. 29) концах нарезана резьба М3 на длину 6—6,5 мм. На

верхней и нижней панелях они закреплены гайками 20 (М3). Материал осей 25 и 29 — стальной пруток диаметром 5 мм. Обе эти оси закреплены на нижней панели гайками 28 (М5). Необходимое взаимное положение шкивов и роликов по высоте подбирают шайбами 19, 23, 26 и втулками 27 и 30.

Экран электродвигателя изготовлен из мягкой стали толщиной 0,5 мм. Все его швы пропаяны. Конденсатор C_8 припаян выводами непосредственно к выводам щеток двигателя и находится внутри экрана. Электродвигатель закреплен на кронштейне 36 через резиновые шайбы толщиной 2 мм, что необходимо для уменьшения акустического шума, создаваемого при работе. Экран-кассета батареи B_2 и кассета батареи B_1 согнуты из листового алюминия толщиной 1 мм (можно использовать белую жель, латунь толщиной 0,4–0,5 мм).

Куклы закрепляют на платформе, представляющей собой диск диаметром 320 мм из листового полистирола толщиной 3 мм. К торцу диска приклеивают ободок из того же материала (но толщиной 1,5–2 мм) шириной 25–30 мм с таким расчетом, чтобы он закрывал механизм. В центре диска выпиливают отверстие диаметром 25 мм, а на расстоянии 19 мм от центра сверлят три отверстия (через 120°) под винты М4 с потайной головкой, с помощью которых впоследствии платформу крепят к шкиву 9.

К пластмассовому основанию елки приклеивают диск, изготовленный из полистирола толщиной 4–5 мм, с отверстием М5 в центре. При окончательной сборке основание с этим диском навинчивают на выступающий конец оси 29, на который предварительно навинчена гайка М5.

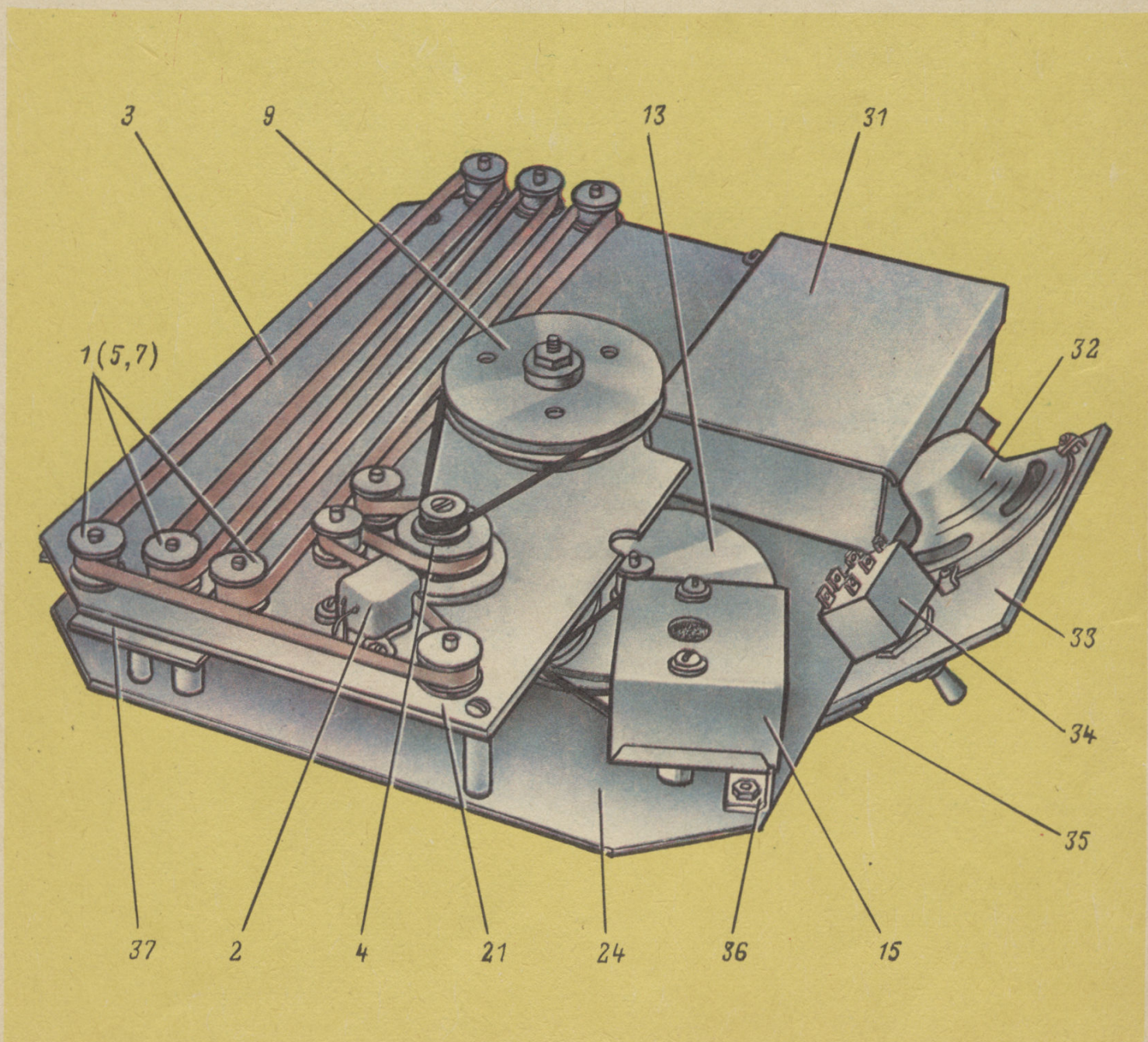


Рис. 30. Конструкция игрушки.

Собирают игрушку, руководствуясь кинематической схемой (см. рис. 26), а также рис. 30. Все ролики 1 и шкивы должны легко (но без больших люфтов) вращаться на своих осях. Перед первым включением механизма все трущиеся места (оси 18, 22, 25, 29, отверстия роликов и шкивов 6, 12, а также втулки 10) смазывают тонким слоем жидкого машинного масла или технического вазелина.

Налаживание и регулировка. Испытывают механизм вначале без магнитной ленты. Надев пассики 11 и 14, включают питание электродвигателя. Если шкив 17 останавливается при легком торможении его пальцем, то к пассику 11 следует добавить еще один такого же сечения.

Добившись нормальной работы механизма, берут отрезок магнитной ленты (желательно того типа, на работу с которым рассчитан магнитофон, используемый впоследствии для записи фонограммы) длиной примерно 166—167 см (уточняют по месту) и склеивают его в кольцо. Затем кольцо надевают на направляющие и обрешиненный ролик. Для этого один из направляющих роликов временно снимают с оси и, вставив его в последнюю петлю ленты, устанавливают на место.

После этого на торцевой поверхности обрешиненного ролика наносят мелом радиальную риску. Включают двигатель, и по часам с секундной стрелкой определяют время, в течение которого ролик сделает 10 полных оборотов. Если это время равно 16 с, то частота вращения ролика (при диаметре 24 мм) соответствует скорости ленты 4,7—4,8 см/с. Если же это время меньше, необходимо снизить напряжение на двигателе, включив в цепь его питания резистор сопротивлением 0,5—2 Ом. Такой резистор можно изготовить из отрезка манганинового, константанового или никелинового провода (в крайнем случае из обычного провода ПЭВ-1 или ПЭВ-2 диаметром 0,1—0,15 мм), намотав его на корпус резистора ВС-0,25 или МЛТ-1. Для увеличения скорости ленты (время 10 полных оборотов значительно больше 16 с) необходимо либо увеличить напряжение питания двигателя, либо заново выточить один из больших шкивов (13 или 17), уменьшив его диаметр.

Может случиться, что при работе механизма магнитная лента вместе с ближайшими к обрешиненному направляющими роликами начнет перемещаться в вертикальном направлении. Этот дефект устраняют следующим способом: нарезают на выступающих концах осей 18 резьбу М3 и, надев на них по одной шайбе 19, навинчивают гайки М3. Длина резьбы должна быть такой, чтобы при навинченных до отказа гайках ролик вращался свободно, без заеданий.

Налаживание усилителя воспроизведения начинают с проверки напряжений на коллекторах и эмиттерах транзисторов. Указанные на

схеме напряжения измерены вольтметром с относительным входным напряжением около 100 кОм/В. Если усилитель собран из исправных деталей и монтаж выполнен правильно, дальнейшее налаживание усилителя сводится в основном к подбору резистора R_9 и настройке контура L_1C_4 (см. рис. 27) на частоту 4 кГц. Резистор подбирают так, чтобы напряжение на эмиттерах транзисторов T_4 и T_5 стало равным примерно половине напряжения источника питания. При этом режим работы транзисторов T_2 и T_3 устанавливается автоматически.

Если в вашем распоряжении есть генератор сигналов НЧ и осциллограф, резистор R_9 можно подобрать более точно. Такая необходимость может возникнуть в том случае, если в выходном каскаде применены транзисторы с разными коэффициентами передачи тока. На вход усилителя (конденсатор C_1 и общий провод) от генератора подают переменное напряжение 0,5—1 мВ частотой 400—1000 Гц, а параллельно обмотке автотрансформатора Tr_1 подключают вход усилителя вертикального отклонения луча осциллографа. Резистор R_9 временно заменяют переменным резистором (сопротивлением 680—750 Ом) и, поворачивая его движок, добиваются, чтобы при увеличении входного сигнала синусоида на экране осциллографа ограничивалась с обеих сторон одновременно. Затем переменный резистор выпаивают, измеряют сопротивление его введенной части и заменяют постоянным резистором такого же (или близкого) номинала.

При налаживании по приборам рекомендуется также подобрать резисторы R_1 и R_{11} . Подбором первого из них добиваются максимального размаха синусоиды на экране осциллографа, а второго — исчезновения характерных искажений формы синусоиды в виде ступенек.

Колебательный контур L_1C_4 настраивают, подав на вход напряжение частотой 4 кГц. Емкость конденсатора C_4 подбирают такой, чтобы на этой частоте усиление сигнала было максимальным. Делают это так. Перестраивая генератор, замечают, на какой частоте размах сигнала на экране осциллографа максимален. Если эта частота больше 4 кГц, емкость конденсатора C_4 необходимо увеличить, а если меньше — уменьшить.

Наладив усилитель, закрепляют его плату на верхней панели и соединяют с головкой $ГВ_1$. Не устанавливая магнитной ленты, включают питание. Если при этом из головки громкоговорителя слышны помехи (в виде треска) от электродвигателя, то их устраняют поворотом его вместе с кронштейном вокруг вертикальной оси. Если и после этого помехи все же прослушиваются, необходимо проверить качество соединения общего провода усилителя, экранов батареи B_2 , электродвигателя и соединяющих их проводов с панелями; проверить, нет ли с

панелями контакта цепей питания двигателя. Надо стремиться к тому, чтобы уровень электрических помех от электродвигателя был намного ниже уровня акустического шума, создаваемого им и лентопротяжным механизмом.

Мелодию записывают на магнитофоне, имеющем скорость 4,76 см/с. Заправив ленту

с записью в лентопротяжный механизм игрушки, проверяют качество звучания. После этого устанавливают на место шкив 9, соединяют его пассиком со шкивом 6. Сверху к шкиву 9 крепят платформу с куклами, навинчивают на выступающий конец оси 29 гайку, а затем основные елки — и новогодний подарок готов.

МАГНИТОФОН-ИГРУШКА

Усилитель, собранный для новогоднего сувенира, можно с успехом использовать в магнитофоне-игрушке, предназначенном для воспроизведения фонограмм, записанных на настоящем магнитофоне. Конечно, качество его работы достаточно лишь для удовлетворительного воспроизведения речевых записей, музыкальные же фонограммы звучат хуже: слышится детонация («плавание») звука. Однако от первой самодельной конструкции магнитофона (а ей он может стать для многих начинающих любителей магнитной записи) вряд ли можно требовать большего. Главное достоинство магнитофона-игрушки — простота конструкции; его вполне может собрать и наладить даже неопытный радиолюбитель.

Магнитофон-игрушка [12] предназначен для воспроизведения двухдорожечных фонограмм, записанных на магнитной ленте любого современного типа (все зависит от того, на работу с какой лентой рассчитан записывающий магнитофон) со скоростью 9,53 см/с. Время непрерывной работы при использовании катушки № 10, вмещающей 150 м ленты толщиной 37 мкм (тип 10, А4402-6Б, А4407-6Б и т. п.), составляет не менее 26 мин. Магнитофон питается от двух батарей 3336Л: одна из них питает усилитель воспроизведения и ведущий электродвигатель, другая — двигатель, приводящий в движение приемный узел.

Принципиальная схема магнитофона показана на рис. 31. Здесь U_1 — усилитель воспроизведения, M_1 — ведущий двигатель, частоту вращения которого можно изменять, регулируя ток через обмотки подстроечным резистором R_M (ППЗ-43 или СПО-2); M_2 — двигатель приемного узла. Оба двигателя типа ДП-12А, широко используемые в электрифицированных игрушках. Головка $ГВ_1$, конденсаторы C_1 и C_7 и двухполюсный выключатель B_1 — те же, что и в новогоднем сувенире. Переменный резистор R_r (СП-1 группы В) — регулятор громкости. Головка громкоговорителя $Гр_1$ — 0,2 ГД-1 или другая, ей подобная, мощностью 0,1–0,25 Вт.

Конструкция и детали лентопротяжного механизма магнитофона-игрушки показаны на рис. 32. При воспроизведении магнитная лента 8 сматывается с подающей катушки 3, огибает

направляющую стойку 9, проходит по рабочей поверхности магнитной головки 20, огибает еще одну направляющую стойку, вал ведущего двигателя 10, третью направляющую стойку, и наматывается на приемную катушку 5. Конструкция подающего и приемного узлов показана на разрезе А—А. Ось подающего узла 1 представляет собой отрезок стального прутка диаметром 4 мм, закрепленный с помощью винта 23 во втулке 24 (эти детали взяты из детского «Конструктора-механика»). Ось 1 вставлена в отверстие в несущей панели 4 и удерживается в ней плотно надетой пластмассовой шайбой-подкатушечником 22 и обмоткой 2 из поливинилхлоридной изоляции. Диаметр обмотки должен быть чуть меньше диаметра отверстия в катушке. Шайбу 22 желательно приклеить как к панели 4, так и к оси 1. Для уменьшения трения в подающем узле на поверхность этой шайбы, обращенную к катушке, желательно наклеить кольцо из тонкого сукна или байки.

Устройство приемного узла еще проще. По сути дела им служит сам электродвигатель 7 (по схеме M_2). Он плотно вставлен в отверстие диаметром 25 мм в несущей панели 4 и приклеен к ней клеем БФ-2. На ось двигателя плотно надета гетинаксовая шайба 25, а затем насадка 6, представляющая собой рулон той же изоляции, намотанной на отрезок поливинилхлоридной трубки подходящего диаметра. Диаметр насадки должен быть таким, чтобы катушка надевалась на нее с небольшим трением.

В движение ленту 8 приводит обрезиненный ролик 11, прижимающий ее к валу ведущего двигателя 10 (в несущей панели 4 он закреплен точно так же, как и двигатель приемного узла). Ролик 11 свободно (но без заметного люфта) вращается на оси 14. Она представляет собой винт $M4 \times 22$ с резьбой на всю длину, закрепленный с помощью гайки 13 на стальной планке 15 с тремя отверстиями (из того же «Конструктора-механика»). Головка винта спилена по высоте до 1 мм. Осевое перемещение ролика 11 ограничивается двумя такими же гайками (одна из них, верхняя по рисунку, служит контргайкой), навинченными на выступающий конец винта. Для уменьшения трения между роликом и гайками на винт надеты стальные

шайбы 12. Планка 15 с прижимным роликом 11 свободно поворачивается на оси — винте 17. Между планкой и панелью 4 на него надета шайба 26, толщина которой равна высоте спиленной головки винта 14. В панели 4 винт

удерживается двумя гайками 13 (одна из них также является контргайкой).

Необходимое усилие прижима ролика 11 к валу ведущего двигателя 10 создается пружиной 16. Одним своим концом она закреплена

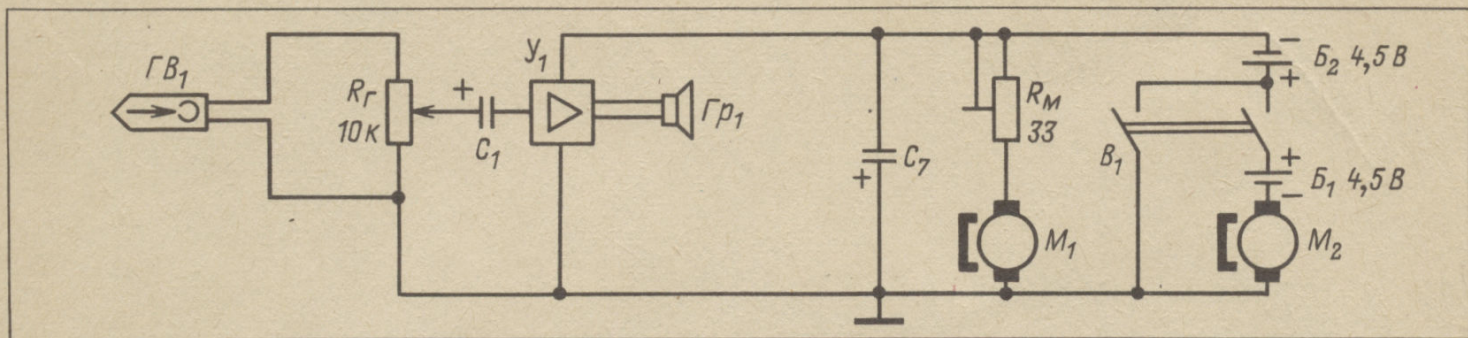


Рис. 31. Принципиальная схема магнитофона-игрушки.

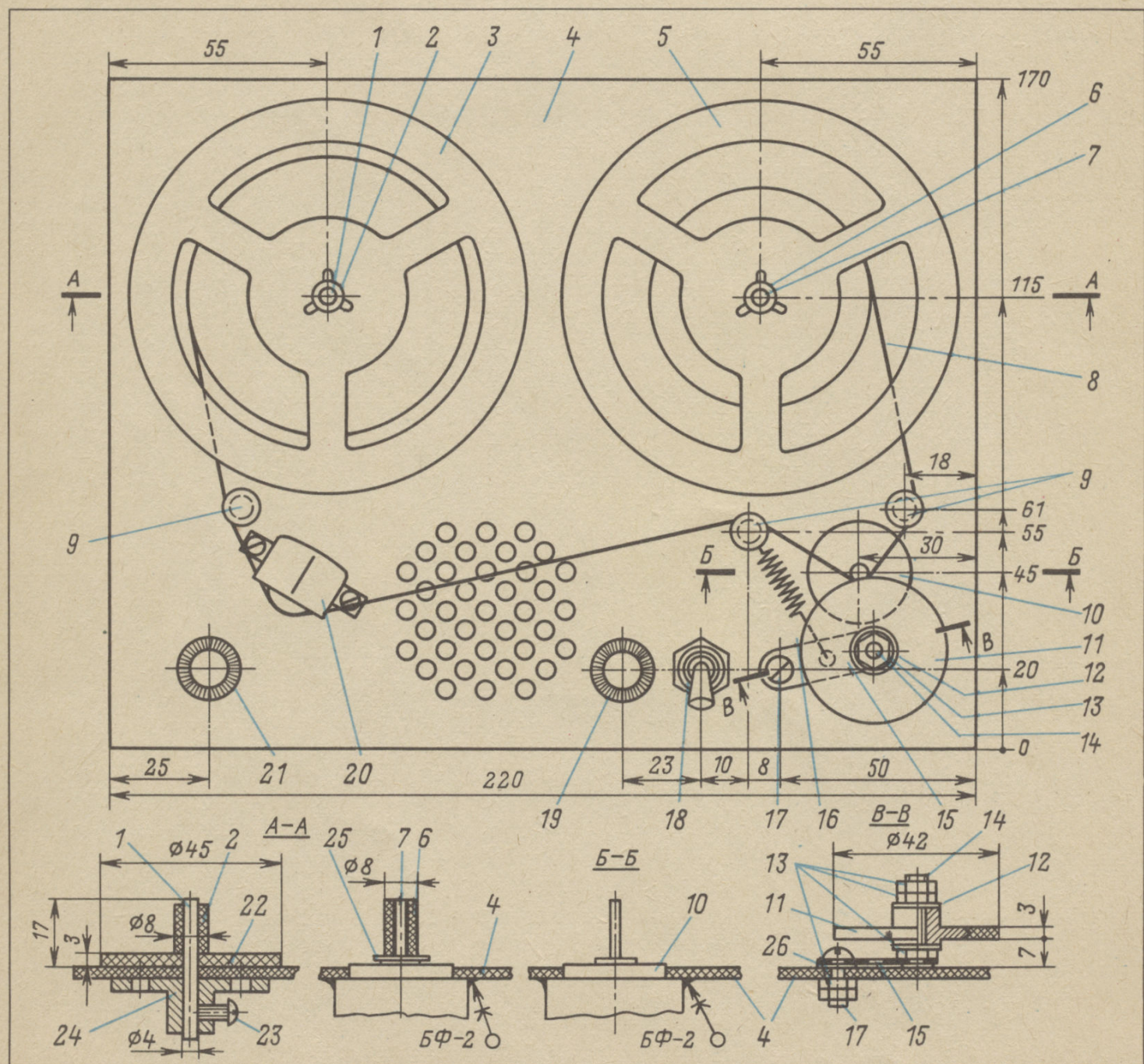


Рис. 32. Устройство лентопротяжного механизма.

на направляющей стойке 9, другим — в отверстии планки 15. В игрушке применены направляющие стойки от магнитофона «Айдас», обрешиненный ролик от электропроигрывателя «Молодежный».

Несущая панель 4 одновременно является и верхней стенкой корпуса магнитофона-игрушки. Как и боковые стенки, она изготовлена из листового декоративного пластика толщиной 1,5 мм. Между собой стенки склеены эпоксидным клеем. Нижняя стенка корпуса — съемная. Она крепится четырьмя винтами, ввинченными в резьбовые отверстия бобышек из органического стекла, приклеенных к боковым стенкам тем же клеем.

Кроме переменных резисторов 21 (R_r), 19 (R_m) и выключателя питания 18 (B_1) на несущей панели (с обратной стороны) закреплены: головка громкоговорителя (напротив ее диффузора просверлены отверстия диаметром 5 мм), выходной автотрансформатор, плата усилителя воспроизведения (ее устанавливают в левом нижнем, по рис. 32, углу панели) и батареи питания (их размещают между подающим и приемным узлами). Для крепления платы усилителя к несущей панели приклеивают две бобышки размером $10 \times 10 \times 6$ мм из органического стекла с резьбовыми отверстиями М3. Батареи 3336Л закрепляют с помощью П-образной скобы, согнутой из листового алюминия толщиной 1 мм (скобу приклеивают к панели 4), и резинового кольца. Головку громкоговорителя и автотрансформатор закрепляют также с помощью клея.

Налаживание магнитофона-игрушки начинают с регулировки лентопротяжного механизма. Для этого на подающий узел надевают катушку с магнитной лентой, на которой предварительно записана какая-либо фонограмма, а

на приемный — катушку без ленты, заправляют ленту, как показано на рис. 32, и включают питание. Регулируя (переменным резистором R_m) напряжение на ведущем электродвигателе, добиваются того, чтобы ролик 11 совершал пять полных оборотов за 7 с. Для удобства отсчета числа оборотов на резиновый обод ролика 11 целесообразно нанести мелом радиальную риску. Зазор между головкой винта 17 и панелью 4 подбирают таким образом, чтобы планка 15 поворачивалась свободно, но без заметного люфта в вертикальном направлении. Натяжение пружины 16 (ее навивают из стальной проволоки диаметром 0,3 мм) регулируют, добиваясь надежного прижима ленты к ведущему валу, но не столь сильного, чтобы заметно тормозить двигатель.

Положение магнитной головки 20 на несущей панели подбирают таким образом, чтобы угол обхвата ее рабочей поверхности лентой в натянутом состоянии делился рисковкой на экране головки точно пополам. Взаимное положение головки и ленты по высоте регулируют подкладыванием шайб либо под направляющие стойки 9, либо под крепежные ушки самой головки. Надо стремиться к тому, чтобы верхняя (относительно панели 4) кромка ленты немного перекрывала рабочий зазор головки.

Отрегулировав лентопротяжный механизм, включают усилитель (поворотом ручки регулятора громкости). Налаживают его по методике, приведенной в описании новогоднего сувенира, с той лишь разницей, что контур L_1C_4 настраивают на более высокую частоту (7–8 кГц). Делают это, как и прежде, подбором конденсатора C_4 (ориентировочно его емкость должна стать меньше в 4 раза).

ИГРУШКА С ИНДУКЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Наибольшей популярностью у детей, как известно, пользуются электрифицированные игрушки: модели автомобилей, танков, планетоходов и т. д. Одна беда: все они, как правило, управляются по проводам, поэтому за такими игрушками надо ходить. А ведь сделать управление беспроводным не так уж сложно. Можно, например, приспособить для этого аппаратуру радиуправления моделями «Сигнал», выпускаемую промышленностью, но гораздо интереснее сделать такую аппаратуру самому. Правда, по действующим законам на постройку и эксплуатацию самодельной аппаратуры радиуправления необходимо получить разрешение. Дело в том, что при неумелом изготовлении и настройке самодельный, даже маломощный

передатчик может стать источником сильных радиопомех для расположенных поблизости радиоприемников, телевизоров. Иначе говоря, браться за постройку аппаратуры радиуправления можно, только накопив достаточный опыт в конструировании такого рода радиоустройств.

Начать можно с изготовления комплекта аппаратуры для так называемого индукционного управления: разрешения на пользование ею не нужно, так как она работает на низкой (около 6 кГц) частоте. В комплект входит передатчик (генератор НЧ) и приемник, смонтированный в пластмассовой модели танка, движущейся внутри проволочного витка диаметром 2,5–3 м, подключенного к передатчику. Приемник можно установить и на любой другой модели, важно

лишь, чтобы ее гусеницы приводились в движение отдельными электродвигателями, а корпус был не металлический (иначе он будет экранировать антенну приемника, и связь с передатчиком будет нарушена). Имеют значение и размеры модели: чем они больше, тем проще наладить аппаратуру управления и тем надежнее она работает.

Описываемая аппаратура [17] рассчитана на одну команду, поэтому управление сводится к коммутации питания одного из двигателей. При выключенном передатчике модель движется вперед. Но вот передатчик включили — и она начинает поворачиваться вправо (или влево, все зависит от того, каким из двигателей управляет приемник). Разворот продолжается до тех пор, пока передатчик не будет выключен, после чего модель снова устремляется вперед.

Принципиальная схема передатчика показана на рис. 33, а. Он представляет собой двухтактный LC генератор на транзисторах T_1 и T_2 . Его колебательный контур, состоящий из катушки L_1 и конденсатора C_3 , настроен на частоту 6 кГц. Петля-антенна $Ан_1$ подключена к нему через согласующую катушку L_2 . При замыкании цепи питания кнопкой $КН_1$ генератор самовозбуждается и внутри петли-антенны возникает магнитное поле, на которое и реагирует приемное устройство, установленное в модели.

Схема приемника показана на рис. 33, б. В целом он представляет собой электронное реле с индуктивным датчиком — магнитной антенной $Ан_1$ на входе. Ее колебательный контур L_1C_1 , как и в передатчике, настроен на частоту 6 кГц. При включении передатчика на контуре возникает переменное напряжение

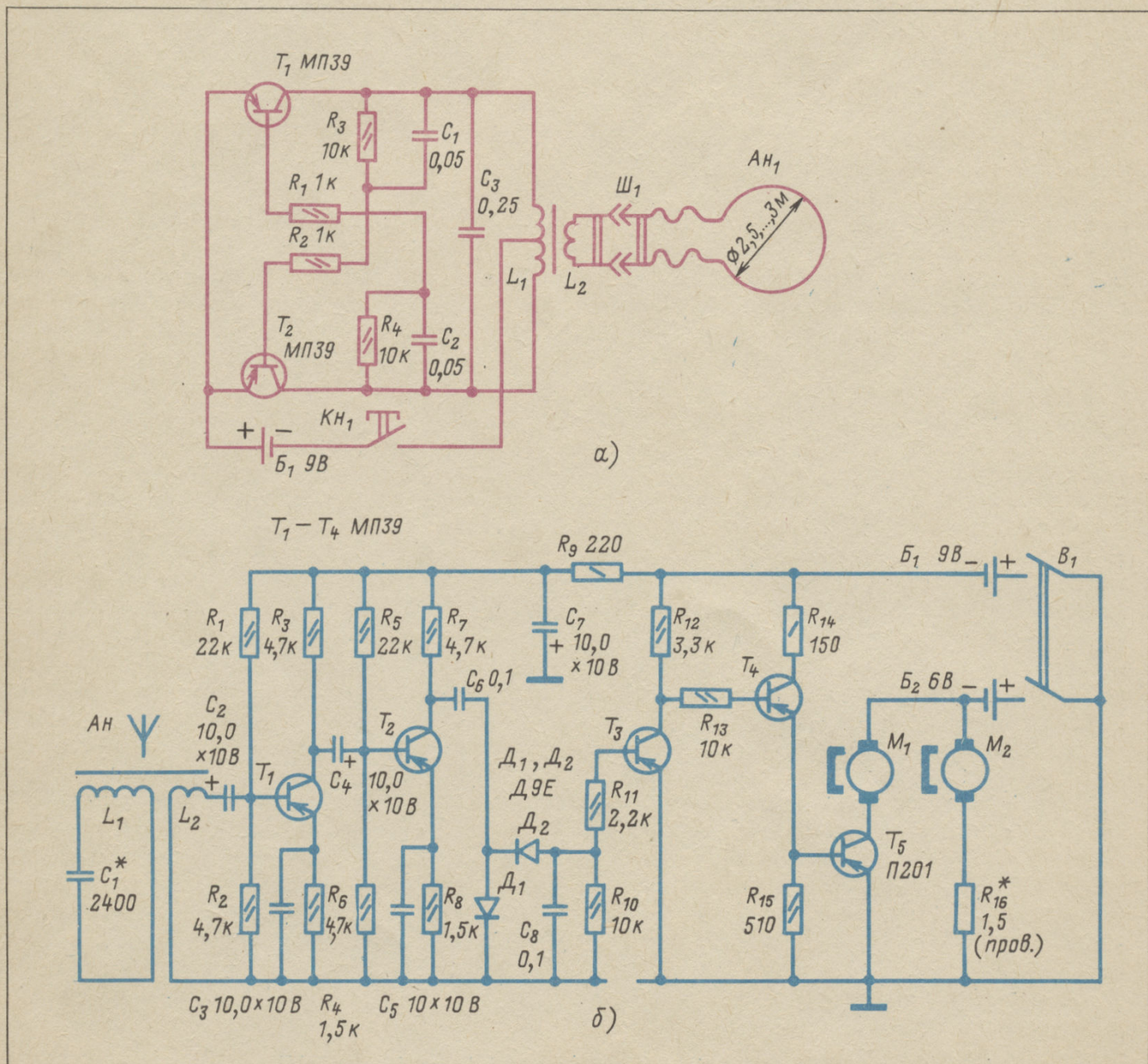


Рис. 33. Принципиальные схемы передатчика (а) и приемника (б) индукционной системы управления.

этой частоты. Через катушку связи L_2 и конденсатор C_2 оно поступает на двухкаскадный усилитель НЧ, выполненный на транзисторах T_1 и T_2 . Оба каскада собраны по одной и той же схеме и каких-либо особенностей не имеют. Усиленный сигнал НЧ подается на выпрямитель, выполненный на диодах D_1, D_2 по схеме удвоения выпрямленного напряжения. Постоянное напряжение отрицательной полярности с нагрузки выпрямителя — резистора R_{10} поступает на базу транзистора T_3 .

До прихода сигнала команды этот транзистор закрыт, так как напряжение смещения на его базе отсутствует. По этой причине напряжение на его коллекторе близко к напряжению источника питания — батареи B_1 , и транзистор T_4 открыт. В таком же состоянии находится и транзистор T_5 , в базовую цепь которого включен участок эмиттер — коллектор транзистора T_4 . Иными словами, до поступления команды цепь питания электродвигателя M_1 , являющегося нагрузкой транзистора T_5 , замкнута, и модель движется вперед (второй двигатель M_2 подключен к батарее B_2 непосредственно).

С возникновением на выходе выпрямителя отрицательного напряжения транзистор T_3 открывается, и напряжение на его коллекторе резко уменьшается: оно становится недостаточным, чтобы поддерживать в открытом состоянии транзистор T_4 , и последний закрывается. В результате закрывается и транзистор T_5 . Его коллекторный ток уменьшается настолько, что двигатель M_1 останавливается. Застывает на месте и гусеница, которую он приводит в движение. Однако другая продолжает работать, поэтому модель, подчиняясь команде, поворачивается в сторону остановившейся гусеницы, а после прекращения сигнала вновь движется вперед.

Развязывающий фильтр R_9C_7 ослабляет взаимосвязь между каскадами до и после выпрямителя через общий источник питания B_1 . Резисторы R_{13} и R_{14} ограничивают соответственно базовый и коллекторный токи транзистора T_4 , защищая его от теплового пробоя. Наконец, резистор R_{16} , включенный последовательно с электродвигателем M_2 , необходим для того, чтобы сделать его частоту вращения несколько меньшей, чем частота вращения двигателя M_1 . Благодаря этому модель движется не прямо, а немного уклоняясь в сторону гусеницы, ведомой двигателем M_2 . Это делает модель более интересной в управлении: ведь даже для прямолинейного движения становится необходимым периодически подавать короткие команды.

Конструкция и детали. В аппаратуре индукционного управления можно использовать низкочастотные транзисторы серии МП39—МП42 с $h_{21Э} = 50 \div 60$. Транзистор T_5 (в приемнике) может быть любым из серии П213—П217, но его $h_{21Э} \geq 30$.

Катушки L_1 и L_2 передатчика намотайте на магнитопроводе $\text{Ш4} \times 8$ (от согласующего или выходного трансформатора транзисторного приемника). Для нормальной работы генератора обе половины катушки L_1 должны быть совершенно одинаковыми. Проще всего это сделать, намотав ее одновременно в два провода (40 витков), а затем соединив начало одного с концом другого (это и будет отвод от средней точки). Для намотки можно использовать провод ПЭВ-1 или ПЭВ-2 диаметром 0,15—0,18 мм. Катушка связи L_2 должна содержать пять витков провода той же марки, но диаметром 0,5—0,7 мм. Ее следует намотать поверх катушки L_1 .

Для катушек L_1 и L_2 приемника изготовьте каркас внутренним диаметром 8,5, внешним — 11 и длиной 20—25 мм (материал — органическое стекло, эбонит или тонкий электротехнический картон, склеенный клеем БФ-2). На каркас плотно наденьте щечки диаметром 20—25 мм из того же материала, оставив между ними расстояние 16 мм. Первой намотайте катушку L_1 (2000 витков провода ПЭВ-1 0,1), затем, обернув ее одним-двумя слоями лакоткани, катушку L_2 (70 витков провода ПЭВ-1 0,25). В качестве сердечника используйте кусок ферритового (400 НН) стержня диаметром 8 и длиной 80 мм.

Остальные детали приемника и передатчика могут быть следующих типов: резисторы — МЛТ-0,125, ВС-0,125 (в приемнике R_9 и R_{14} МЛТ-0,5), резистор R_{16} — проволочный; электролитические конденсаторы К50-6, К50-3, остальные — МБМ, КСО-5 (C_1 в приемнике); выключатель B_1 и кнопка Kn_1 — соответственно микротумблер МТ-1 и микрокнопка КМ1-1 или любые другие, малогабаритные. Для питания передатчика необходимы две батареи 3336Л (их соединяют последовательно), приемника — батарея «Крона» (B_1) и четыре соединенных последовательно элемента 373 (B_2).

Детали передатчика и приемника смонтируйте на гетинаксовых платах толщиной 1,5—2 мм и соедините между собой, как показано на рис. 34, а и б. Плату передатчика вместе с батареями 3336Л и кнопкой разместите в пластмассовой коробке подходящих размеров. На одной из ее стенок установите разъем для подключения петли-антенны.

При монтаже приемника в модели необходимо придерживаться следующего. Сердечник магнитной антенны надо установить вертикально и возможно дальше от двигателей, батарей и соединяющих их проводов. Последние должны быть короткими и свиты попарно. Для уменьшения помех подвижные контакты выключателя питания надо соединить с эмиттером транзистора T_5 отдельными проводами.

Налаживание. Правильно собранный передатчик начинает работать сразу. В этом легко убедиться, подключив к разъему Ш_1 высокоомные телефоны: при нажатии кнопки Kn_1 дол-

жен быть слышен звук частотой 6 кГц (на октаву выше звука «фа-диез» четвертой октавы).

Проверив работу передатчика, к нему подключают многожильный изолированный провод сечением не менее 2 мм² и длиной 8–10 м, согнутый в кольцо диаметром 2,5–3 м. Модель устанавливают внутри него так, чтобы между проводом антенны передатчика и сердечником антенны приемника было расстояние не более 10 см. Правый (по схеме приемника) вывод конденсатора C_4 отпаивают от базы транзистора T_2 и подключают к одному из штепселей телефонов, другой соединяют с общим проводом приемника. Временно отпаивают также провод, соединяющий батарею B_2 с выключателем B_1 . Каркас с катушками L_1 и L_2 надевают на ферритовый сердечник, предварительно вставив в зазор между ними несколько по-

лосок полиэтиленовой пленки. Расстояние от верхнего конца сердечника до ближайшего края каркаса может быть 10–20 мм.

Сделав эти приготовления, включают питание передатчика и приемника. Услышав в телефонах звук (такой же высоты, как и в передатчике), подбирают конденсатор C_1 , добиваясь максимальной громкости. По мере настройки контура магнитной антенны в резонанс с частотой передатчика модель отодвигают в центр кольца его антенны. Добившись максимальной громкости сигнала в центре кольца, телефоны отключают, восстанавливают соединение конденсатора C_4 с базой транзистора T_2 и проверяют работу приемника. При выключенном передатчике напряжение на коллекторе транзистора T_3 должно быть равно 6–7 В, а при подаче команды — близко к нулю.

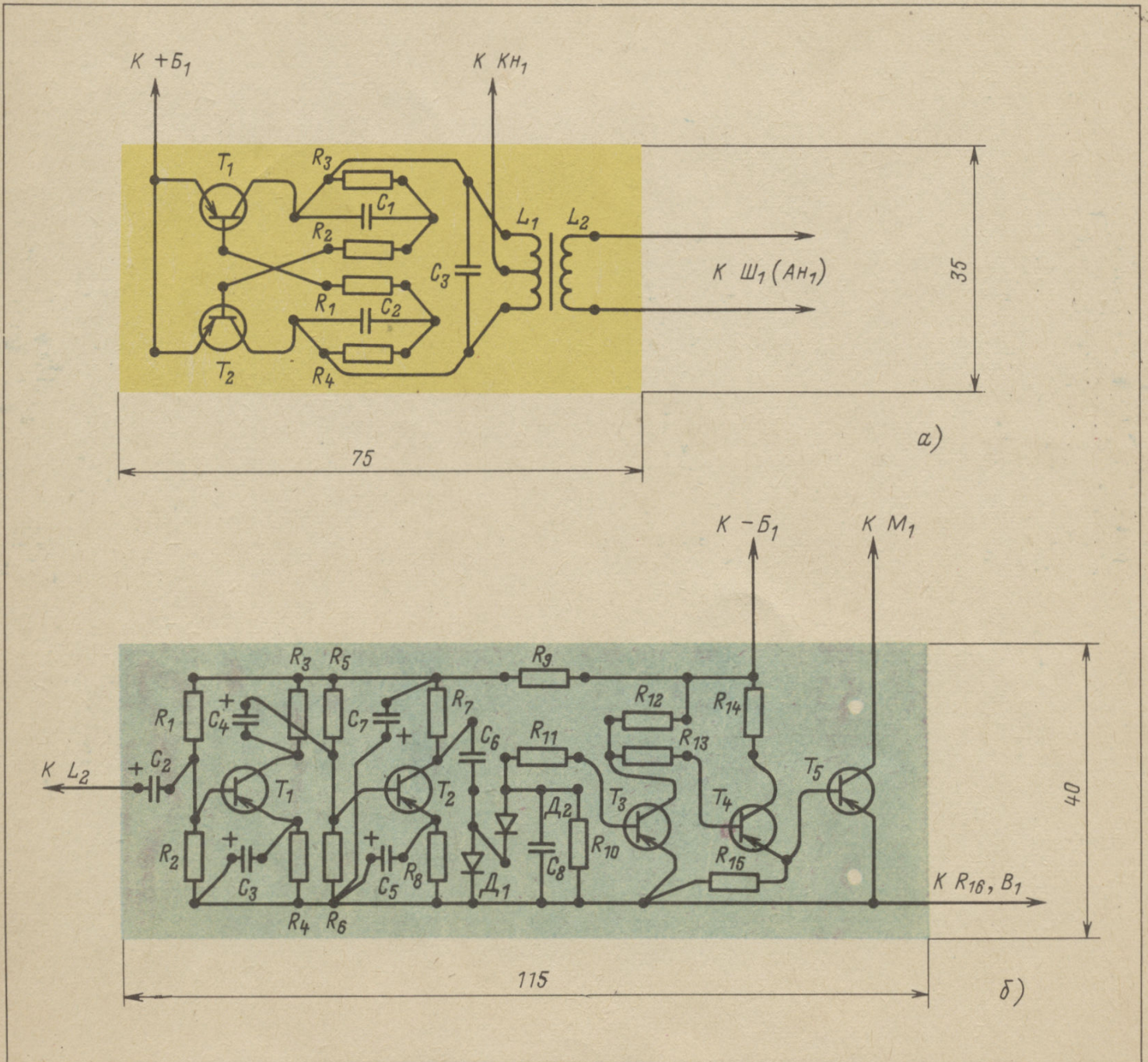


Рис. 34. Схемы соединений передатчика (а) и приемника (б).

Далее восстанавливают соединение между батареей B_2 и выключателем B_1 . Вновь включив питание приемника, проверяют работу последних двух его каскадов: при соединении коллектора транзистора T_5 с его эмиттером частота вращения двигателя не должна заметно изменяться. Если же это не так, транзистор T_5 придется заменить другим, с большим статическим коэффициентом передачи тока.

В последнюю очередь подбирают резистор R_{16} . Резистор можно изготовить из провода с высоким удельным сопротивлением, намотав его на корпус резистора МЛТ-2 или ВС-1. При отсутствии такого провода можно использовать обычный обмоточный (например, ПЭВ-1

или ПЭВ-2) диаметром 0,1–0,15 мм. Длину провода подбирают такой, чтобы при включенном передатчике модель двигалась по окружности диаметром 1,5–2 м.

Может случиться, что из-за неправильного размещения деталей в корпусе модели приемник самовозбудится. Это проявляется в том, что электродвигатель M_1 не работает не только при включенном, но и при выключенном передатчике. Самовозбуждение можно устранить, подключив параллельно контуру L_1C_1 резистор сопротивлением 10–100 кОм. Поскольку это снижает чувствительность, резистор следует выбрать с максимальным сопротивлением, при котором приемник еще работает устойчиво.

МОДЕЛЬ, УПРАВЛЯЕМАЯ ЗВУКОМ

Вы громко произносите команду «Вперед» — и модель скоростного автомобиля, до этого неподвижно стоявшая на полу, устремляется вперед. Вот она уже готова удариться в стену комнаты, но вы командуете «Стоп» — и модель послушно застывает на месте. Громкий хлопок в ладоши — и модель отъезжает назад, но на этот раз вы останавливаете ее резким свистом. Конечно, электронное устройство, смонтированное в корпусе модели, не может различить (можно сделать, лишь значительно усложнив схему) источник команд (голос, хлопок, свисток): оно реагирует на любой громкий звук, тем не менее удивить такой игрушкой можно многих, не знакомых с радиотехникой и автоматикой.

Функциональная схема игрушки [16] показана на рис. 35. Звуковой сигнал воздействует на чувствительный элемент — микрофон M_k . Он преобразует сигнал в импульс напряжения НЧ, который усиливается усилителем НЧ1. Это приводит к срабатыванию реле P_1 , обмотка которого служит нагрузкой усилителя. Контакты реле входят в состав формирующего устройства 2. При каждом срабатывании реле P_1 оно формирует прямоугольный импульс напряжения, который поступает на вход триггера T_{21} . Триггер, как и мультивибратор, состоит из двух каскадов (или плеч). После включения питания один из транзисторов триггера открывается, вызывая тем самым закрытие другого. В таком состоянии устройство находится до тех пор, пока на его вход не будет подан импульс напряжения соответствующей полярности. Последний закрывает открытый до этого транзистор, а закрытый транзистор откроется. При подаче следующего импульса устройство вернется в исходное состояние и т. д.

Таким образом, с приходом импульса из формирующего устройства 2 состояние триггера

T_{21} изменится. Переход триггера из одного состояния в другое сопровождается генерацией прямоугольного импульса, который поступает на вход триггера T_{22} и изменяет его состояние. Поскольку вход второго триггера соединен с

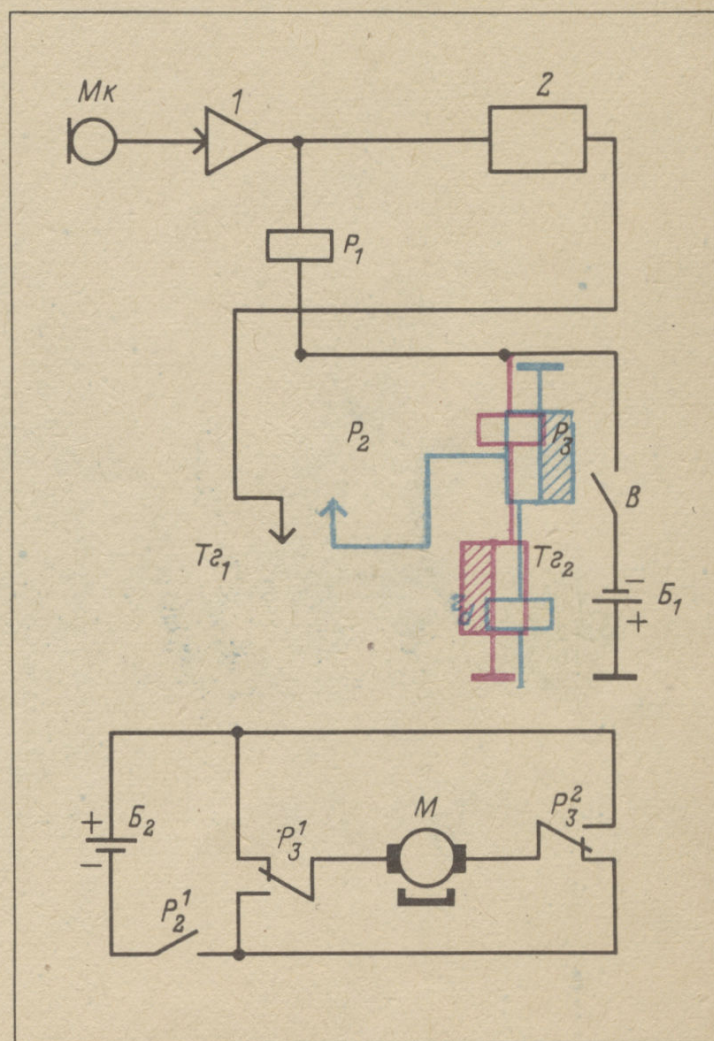


Рис. 35. Функциональная схема автомобиля, управляемого звуком.

одним из плеч первого, то частота срабатывания триггера T_2 оказывается вдвое меньше частоты срабатывания T_1 . Иначе говоря, второй триггер срабатывает через раз.

Допустим, что после включения питания триггеры оказались в состояниях, показанных на рис. 35: левые (по схеме) транзисторы триггеров открыты (на рисунке это показано заштрихованными левыми частями прямоугольников), а правые закрыты (незаштрихованные части прямоугольников). В этом случае контакты реле P_2 разомкнуты и питание на электродвигатель M не подается: модель стоит на месте. Первый звуковой сигнал переключит триггер T_2 в состояние, при котором левый транзистор закрыт, а правый открыт. В результате срабатывает реле P_2 , его контакты замкнут цепь питания электродвигателя M , и модель начнет двигаться вперед. Второй сигнал вернет триггер T_2 в исходное состояние, но это приведет к изменению состояния триггера T_1 . При этом реле P_2 отпустит, его контакты P_2^1 обесточат двигатель, и модель остановится. Одновременно сработает реле P_3 и его контакты займут положение, при котором полярность напряжения на двигателе изменяется на обратную. Поэтому-то при подаче следующего звукового сигнала, когда вновь из-

менится состояние триггера T_1 , сработает реле P_2 и включит питание электродвигателя, модель поедет не вперед, а назад. Четвертый сигнал вернет в исходное состояние оба триггера, и модель вновь остановится. Дальше все повторится сначала.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 36. Здесь транзисторы T_1 и T_2 работают в усилителе НЧ, первый триггер собран на транзисторах T_3, T_4 , второй — на транзисторах T_6, T_7 . Усилители тока на транзисторах T_5 и T_8 необходимы для надежного срабатывания реле P_2 и P_3 .

Сигнал НЧ от микрофона Mk_1 усиливается вначале транзистором T_1 , а затем T_2 , нагрузкой которого является обмотка реле P_1 . Усиленное напряжение с коллектора транзистора T_2 через конденсатор C_4 подается на выпрямитель, собранный на диодах D_1 и D_2 по схеме удвоения напряжения. На выходе этого устройства создается постоянное напряжение отрицательной полярности, которое через резистор R_4 поступает на базу транзистора T_3 и открывает его настолько, что срабатывает реле P_1 .

Контакты этого реле P_1^1 вместе с резистором R_9 и конденсаторами C_6 и C_7 образуют формирователь импульсов 2 (см. рис. 35). В от-

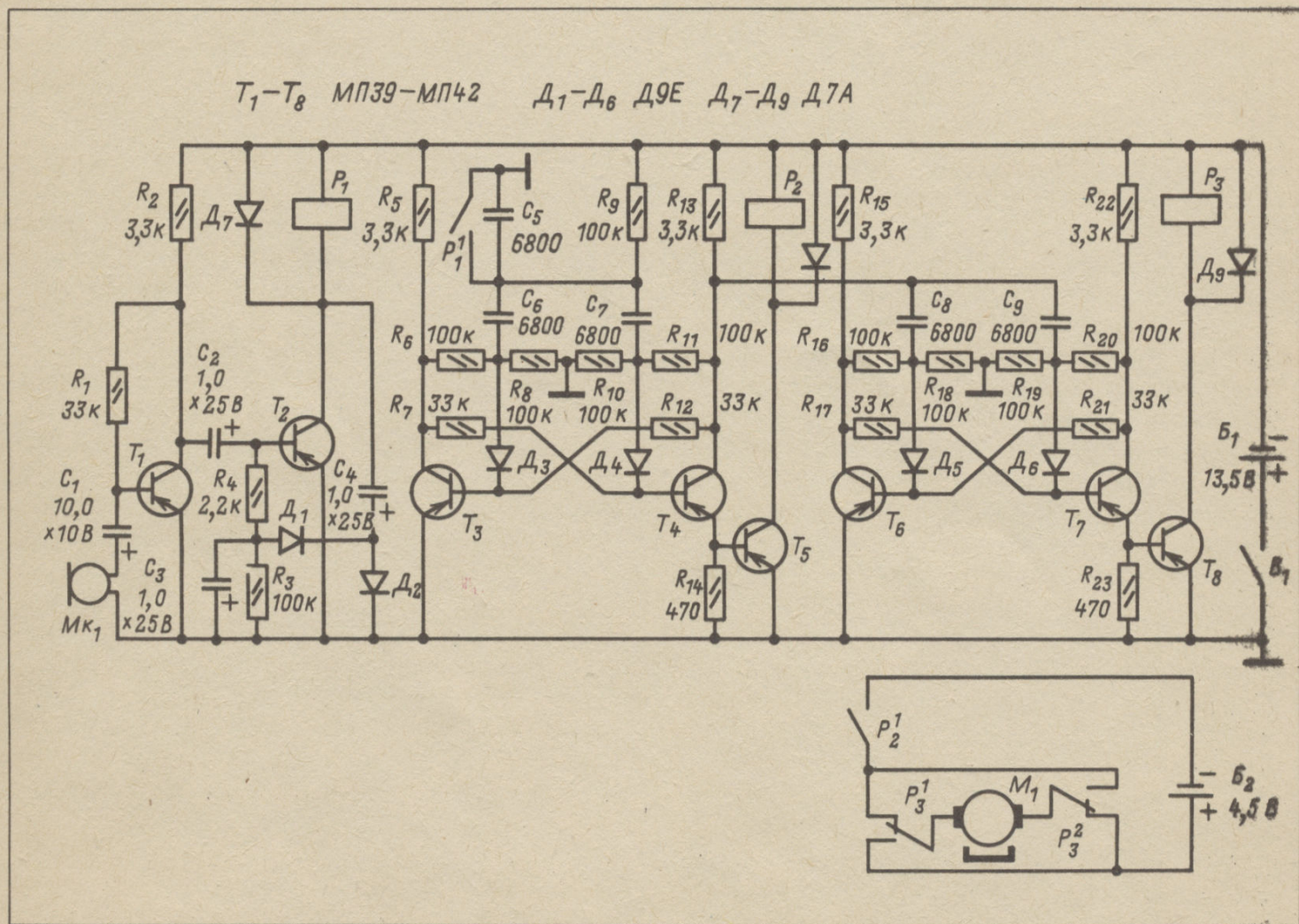


Рис. 36. Принципиальная схема устройства.

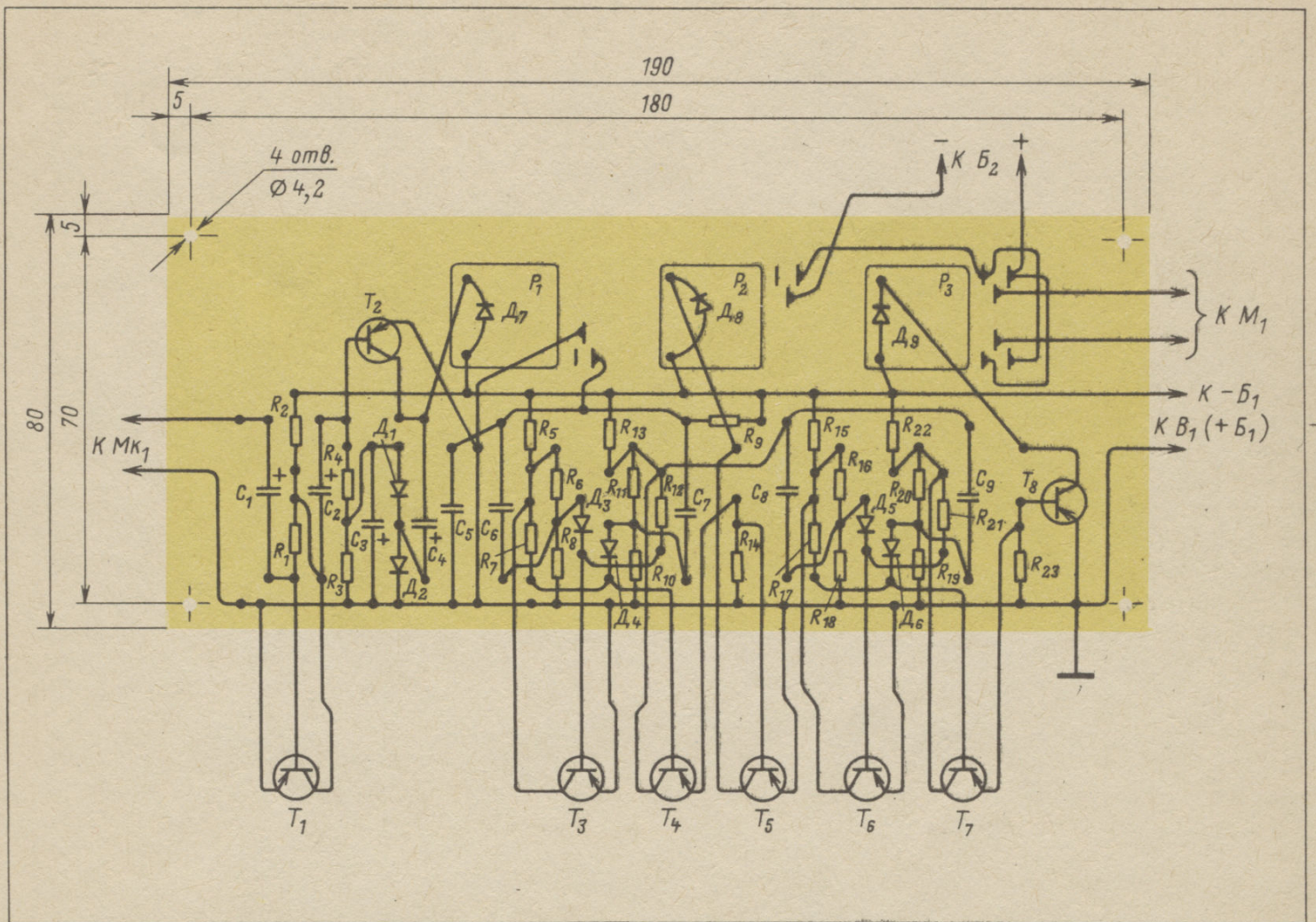


Рис. 37. Схема соединений.

сутствие звукового сигнала, т. е. при разомкнутых контактах P_1 , конденсаторы заряжаются через резисторы $R_8 - R_{10}$, открытый в данный момент транзистор T_3 или T_4 и (в зависимости от этого) через один из резисторов: R_6 или R_{11} . При замыкании контактов P_1 положительное напряжение с конденсаторов C_6, C_7 через диоды D_3 и D_4 подается на базы транзисторов и тот из них, который перед этим был открыт, мгновенно закрывается. Напряжение на его коллекторе скачком увеличивается, а поскольку с ним (через резистор R_7 или R_{12}) соединена база закрытого до этого транзистора, то это в конечном счете приводит к открыванию последнего, и если им является транзистор T_4 , то на резисторе R_{14} возникает падение напряжения, транзистор T_5 быстро открывается и реле P_2 , срабатывая, включает контактами P_2 питание двигателя M_1 .

Как видно из схемы, триггер на транзисторах T_6, T_7 устроен аналогично. Импульс для его запуска формируется точно так же, но роль контактов реле P_1 в данном случае играет транзистор T_4 первого триггера. Реле P_3 срабатывает, когда в открытом состоянии находится транзистор T_7 . Оно, как уже говорилось, изменяет полярность напряжения на двигателе M_1 , в

результате чего изменяется направление движения модели.

Конструкция и детали. В игрушке применен электромагнитный микрофон M_1 слухового аппарата. Вместо него можно использовать капсулю ДЭМ-4м или ТА-56М. Транзисторы могут быть низкочастотными из серии МП39—МП42, важно лишь, чтобы статический коэффициент передачи тока тех из них, которые используются в усилителе НЧ (T_1, T_2), был не менее 50; остальные могут иметь $h_{21Э} \geq 30$. Следует также отобрать по обратному току коллектора (он должен быть не более 5 мкА) транзисторы, которые будут работать в правых плечах триггеров (T_4 и T_7). Диоды $D_1 - D_6$ — серии Д9, а $D_7 - D_9$ серии Д7 с любым буквенным индексом; электромагнитные реле $P_1 - P_3$ — РМУ (паспорт РС4.523.304) или другого типа, но с напряжением срабатывания до 9—10 В при токе не более 20—30 мА. Остальные детали следующих типов: резисторы МЛТ-0,25 (0,5), конденсаторы К50-6 ($C_1 - C_4$) и КМ (остальные). Батарея питания B_2 — 3336Л, B_1 — три батареи 3336Л, соединенные последовательно.

Все детали, кроме микрофона, двигателя, батареи питания и выключателя, смонтируйте в соответствии с рис. 37 на плате из гети-

накса или текстолита толщиной 1,5–2 мм. Конструкция модели может быть любой, лишь бы в ее кузове свободно размещались плата с деталями и батареи питания, а механизм работал достаточно тихо, чтобы не вызывать ложных срабатываний реле. Микрофон Mk_1 закреп-

пите в задней части кузова через амортизатор, которым может служить кусок поролона.

Несмотря на кажущуюся сложность, устройство практически не требует налаживания. Чувствительность его при необходимости регулируют подбором резистора R_1 .

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ВЕЗДЕХОД

Своим «поведением» эта игрушка [1] напоминает разумное существо: встретив препятствие и оценив его расположение (слева, справа, прямо по курсу), она отъезжает назад, выбирает наилучший вариант объезда и только после этого продолжает двигаться дальше. Всеми этими действиями руководит электронное устройство, собранное на восьми транзисторах и представляющее собой комбинацию из четырех одинаковых по схеме реле времени.

Упрощенная схема одного из них показана на рис. 38. Работает оно следующим образом. Сразу после включения питания (замкнуты контакты B_2) начинает заряжаться конденсатор C_1 . В этот момент его зарядный ток, зависящий от сопротивления резистора R_1 , максимален, и база транзистора T_1 оказывается практически соединенной с общим проводом устройства. Другими словами, напряжение смещения на базе транзистора очень мало, и он закрыт. Иначе обстоит дело с транзистором T_2 : на его базу поступает напряжение смещения через соединенные последовательно резисторы R_2 и R_4 , поэтому одновременно с включением питания он открывается и в его коллекторной цепи срабатывает

реле P_1 , замыкая контактами P_1^1 цепь питания нагрузки (ею может быть лампа накаливания, подключенная через эти контакты к осветительной сети). В этом состоянии устройство будет находиться вполне определенное время (отсюда и название — реле времени), которое зависит от емкости конденсатора C_1 и сопротивления резистора R_1 .

Что же происходит в реле времени после включения питания? По мере заряда конденсатора C_1 напряжение на нем увеличивается, и транзистор T_1 начинает открываться. Увеличение коллекторного тока транзистора ведет к увеличению падения напряжения на резисторе R_2 , или, что то же самое, к уменьшению напряжения на коллекторе. В результате уменьшается и напряжение смещения на базе транзистора T_2 , а следовательно, и его коллекторный ток. В конце концов коллекторный ток транзистора T_2 уменьшится настолько, что станет меньше тока отпускания реле P_1 , и оно отпустит, отключив своими контактами P_1^1 нагрузку. Время, прошедшее с момента включения питания (т. е. включения нагрузки) до отпускания реле (выключения нагрузки), называют временем выдержки электронного реле. Нетрудно сообразить, что в исходное состояние это устройство можно перевести не только выключателем B_2 питания, но и замыканием накоротко (выключателем B_1) конденсатора C_1 , тем самым разряжая его.

Время выдержки реле можно регулировать изменением емкости конденсатора C_1 или сопротивления резистора R_1 (при увеличении этих параметров время выдержки растет, и наоборот). Для плавной регулировки резистор R_1 выбирают переменным, а чтобы исключить случайное соединение базы транзистора с источником питания, последовательно с этим резистором включают ограничительный резистор сопротивлением несколько килоом. Для получения выдержки времени в несколько секунд емкость конденсатора должна быть не менее нескольких сотен микрофард.

Прежде чем перейти к объяснению принципа действия игрушки в целом, заметим, что за ее основу следует взять гусеничную модель вездехода, танка и т. д., у которых каждая гусеница приводится в движение своим электродвигателем.

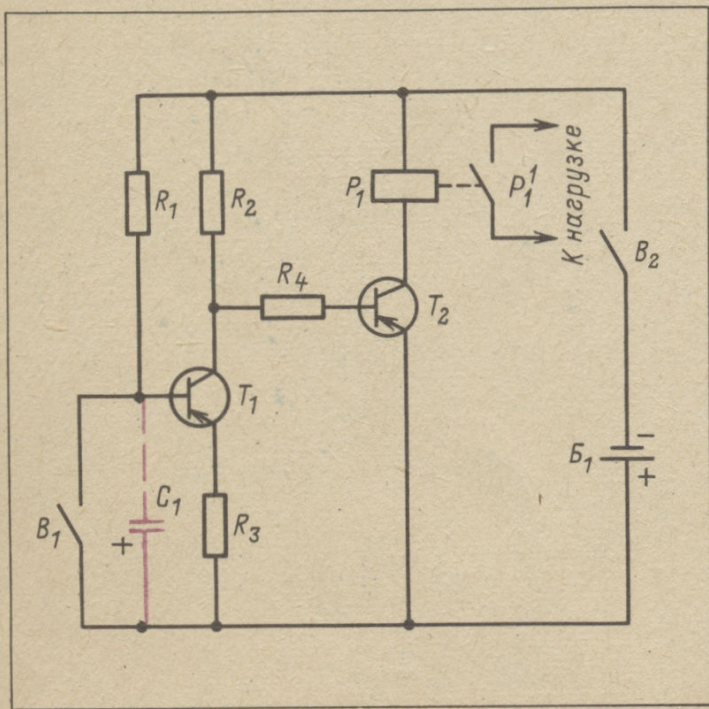


Рис. 38. Принципиальная схема реле времени.

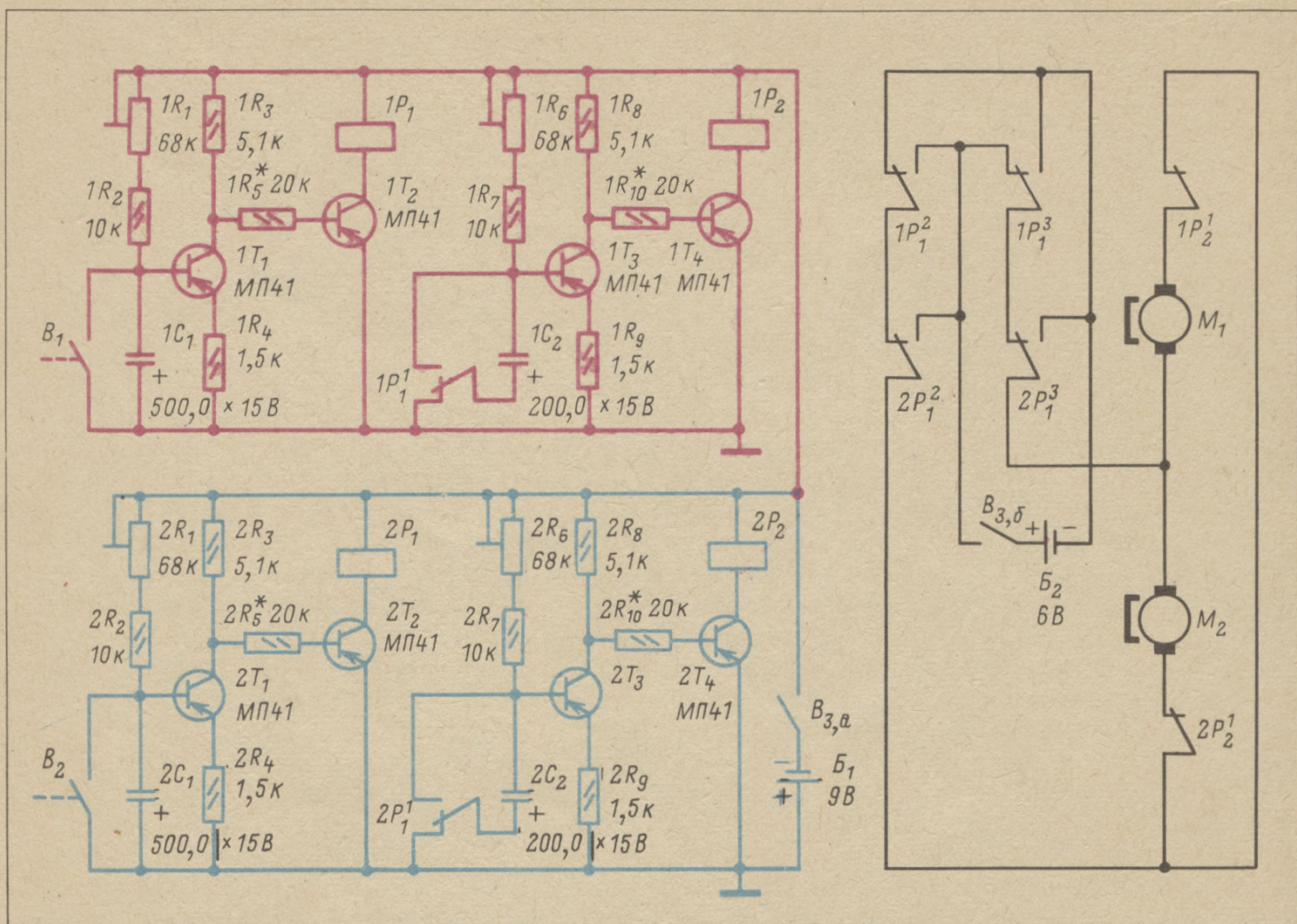


Рис. 39. Принципиальная схема кибернетического вездехода.

Принципиальная схема игрушки показана на рис. 39. Как видно из схемы, знакомые уже электронные реле времени объединены в две группы: одна из них (на транзисторах $1T_1$, $1T_2$ и $1T_3$, $1T_4$) управляет электродвигателем M_1 , приводящим в движение правую гусеницу модели, другая ($2T_1$, $2T_2$ и $2T_3$, $2T_4$) — электродвигателем M_2 левой гусеницы. При этом реле времени на транзисторах $1T_1$, $1T_2$ и $2T_1$, $2T_2$ изменяют полярность напряжения питания двигателей, заставляя модель двигаться назад, а устройства на транзисторах $1T_3$, $1T_4$ и $2T_3$, $2T_4$ отключают питание одного из двигателей, в результате чего модель поворачивается на месте.

Работой электронных реле управляют выключатели B_1 и B_2 . Они установлены в передней части модели таким образом, что если препятствие встретится слева (по ходу движения), то срабатывает первый из них, а если справа — второй. Если же препятствие расположено прямо по курсу модели, сработают оба выключателя.

Рассмотрим для примера, что произойдет, если модель встретит препятствие слева. При соприкосновении с ним замкнутся контакты выключателя B_1 , и база транзистора $1T_1$ окажется соединенной с общим проводом, а конденсатор $1C_1$ — замкнутым накоротко. В результате транзистор закроется, его коллекторный

ток уменьшится практически до нуля (останется только небольшой так называемый начальный ток коллектора), а напряжение на коллекторе резко увеличится). Это приведет к возрастанию базового, а следовательно, и коллекторного тока транзистора T_2 , и реле $1P_1$ сработает. Своими контактами $1P_1^1$ оно отключит от общего провода заряженный конденсатор $1C_2$ и соединит его обкладки друг с другом — конденсатор мгновенно разрядится. Контакты же $1P_1^2$ и $1P_1^3$ изменят полярность напряжения батареи B_2 , и оба двигателя начнут вращаться в обратном направлении, а модель начнет двигаться назад, отъезжая от препятствия. Контакты выключателя B_1 сразу же разомкнутся, и конденсатор $1C_1$ начнет заряжаться. Двигаться назад модель будет до тех пор, пока напряжение на этом конденсаторе не достигнет определенного значения, и реле $1P_1$ не отпустит. В этот момент полярность напряжения на обоих двигателях вновь изменится (контакты $1P_1^2$ и $1P_1^3$ вернуться в положения, показанные на схеме) и, казалось бы, модель должна начать движение вперед. Однако этого не происходит, так как при отпуске реле $1P_1$ в цепь базы транзистора $1T_2$ включается (группой $1P_1^1$) разряженный конденсатор $1C_2$. Это приводит к закрыванию транзистора $1T_3$. Напряжение на его коллекторе

увеличивается и коллекторный ток транзистора $1T_4$ резко возрастает, в результате чего срабатывает реле $1P_2$. А его контакты $1P_2^1$ включены в цепь питания электродвигателя M_1 правой гусеницы, поэтому при срабатывании реле двигатель M_1 выключится и модель начнет поворачиваться вправо. Это будет продолжаться до тех пор, пока не зарядится до определенного напряжения конденсатор $1C_2$ и реле $1P_2$ не отпустит. Когда же это произойдет, контакты $1P_2^1$ замкнут цепь питания двигателя M_1 , и модель продолжит свой путь вперед до встречи со следующим препятствием.

Аналогично работает устройство управления и в том случае, если препятствие окажется справа. При этом замыкаются контакты B_2 и срабатывает реле $2P_1$, а после отъезда от препятствия — реле $2P_2$. В результате отключается двигатель M_2 левой гусеницы, и модель поворачивается влево. После отпускания реле $2P_2$ модель снова движется вперед.

Ну а что произойдет, если встретится препятствие прямо по курсу движения, т. е. одновременно замкнутся контакты выключателей B_1 и B_2 ? В этом случае модель может повернуть (отъехав от препятствия) влево или вправо, или кругом (на 180°) — все зависит от регулировки реле времени при налаживании.

Конструкция и детали. В игрушке применены малогабаритные детали: резисторы МЛТ-0,125 (МЛТ-0,25, ВС-0,125), конденсаторы К50-6, подстроечные резисторы СПЗ-1а или другие примерно таких же размеров, однако при этом, возможно, придется несколько изменить рисунок платы. Реле $1P_1$ и $2P_1$ — РЭС-22 (паспорт РФ4.500.129); $1P_2$ и $2P_2$ — РЭС-15 (паспорт РС4.591.002). Вместо них можно использовать и другие, важно лишь, чтобы они имели требуемое количество контактных групп, а их ток и напряжение срабатывания не превышали соответственно 30 мА и 7–7,5 В.

Транзисторы $1T_1$ – $1T_4$, $2T_1$ – $2T_4$ — любые из серии МП39–МП42 со статическим коэффициентом передачи тока $h_{21Э} \geq 30$. Батарея B_1 — две соединенные последовательно батареи 3336Л, B_2 — четыре элемента 373. Выключатель B_3 — любой двухполюсный тумблер.

Детали игрушки, кроме реле $1P_1$, $2P_1$, выключателей B_1 – B_3 , батарей питания и двигателей, смонтированы на плате (рис. 40), изготовленной из стеклотекстолита (можно гетинакса) толщиной 1,5 мм.

Плату с деталями размещают в передней части модели, а реле $1P_1$, $2P_1$ и источники питания — в любом свободном месте. Выключатель питания B_3 — на задней стенке модели.

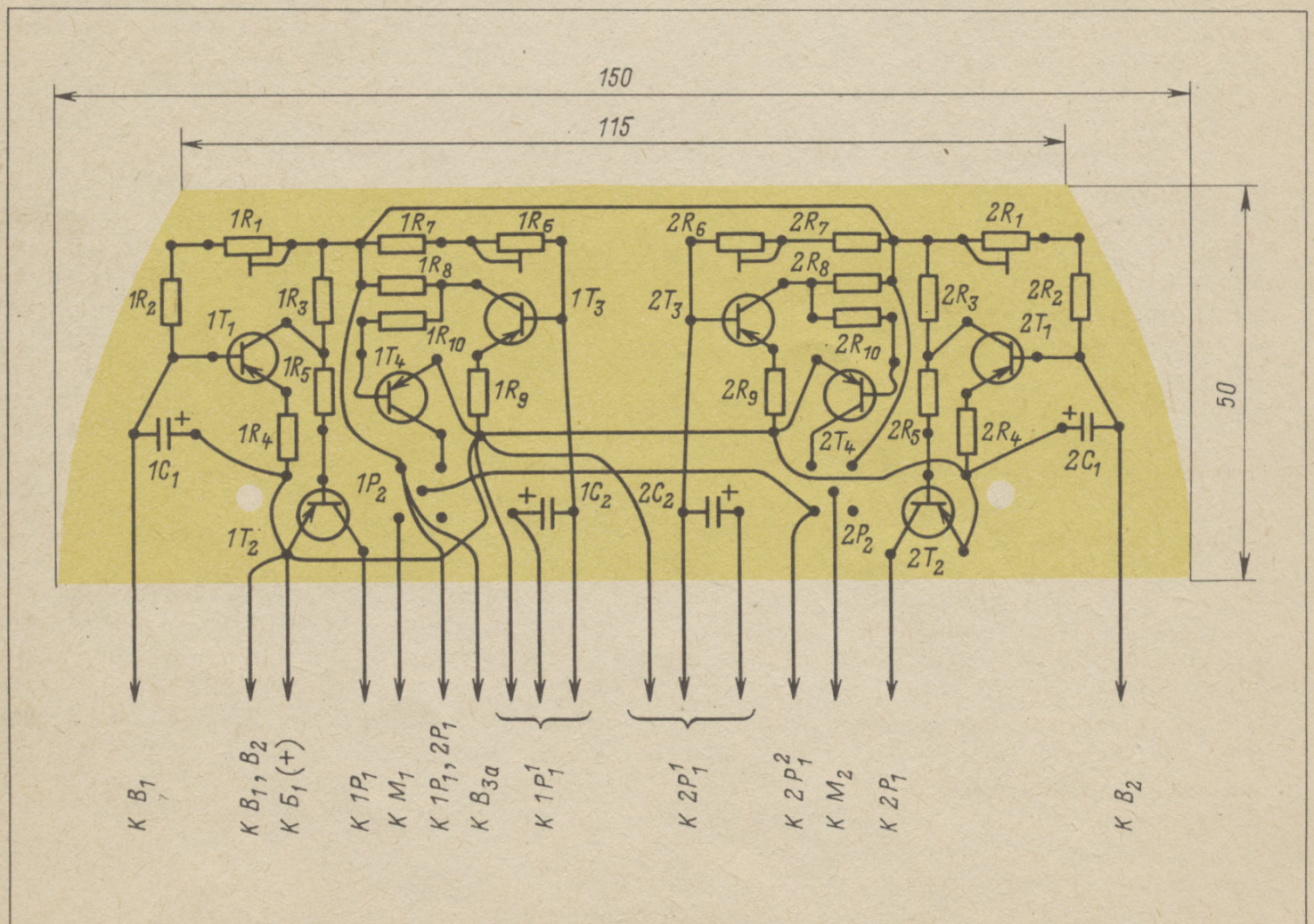


Рис. 40. Схема соединений.

Особое внимание необходимо уделить изготовлению выключателей B_1 и B_2 , так как от них в значительной мере зависит четкость работы игрушки в целом. Устройство выключателей показано на рис. 41. Контактная система состоит из винтов 4 и 7, закрепленных с помощью гаек на передней (пластмассовой) стенке корпуса модели 8 и металлизированной поверхности планки 3 (фольгированный стеклотекстолит, гетинакс или латунь толщиной 0,8–1 мм), к которой припаян провод, соединенный с общим проводом устройства. Под гайки, крепящие винты 4 и 7, подложены монтажные лепестки 2, с припаянными к ним проводами, соединяющими эти контакты выключателей с базами транзисторов $1T_1$ и $2T_1$.

Планка 3 подвижно закреплена на передней стенке с помощью двух винтов 5 и гаек 1. Между планкой и корпусом модели на винты надеты пружины 6 (например, от шариковой авторучки с фиксирующим механизмом), удерживающие планку на некотором расстоянии от головок винтов 4 и 7. При регулировке это расстояние устанавливают (с помощью гаек 1) равным 1,5–2 мм, после чего положение гаек фиксируют нитрокраской. Однако прежде чем это сделать, надо убедиться в нормальной работе выключателей: при легком нажатии на концы планки 3 должно происходить четкое замыкание ее металлизированной поверхности с головкой соответствующего винта (4 или 7). Если планка перемещается туго или заедает, а после нажатия не возвращается в исходное положение, то диаметр отверстий в ней под винты 5 необходимо несколько увеличить сверлом подходящего диаметра.

Налаживание игрушки начинают с подбора резисторов $1R_5$, $1R_{10}$, $2R_5$ и $2R_{10}$. На время налаживания их заменяют переменными резисторами сопротивлением 33–47 кОм. Установив движки всех (в том числе и $1R_1$, $1R_6$, $2R_1$, $2R_6$) резисторов в среднее положение, включают питание и, подождя несколько секунд, проверяют направление движения гусениц. Если спустя 20–30 с одна из них продолжает двигаться назад, значит не отпустило одно из реле $1P_1$ или $2P_1$. Возвращения его в исходное состояние добиваются изменением сопротивления введенной части переменного резистора $1R_5$ или $2R_5$ (в зависимости от того, какая из гусениц не изменила направления движения). Более точно сопротивления этих резисторов подбирают по четкости срабатывания реле $1P_1$ и $2P_1$ при замыкании контактов выключателей B_1 и B_2 .

Может случиться так, что спустя указанное время одна из гусениц (а может быть и обе) остановится. Это значит, что не переключи-

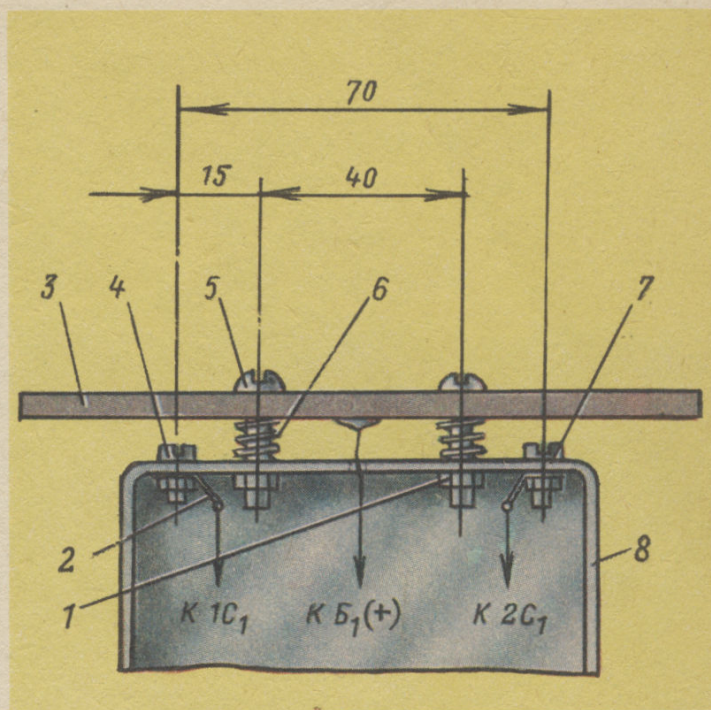


Рис. 41. Конструкция выключателей.

лось в исходное состояние одно из реле $1P_2$ или $2P_2$. Отпускания этих реле добиваются изменением сопротивления введенных частей резистора $1R_{10}$ или $2R_{10}$.

И в этом случае окончательно сопротивление резисторов подбирают по четкости срабатывания реле $1P_2$ и $2P_2$ при соединении баз транзисторов $1T_3$ и $2T_3$ с общим проводом устройства. Закончив эту часть налаживания, измеряют сопротивления введенных частей переменных резисторов и заменяют их постоянными такого же сопротивления.

Следующий этап — регулировка времени выдержки реле. Модель пускают и, нажав на контактную планку слева по ходу движения, замечают время движения модели назад и угол, на который она разворачивается после этого. Изменением сопротивления подстроечного резистора $1R_1$ время выдержки первого реле устанавливают таким, чтобы модель успевала отъехать от препятствия на 20–25 см. Время выдержки второго реле подбирают с помощью подстроечного резистора $1R_6$: оно должно быть достаточным для разворота модели на угол примерно 90° .

В такой же последовательности регулируют реле времени, управляющие движением другой гусеницы. Однако для того чтобы после наезда на препятствие, расположенное прямо по курсу, модель разворачивалась на 180° , необходимо время выдержки реле на транзисторах $2T_1$, $2T_2$ установить равным суммарному времени работы реле $1P_1$ и $1P_2$. Делают это изменением сопротивления подстроечного резистора $2R_1$.

«РАЗБОРЧИВЫЙ» ЗАЯЦ

Этот игрушечный заяц действительно разборчив: если к его рту поднести «морковку», у него восторженно загораются глаза, он радостно верещит и движется навстречу лакомству. Но попробуйте угостить его «стручком перца» — и глаза наполняются страхом: издавая тревожный звук, он попятится назад. Конечно, никаких органов обоняния у игрушечного зайца нет, зато у него есть не менее совершенный, электронный аппарат, безошибочно отличающий «морковку» от «перца» даже в темноте. Все дело в том, что под «морковку» замаскирован кусочек плоского ферритового стержня, а под «перец» — таких же размеров медная, латунная или алюминиевая пластинка. В голове зайца установлен индуктивный датчик, который через электронное устройство и заставляет зайца по-разному реагировать на магнитные и немагнитные материалы.

С принципом действия игрушки [10] познакомимся, воспользовавшись функциональной схемой, показанной на рис. 42. Игрушка состоит из основного генератора 1 с индуктивным датчиком L , буферного усилителя 2, двух усилителей тока (3 и 4), нагруженных на обмотки электромагнитных реле P_1 и P_2 соответственно, двух генераторов НЧ (5 и 6), работающих на общую нагрузку — головку громкоговорителя $Гр$ и лампочки $L_1 - L_4$ («глаза» зайца), и электродвигателя, приводящего в движение тележку, на которой сидит заяц.

Основной генератор 1 вырабатывает электрические колебания частотой около 20 кГц. Его катушка (она же датчик) L намотана на

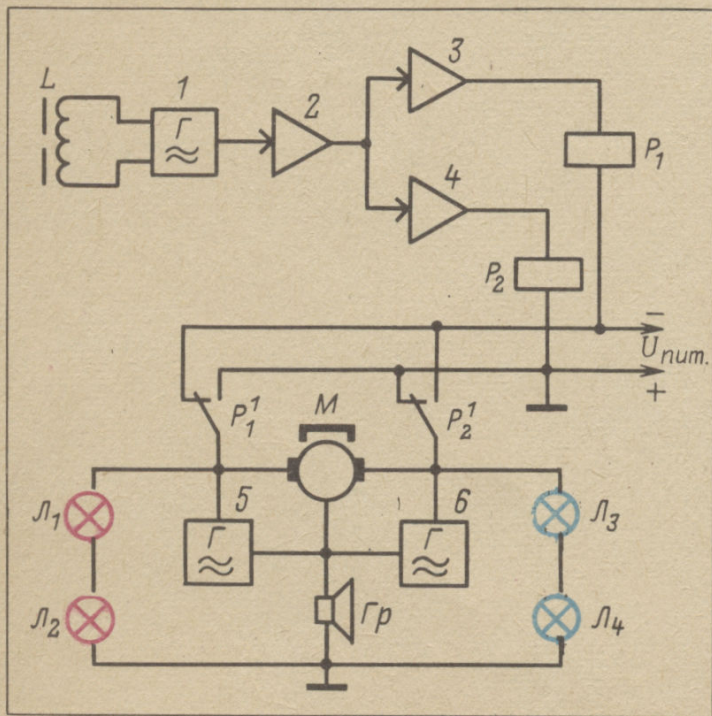


Рис. 42. Функциональная схема игрушки.

кольцевом магнитопроводе с воздушным зазором. В него и вводят «морковку» или «перец». В результате напряжение генерируемых колебаний изменяется: оно становится больше (от «морковки») или пропадает (от «перца»). На изменение напряжения сигнала от генератора, предварительно усиленного буферным каскадом 2, реагирует один из усилителей 3 или 4. Реле P_1 срабатывает сразу после включения питания, поэтому его контакты P_1^1 к моменту «угощения» зайца находятся в правом (по схеме) положении, и питание на двигатель, генераторы 5 и 6 и лампочки $L_1 - L_4$ не подается.

При поднесении «морковки» (феррита) реле P_1 отпускает, его подвижный контакт возвращается в положение, показанное на схеме, и замыкает цепь питания генератора 5, лампочек L_1, L_2 и электродвигателя M . «Глаза» зайца начинают светиться, он издает звук и движется за «морковкой». Если же зайца угостить «перцем» (медная пластинка), то реле P_1 не отпустит и к тому же сработает реле P_2 . Его контакты переключатся в правое (по схеме) положение, и на двигатель будет подано напряжение, соответствующее его реверсу, — заяц откатится назад. Одновременно начнет работать генератор 6 и загорятся лампочки L_3 и L_4 .

Принципиальная схема этой занимательной игрушки показана на рис. 43, а. Здесь на транзисторе T_1 собран основной генератор, транзистор T_2 работает в буферном усилителе, а T_3 и T_4 — в усилителях тока, реагирующих на изменение выходного напряжения основного генератора. Генераторы НЧ 5 и 6 (см. рис. 42) собраны соответственно на транзисторах T_5, T_6 и T_7, T_8 .

Как видно из схемы, усилители тока выполнены на транзисторах разной структуры ($T_3 - p-n-p, T_4 - n-p-n$), в коллекторные цепи которых включены обмотки реле P_1 и P_2 . При включении питания выключателем B_1 начинает работать генератор на транзисторе T_1 , и транзистор T_3 открывается. В результате срабатывает реле P_1 и его контакты P_1^1 переходят в правое (по схеме) положение. Транзистор же T_4 остается почти закрытым, поэтому реле P_2 не срабатывает. Другими словами, после включения питания напряжение на двигатель, генераторы на транзисторах $T_5 - T_8$ и лампочки $L_1 - L_4$ не подается.

Что же произойдет при внесении в зазор магнитопровода катушки L_1 ферритового стержня? Из-за уменьшения магнитного сопротивления зазора добротность контура $L_1 C_1$ возрастет (при этом изменится и частота генерируемых колебаний, но это в данном случае не имеет значения). В результате резко увеличится

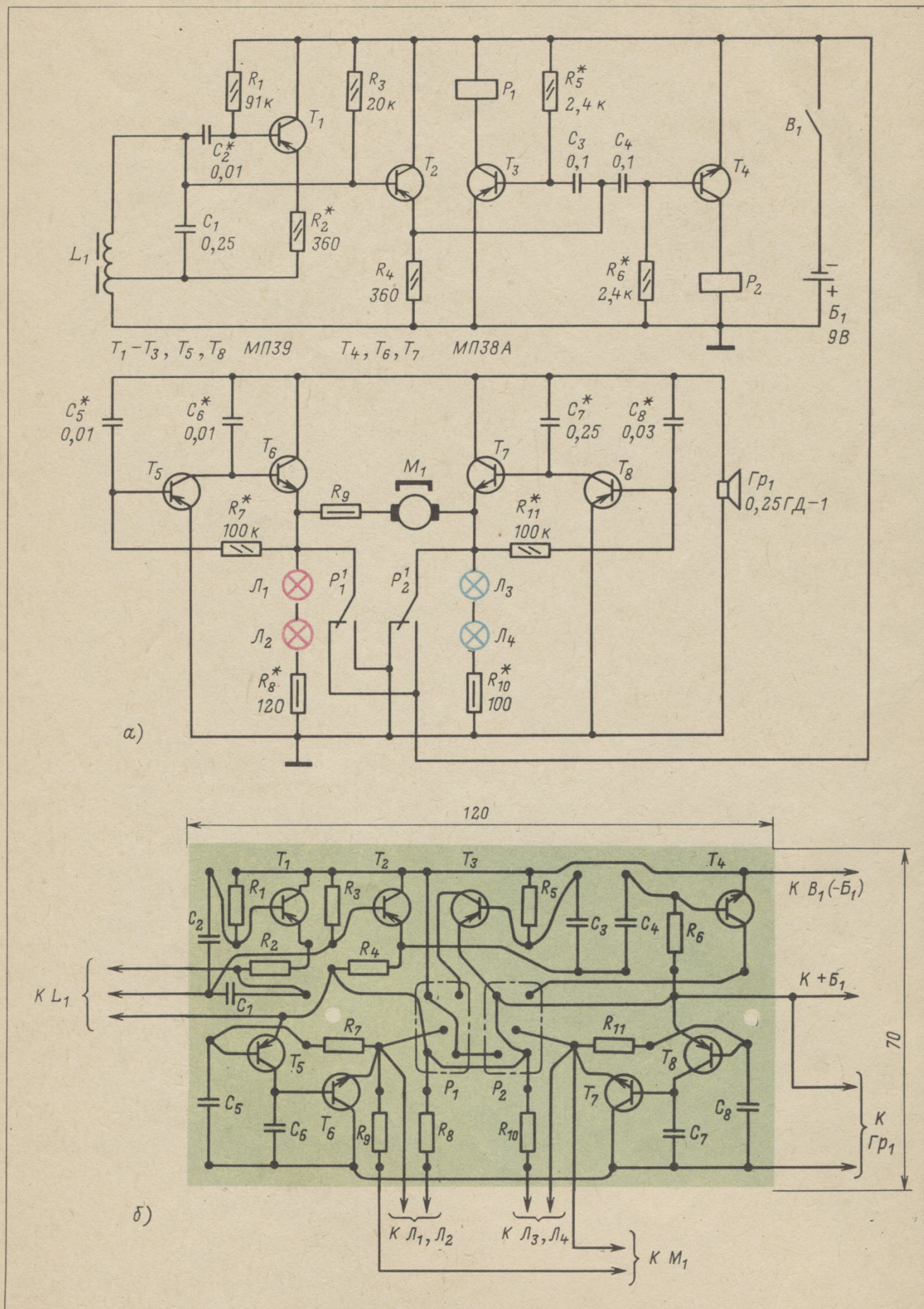


Рис. 43. Принципиальная схема (а) и схема соединений (б) игрушки.

переменное напряжение на контуре, а следовательно, и в точке соединения конденсаторов C_3 и C_4 . Транзистор T_3 закрывается, и реле P_1 отпускает. Его контакты возвращаются в исходное, показанное на схеме, положение, подавая тем самым напряжение питания на двигатель, на генератор НЧ, выполненный на транзисторах T_5 , T_6 , и на лампочки L_1 , L_2 , включенные через балластный резистор R_8 . При удалении ферритового стержня устройство вернется в исходное состояние.

Если же в зазор магнитопровода катушки L_1 ввести медную или латунную пластинку, добротность контура уменьшится, и генерация сорвется. В результате откроется транзистор T_4 , и в дополнение к сработавшему сразу после включения питания реле P_1 сработает реле P_2 . Его контакты переключатся в правое (по схе-

ме) положение и подадут питание на двигатель (но в другой полярности), на генератор НЧ, собранный на транзисторах T_7 , T_8 , и лампочки L_3 , L_4 .

Генераторы НЧ по схеме одинаковы и представляют собой усилители на транзисторах разноструктуры, охваченные глубокой ПОС. Частоты и тембр генерируемых ими сигналов различны, что определяется емкостью конденсаторов $C_5 - C_8$ и сопротивлениями резисторов R_7 и R_{11} . Подбором этих элементов и добиваются нужной громкости и тона звучания.

Конструкция и детали. В игрушке можно применить любые низкочастотные транзисторы соответствующей структуры с $h_{21Э} \geq 30$. Реле P_1 и P_2 — РЭС-10 (паспорт РС4.524.303) или РЭС-15 (паспорт РС4.591.003), лампочки $L_1 - L_4$ — от карманного фонаря (2,5 В; 0,15 А или, что лучше, 2,5 В; 0,065 А). Головка прямого излучения $Гр_1$ — любая малогабаритная, со звуковой катушкой сопротивлением 6–12 Ом или телефонный капсюль ДЭМ-4м.

Магнитопровод катушки L_1 изготовьте так. Возьмите четыре ферритовых (М1000НМ-А) кольца типоразмера К32 × 20 × 6 и склейте их клеем БФ-2 или эпоксидным. Когда клей затвердеет, в магнитопровode пропилите зазор шириной около 6 мм. Делать это удобно на точильном станке, закрепив на его шпинделе тонкий наждачный диск. Обмотка катушки должна содержать 220 (с отводом от 40-го) витков провода ПЭВ-2 0,29–0,41.

Готовую катушку закрепите в голове зайца, как показано на рис. 44. Там же, напротив глаз (отверстий, закрытых прозрачными пластинками из органического стекла), закрепите и лампочки (L_1 и L_3 , L_2 и L_4). Их баллоны необходимо окрасить цветными лаками: красным (L_1 и L_2) и зеленым (L_3 и L_4).

Детали игрушки смонтируйте на плате размером 120 × 70 мм (см. рис. 43, б) из текстолита или гетинакса толщиной 1,5–2 мм. Тележку, на которой сидит фигурка зайца, можно собрать из деталей металлического конструктора или изготовить самому. Для привода тележки в движение используйте электродвигатель ДП-4 или ему подобный. На его валу закрепите небольшой шкив и свяжите его резиновым пассиком подходящего размера со шкивом большего диаметра на ведущей (задней) оси тележки. Батарею питания — две соединенные последовательно батареи 3336Л — установите в нижней части тележки, а плату с деталями и громкоговоритель — в туловище куклы (естественно, после того, как будут сделаны все наладочные работы).

Налаживание игрушки начните с генераторов НЧ, имитирующих голос зайца. На время наладки цепи питания транзисторов $T_1 - T_4$, лампочек $L_1 - L_4$ и электродвигателя разры-

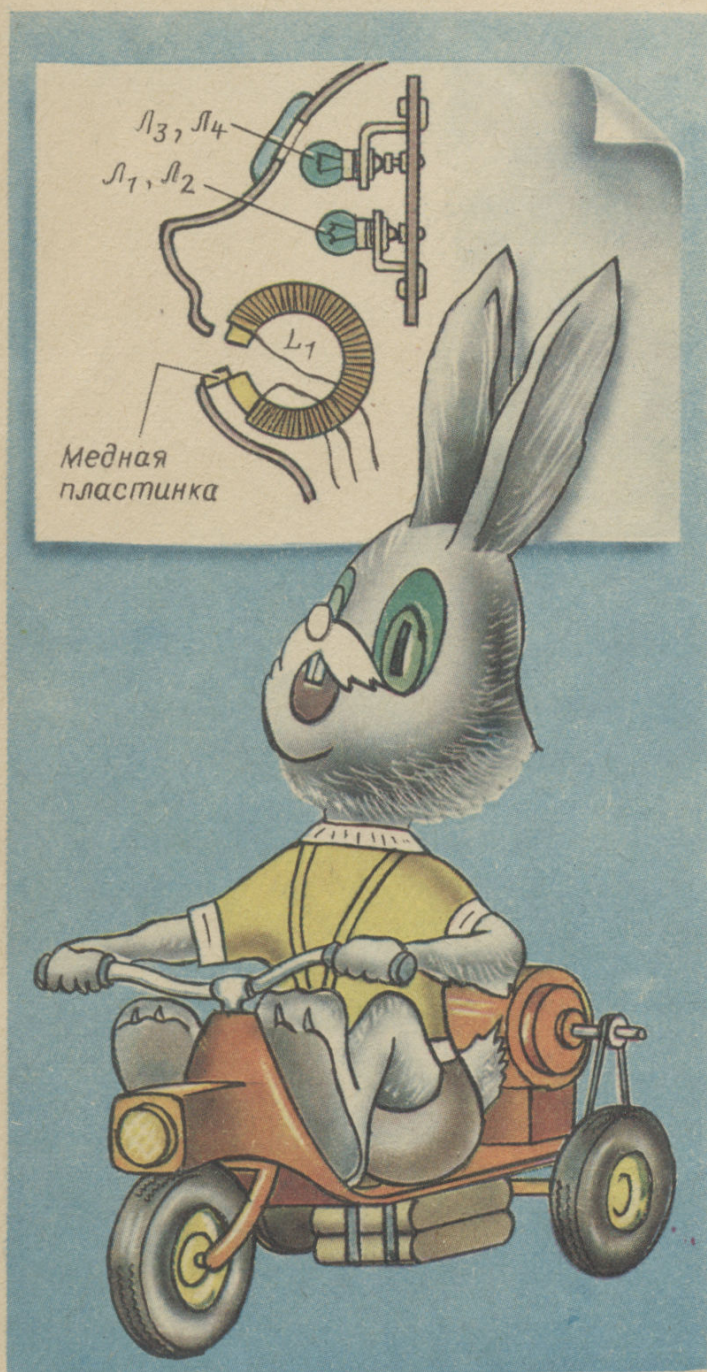


Рис. 44. Внешний вид игрушки и размещение датчика и лампочек в голове зайца.

вают. Подключив к батарее питания генератор на транзисторах T_5 и T_6 , конденсаторы C_5 , C_6 и резистор R_7 подбирают, добиваясь желаемых громкости и тембра звука голоса «довольного» зайца. Затем этот генератор отключают, а питание подают на устройство, собранное на транзисторах T_7 , T_8 . Голоса «испуганного» зайца добиваются подбором резистора R_{11} и конденсаторов C_7 и C_8 .

После этого к источнику питания подключают основной генератор (T_1) и буферный усилитель (T_2). Подбором резистора R_2 в цепи эмиттера транзистора T_1 добиваются того, чтобы напряжение на катушке L_1 стало максимальным. Контролировать его удобно по вольтметру переменного тока, включенному параллельно резистору R_4 — нагрузке буферного усилителя. Затем в зазор магнитопровода вводят медную пластинку и, подбирая конденсатор C_2 , срываю́т генерацию. Добившись этого, на нижний (см. рис. 44) торец магнитопровода приклеивают медную пластинку толщиной 1,5–2 мм с таким расчетом, чтобы она перекрывала примерно половину глубины зазора. С такой встав-

кой переменное напряжение на катушке L_1 (или, что то же самое, на резисторе R_4) должно составлять примерно половину максимального, что и соответствует исходному режиму работы генератора.

Затем к источнику питания подключают усилители тока на транзисторах T_3 и T_4 . Резисторы R_5 и R_6 подбирают так, чтобы реле P_1 четко срабатывало при включении питания и отпускало при введении в зазор магнитопровода катушки ферритовой пластины, а реле P_2 срабатывало при замене ферритовой пластины медной. Наконец, подключают лампочки. Балластные резисторы R_8 и R_{10} подбирают, добиваясь того, чтобы глаза «испуганного» зайца светились ярче, чем «довольного». Оптимальный ток, потребляемый двигателем игрушки, устанавливают подбором резистора R_9 . «Морковку» и «перец» изготовляют из папье-маше или пенопласта и окрашивают в соответствующие цвета. В «морковку» вставляют произвольной формы кусочек плоскостного ферритового стержня, а в «перец» — медную пластину таких же размеров.

ФОТОТИР

Тщательно прицелившись в нос волка, нарисованного на мишени, вы нажимаете на спусковой крючок «пистолета». Точное попадание — и волк начинает сверкать глазами и жалобно выть. Эту интересную игру можно использовать не только как один из аттракционов на школьном вечере, но и как бесшумный тир для тренировки юных снайперов.

Фототир состоит из пистолета, «стреляющего» вспышками сфокусированного линзой света, и мишени, представляющей собой фотоэлектронное устройство со светочувствительным элементом на входе. Основа мишени — фанерный или картонный диск диаметром 240 мм с изображением волка из мультфильма «Ну, погоди!». Сама мишень имеет диаметр 60 мм и размещена на носу волка. Светочувствительный элемент установлен в ее центре. Спустя 5–8 с после точного попадания звуковая и световая сигнализация автоматически выключается и мишень готова к следующему выстрелу.

Принципиальная схема фототира [15] показана на рис. 45,а. Здесь лампочка L_1 , батарея B_1 и кнопка $K_{и1}$ составляют пистолет, устройство на транзисторах T_1 — T_{12} — мишень. Кнопка $K_{ц1}$ (на самом деле — это две кнопки) устроена так, что при выстреле ее левые (по схеме) контакты замыкаются раньше, чем замыкаются правые. В результате лампочка оказывается подключенной к батарее B_1 на время

примерно 1 с при каждом нажатии на спусковой крючок.

Мишень состоит из фотореле на транзисторах T_1 — T_4 (первый из них играет роль светочувствительного элемента), ждущего несимметричного мультивибратора (выполняет функции реле времени) на транзисторах T_6 и T_7 с управляемым делителем напряжения (транзистор T_5 и подстроечный резистор R_3), симметричного мультивибратора на транзисторах T_8 , T_9 , усилителя тока на транзисторе T_{10} , нагрузкой которого служат лампочки L_3 , L_4 , и звукового генератора (сирены) на транзисторах T_{11} и T_{12} и головке Gp_1 .

При малой освещенности сопротивление участка эмиттер — коллектор фототранзистора T_1 очень велико, а так как оно вместе с резистором R_1 образует делитель напряжения, с которого подается смещение на базу транзистора T_2 , то последний закрыт. Закрыты и транзисторы T_3 и T_4 , поскольку в цепь базы первого из них включен закрытый транзистор T_2 , а второго — T_3 .

Но вот луч света лампочки L_1 попал на базу фототранзистора T_1 . Сопротивление его участка эмиттер — коллектор сразу уменьшится и откроется транзистор T_2 , за ним — T_3 и, наконец, транзистор T_4 . Как только это произойдет, лампочка L_5 в его коллекторной цепи ярко вспыхнет и осветит базу фототранзистора T_5 , участок эмиттер — коллектор которого вме-

сте с резистором R_3 образует делитель напряжения. С него снимается напряжение смещения на базу транзистора T_6 ждущего мультивибратора. В результате закрытый до этого транзистор T_6 откроется и реле P_1 , обмотка которого включена в коллекторную цепь транзистора, сработает. Своими контактами P_1 оно замкнет цепь питания симметричного мультивибратора на транзисторах T_8, T_9 с усилителем тока (T_{10}) и сирены на транзисторах T_{11}, T_{12} . Частота колебаний первого из этих устройств около 1 Гц, с такой частотой вспыхивают и лампочки L_3, L_4 («глаза» волка). Частота же сигнала, вырабатываемого сиреной, составляет примерно 1 кГц. При включении лампочек напряжение батареи на мгновение несколько уменьшается. Вместе с зарядом конденсатора C_5 (через резистор R_{15}) это ведет к изменению высоты звука сирены, что и создает имитацию волчьего воя.

При открывании транзистора T_6 конденсатор C_2 , ранее заряжавшийся от источника питания через обмотку реле P_1 , резистор R_4 и эмиттерный переход транзистора T_7 , начинает разряжаться через резисторы R_6, R_4 и участок эмиттер — коллектор транзистора T_6 . Разрядный ток поддерживает транзистор T_7 в закрытом состоянии, поэтому, когда конденсатор

разрядится (это происходит спустя 6–8 с), он быстро открывается, а транзистор T_6 закрывается. В результате реле P_1 отпускает и тем самым разрывает цепь питания транзисторов $T_8 - T_{12}$. При следующей вспышке лампочки L_1 весь процесс повторяется снова.

Конструкция и детали. В фототире можно применить транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока $h_{21Э} = 40 \div 60$, причем в фотореле и ждущем мультивибраторе вместо транзисторов ГТ308Б с успехом можно использовать транзисторы серии МП39 – МП42, отобрав экземпляры с обратным током коллектора не более 4–6 мкА. Фототранзисторы ФТ-1к при необходимости можно заменить самодельными (см. с. 62) или фотодиодами ФД-1, ФД-3А (их включают в обратном направлении), однако при этом расстояние, с которого можно уверенно поразить мишень, уменьшится с 5–7 до 2–3 м.

Остальные детали мишени следующих типов: головка $Гр_1$ — телефонный капсюль ДЭМ-4м (вместо него можно использовать динамическую головку с выходным трансформатором от любого транзисторного приемника), реле P_1 — РЭС-15 (паспорт РС4.591.002), лампочки $L_1 - L_3$ — на рабочее напряжение 2,5 В, но первая из них на ток 0,6 А, а две другие —

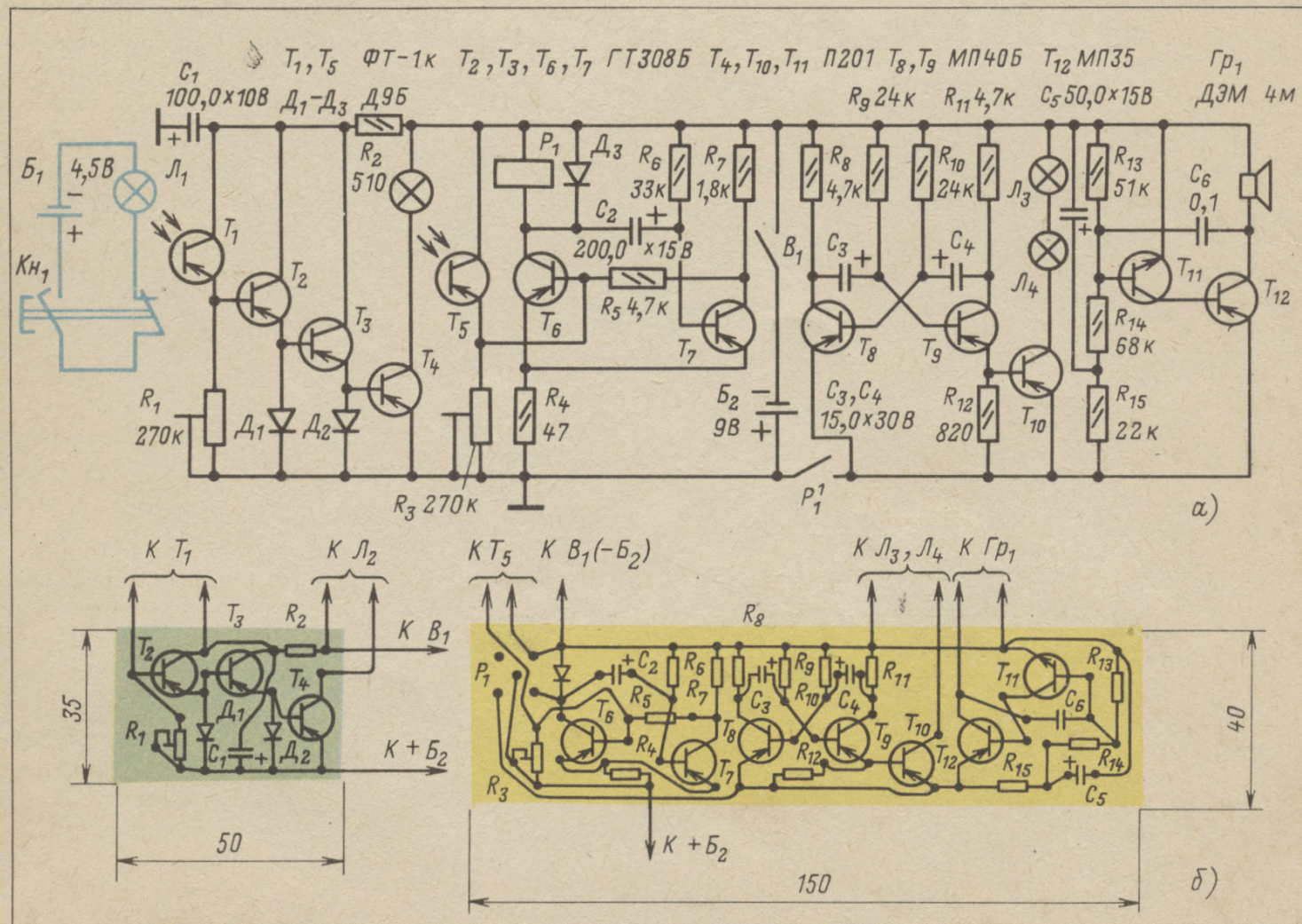


Рис. 45. Принципиальная схема фототира (а) и схема соединений мишени (б).

проволоки диаметром 0,5–0,6 мм: диаметр пружины должен быть таким, чтобы она свободно надевалась на стержень затвора, расстояние между витками 3–4 мм, длина 30 мм. Направляющие б лучше всего изготовить из фторопласта, но можно использовать и полиэтилен. В каждой из них с одной стороны сделайте пропилы, просверлите отверстия диаметром 1,5 мм. Затем в верхних частях направляющих отверстия рассверлите до диаметра 2,2 мм, а в нижних — нарежьте резьбу М2. Ввинтите винты 5 (М2 × 10) и с их помощью отрегулируйте сжатие затвора так, чтобы время горения лампочки составляло около 1 с. При этом получается яркая вспышка света, которая вызывает четкое срабатывание фотореле.

Линзу 15, фокусирующую луч света, закрепите двумя пружинящими (бронза, латунь) держателями 13. Она должна иметь фокусное расстояние 40–50 мм. Примерно на таком расстоянии от нее и необходимо находиться нити лампочки 12 в стволе пистолета (ее укрепляют в пластмассовой перегородке 11). Правильность установки лампочки проверяют в затемненном помещении: перемещая ее, нужно добиться того, чтобы на расстоянии 5 м на стене четко просматривалась раскаленная нить. Мушку пистолета 14 изготовьте из винта М2, спилив его головку; прицелом 4 может служить цилиндрическая головка винта М4 × 10, в которой трехгранным напильником пропилен шлиц на глубину 2 мм. На крышке ствола 25 его закрепите с помощью гайки М4.

Налаживание электронной части мишени начинают с регулировки фотореле. Движки подстроечных резисторов R_1 и R_3 устанавливают в среднее положение, соединяют лампочку пистолета непосредственно с батареей и наводят световой луч на фототранзистор T_1 с расстояния 1 м. Сопротивление резистора R_1 устанавливают таким, чтобы зажглась лампочка L_2 . Затем увеличивают расстояние до 5–7 м и, изменяя сопротивление этого же резистора, вновь добиваются четкого срабатывания фотореле (зажигания лампочки). В найденном положении ось подстроечного резистора фиксируют нитрокраской.

Четкого срабатывания реле P_1 добиваются изменением сопротивления резистора R_3 при освещении фототранзистора T_5 светом лампочки L_2 . Это удобно делать, включив последовательно с обмоткой реле миллиамперметр со шкалой на 100 мА. В момент освещения фототранзистора T_5 коллекторный ток транзистора T_6 должен скачком увеличиваться до 30–40 мА. Остальная часть устройства в налаживании не нуждается.

И вот еще о чем следует помнить. Наилучшие результаты при «стрельбе» в описанном типе получаются в том случае, если осевые линии пистолета и мишени совпадают. В этом случае сфокусированный луч света поражает мишень с наибольшего расстояния. Устанавливая мишень, надо избегать попадания на фототранзистор прямых лучей внешнего освещения, и особенно солнечных.

«КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ»

Луч карманного фонарика выхватывает из темноты висящую под потолком комнаты модель космического корабля — и происходит «чудо»: в кабине космонавта начинают мигать лампочки, слышатся сигналы «бип-бип», а затем в комнате звучит передача радиостанции «Маяк». Еще одна вспышка света — и корабль умолкает до следующего сеанса световой связи.

Как вы уже, наверное, догадались, на борту модели космического корабля установлены радиовещательный приемник, настроенный на радиостанцию «Маяк», и блок автоматики, состоящий из нескольких электронных устройств [19]. Одно из них — фотореле. Срабатывая при освещении его датчика лучом фонарика, фотореле включает питание другого устройства — реле времени. На короткое время (4–5 с) оно подает питание на электронный переключатель, замыкающий примерно раз в секунду цепи питания миниатюрных лампочек накаливания и усилителя НЧ приемника. Одновременно реле

времени замыкает цепь ПОС, охватывающей усилитель, и он превращается в генератор сигналов НЧ. Таким образом, все время, пока длится время выдержки реле времени, из громкоговорителя слышны прерывистые звуковые сигналы, дублируемые вспышками лампочек накаливания.

Через 4–5 с реле времени разрывает цепь обратной связи, охватывающей усилитель НЧ, подключает его вход к детекторному каскаду приемника, подает питание на каскады усиления ВЧ, а электронный переключатель отключает. Приемник начинает работать. Так продолжается до тех пор, пока не будет освещен датчик еще одного фотореле. Когда это произойдет, фотореле сработает, и все электронное оборудование корабля перейдет в режим ожидания.

Устройства автоматики и радиоприемник питаются от батареи напряжением 9 В, составленной из двух последовательно соединенных батарей 3336Л. Потребляемый от них ток —

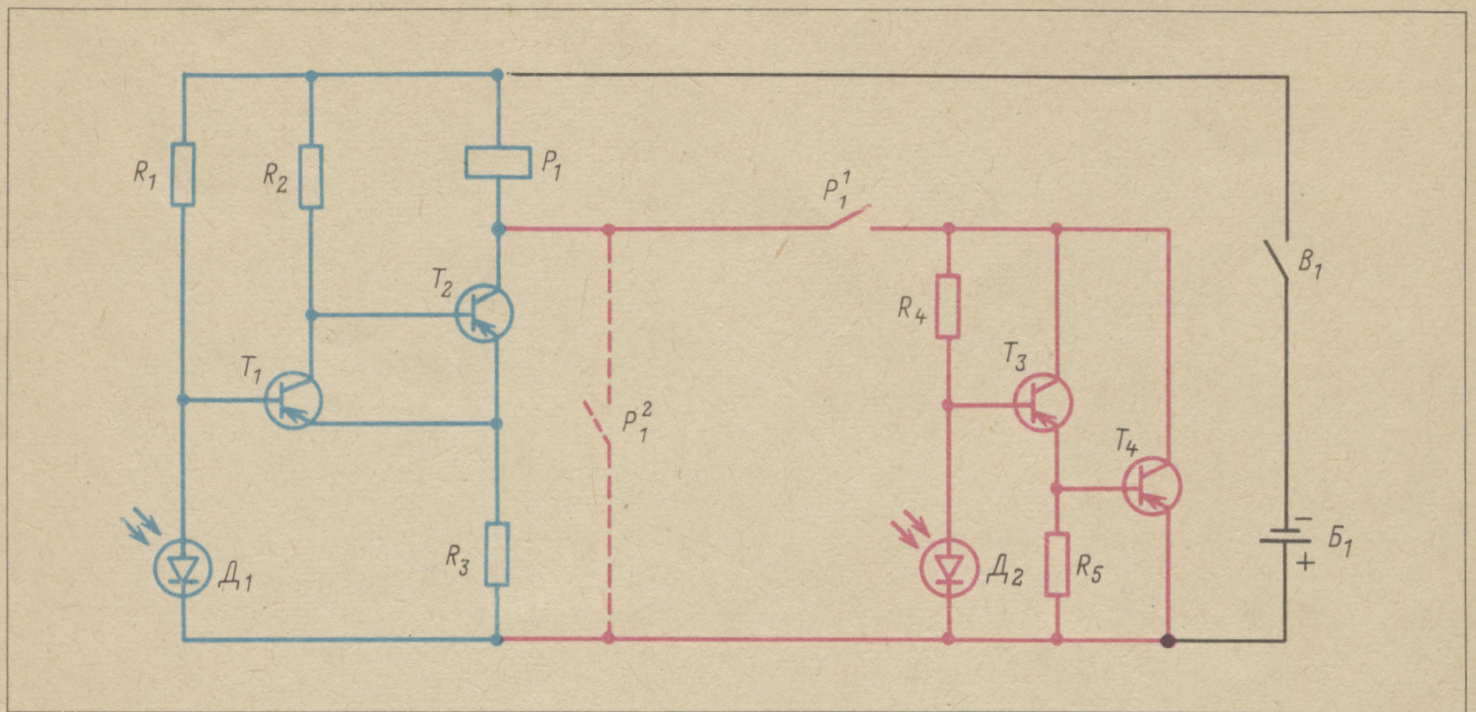


Рис. 47. Принципиальные схемы фотореле.

около 2 мА в режиме молчания и до 35—40 мА при работе приемника. Чувствительность приемника около 10 мВ/м, выходная мощность его усилителя НЧ — 100 мВт.

Принципиальная схема обоих фотореле приведена на рис. 47. Первое из них — то, которое включает в работу все остальные электронные устройства игрушки, — собрано на транзисторах T_1 и T_2 . Датчик этого фотореле (фотодиод D_1) вместе с резистором R_1 образует делитель, с которого подается напряжение смещения на базу транзистора T_1 . В исходном состоянии (слабое освещение) обратное сопротивление фотодиода D_1 велико, поэтому транзистор T_1 открыт до насыщения, и напряжение на его коллекторе (по отношению к эмиттеру) очень мало. А это значит, что мало напряжение и на эмиттерном переходе транзистора T_2 , поэтому последний в исходном состоянии закрыт, и через обмотку реле P_1 в его коллекторной цепи течет лишь небольшой обратный ток коллектора.

Но вот фотодиод осветили. При этом его обратное сопротивление значительно снижается. В результате отрицательное напряжение смещения на базе транзистора T_1 резко уменьшается и он закрывается. Связанное с этим увеличение напряжения на его коллекторе, а следовательно, и на базе транзистора T_2 приводит к открыванию последнего и срабатыванию электромагнитного реле P_1 , контакты которого (на схеме они не показаны) используют для включения нагрузки (например, радиоприемника).

Если не принять специальных мер, описываемое фотореле вернется в исходное состояние (реле P_1 отпустит) сразу после того, как

будет выключено освещение фотодиода D_1 . Чтобы этого не случилось, реле надо блокировать, т. е. создать условия, при которых и после закрывания транзистора T_2 через обмотку реле будет протекать ток, удерживающий его якорь в притянутом положении. Для этой цели можно было бы использовать одну группу контактов реле, например группу P_1^2 , включив ее, как показано на рис. 47. При срабатывании реле она соединила бы нижний (по рисунку) вывод обмотки с плюсовым выводом батареи питания, и реле осталось бы включенным после закрывания транзистора T_2 . Но в этом случае, чтобы выключить реле, потребовалось бы разорвать цепь питания его обмотки выключателем B_1 , а это неудобно.

Можно поступить и иначе: соединять через те же контакты обмотку реле с плюсовым выводом не непосредственно, а еще через одно фотореле. Тогда, осветив его датчик лучом фонарика, можно отключить электромагнитное реле P_1 , не пользуясь выключателем питания. Именно так и сделано в описываемой игрушке. Второе, отключающее фотореле собрано на так называемом составном транзисторе T_3T_4 . Составляющие его транзисторы T_3 и T_4 включены так, что образуют один транзистор: вывод его базы — база транзистора T_3 , эмиттера — эмиттер транзистора T_4 , а коллектор — общий. Достоинство составного транзистора — большой коэффициент передачи тока: он равен произведению коэффициентов передачи тока входящих в него транзисторов. Резистор R_5 уменьшает результирующий коэффициент передачи тока, но зато повышает стабильность при изменении температуры. Датчик второго фотореле — фотодиод D_2 , как и в реле на транзисто-

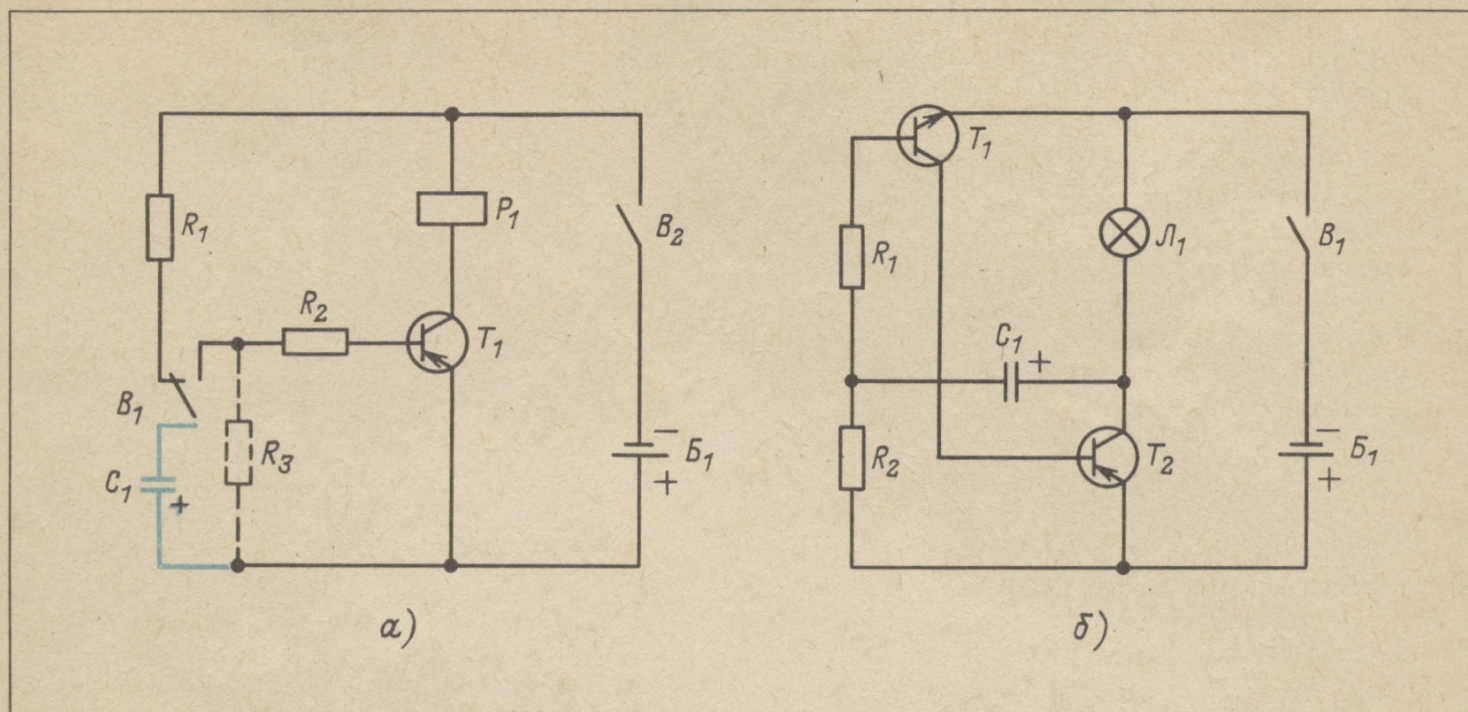


Рис. 48. Принципиальные схемы реле времени (а) и электронного переключателя (б).

рах T_1 , T_2 , включен в нижнее плечо делителя напряжения $R_4 D_2$, с которого снимается напряжение смещения на базу составного транзистора.

Как видно из рис. 47, пока не сработает реле P_1 , питание на второе фотореле не подается. Но вот реле P_1 сработало. Его контакты P_1^1 сразу подключают коллектор составного транзистора $T_3 T_4$ к нижнему выводу обмотки реле. И если коллекторный ток составного транзистора превышает ток отпущения реле P_1 , то оно останется включенным и после выключения источника света, освещающего фотодиод D_1 . Так происходит блокировка цепи питания реле P_1 . Коллекторный ток составного транзистора, необходимый для удержания якоря реле P_1 в притянутом состоянии, устанавливают подбором резистора R_4 при неосвещенном фотодиоде D_2 .

Для того чтобы теперь вернуть реле P_1 в исходное состояние, достаточно осветить фотодиод D_2 . При этом отрицательное напряжение смещения на базе составного транзистора резко уменьшится (или даже станет положительным), и он закроется, а это равносильно обрыву цепи питания обмотки реле P_1 . В результате оно отпустит, его контакты P_1^1 отключат фотореле на составном транзисторе и все устройство вернется в исходное состояние.

Следующее устройство блока автоматики — реле времени (рис. 48, а). Оно выполнено на одном транзисторе (T_1). В исходном состоянии (конечно, при замкнутой выключателем B_2 цепи питания) транзистор закрыт, так как напряжение смещения на его базе отсутствует. В цепи коллектора протекает лишь небольшой обратный ток, недостаточный для срабатывания реле P_1 .

Конденсатор C_1 через резистор R_1 быстро заряжается почти до напряжения источника питания B_1 .

Если теперь перевести переключатель B_1 в правое (по схеме) положение, то конденсатор C_1 начнет разряжаться через последовательно соединенные резистор R_2 и эмиттерный переход транзистора T_1 . В результате этого транзистор откроется, и через обмотку реле P_1 в его коллекторной цепи потечет ток. Реле сработает. Его контакты (на схеме не показаны) включают нагрузку.

По мере разряда конденсатора C_1 ток через эмиттерный переход, а следовательно, и ток в коллекторной цепи будет уменьшаться, и когда последний станет равным току отпущения реле P_1 , оно отпустит. Устройство вернется в исходное состояние. Чтобы повторить цикл работы, конденсатор надо зарядить (установив переключатель B_1 в положение, показанное на схеме) и вновь подключить к цепи базы транзистора. Резистор R_2 подбирают так, чтобы при подключении к нему заряженного конденсатора C_1 реле P_1 надежно срабатывало. Время выдержки реле во включенном состоянии можно регулировать подбором резистора R_3 (показан штриховой линией), образующего еще одну цепь разряда конденсатора. Чем меньше сопротивление этого резистора, тем меньше и время выдержки реле, и наоборот.

Последнее устройство, которое входит в блок автоматики описываемой игрушки, — электронный переключатель (рис. 48, б). Он представляет собой несимметричный мультивибратор, выполненный на транзисторах разной структуры T_1 и T_2 . После включения питания конденсатор C_1 начинает заряжаться че-

рез эмиттерный переход транзистора T_1 , резистор R_1^* и участок коллектор — эмиттер транзистора T_2 . В результате транзистор T_1 быстро открывается, а так как его участок эмиттер — коллектор включен в цепь базы транзистора T_2 , то это приводит к открыванию и транзистора T_2 . Лампочка L_1 , включенная в его коллекторную цепь, зажигается. По окончании заряда конденсатора ток через эмиттерный переход транзистора T_1 уменьшается настолько, что этот транзистор, а вслед за ним и транзистор T_2 закрываются. Лампочка L_1 гаснет. Конденсатор C_1 разряжается через ее нить накала и резистор R_2 . По окончании разряда весь процесс повторяется сначала. Частоту и длительность всплеск лампочки регулируют подбором емкости конденсатора C_1 и сопротивления резистора R_2 .

Принципиальная схема всего устройства показана на рис. 49. Цветной подложкой выделен блок автоматики, состоящий из рассмотренных выше узлов. Фотореле, включающее блок автоматики, собрано на транзисторах T_1, T_2 , выключающее — на транзисторах T_3, T_4 , реле времени — на транзисторе T_5 , электронный переключатель — на транзисторах T_6 и T_7 . Диоды D_2 и D_4 , включенные соответственно параллельно обмоткам реле P_1 и P_2 , защищают

транзисторы T_2 и T_5 от экстратоков, возникающих при изменениях тока через обмотки реле. Остальная часть схемы — приемник прямого усиления, собранный по схеме 2-V-3. Он содержит магнитную антенну $Ан_1$, катушка L_1 которой вместе с конденсатором C_4 образует колебательный контур, настроенный на частоту радиостанции «Маяк» (548 кГц); двухкаскадный усилитель ВЧ на транзисторах T_8 и T_9 , детектор по схеме удвоения напряжения на диодах D_5, D_6 и трехкаскадный бестрансформаторный усилитель НЧ на транзисторах $T_{10} - T_{13}$, нагруженный на динамическую головку громкоговорителя $Гр_1$. Оба каскада усилителя ВЧ, на вход которого с катушки связи L_2 поступает выделенный колебательным контуром L_1C_4 сигнал, собраны по обычной схеме и каких-либо особенностей не имеют.

В усилителе НЧ первые два каскада (на транзисторах T_{10} и T_{11}) обеспечивают усиление продетектированного сигнала по напряжению, третий каскад (выходной) собран на транзисторах разной структуры (T_{12}, T_{13}) и усиливает его по току. Усилитель охвачен ООС, снижающей искажения сигнала. Напряжение ООС снимается с выхода усилителя и через резистор R_{32} подается в цепь эмиттера транзистора T_{10} .

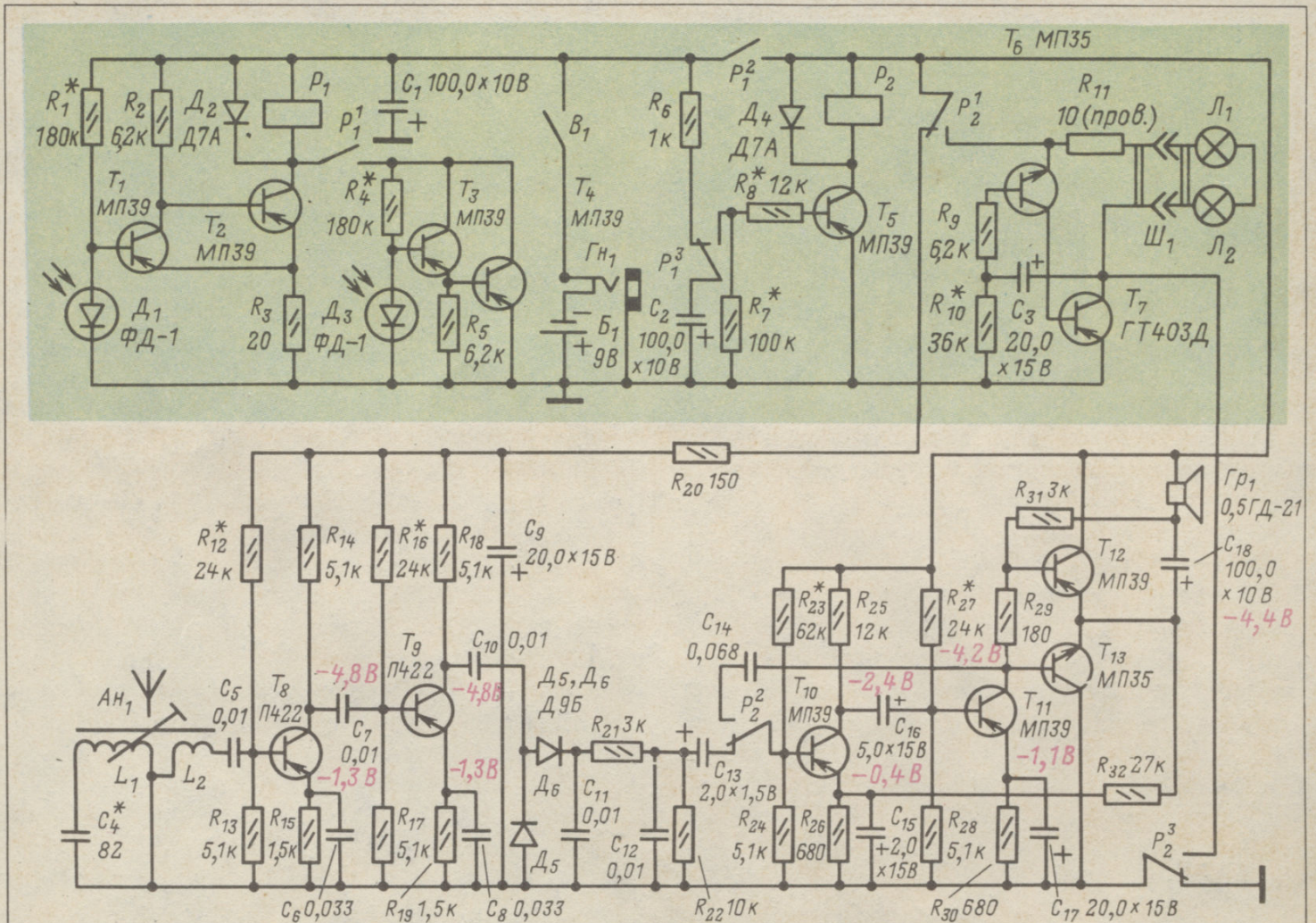


Рис. 49. Принципиальная схема радиоборудования «космического корабля».

Как же работает устройство в целом? При освещении лучом фонарика фотодиода D_1 транзистор T_1 закрывается, а T_2 открывается и срабатывает реле P_1 . Его контакты P_1^1 подают питание на фотореле, собранное на составном транзисторе T_3T_4 , в результате чего цепь питания обмотки реле блокируется, и оно остается включенным на все время, пока не будет освещен фотодиод D_3 .

При срабатывании реле P_1 его контакты P_1^2 замыкают цепь питания реле времени, выполненного на транзисторе T_5 , а контакты P_1^3 подключают заряженный к этому времени конденсатор C_2 к базовой цепи транзистора. В результате срабатывает и реле P_2 . Своими контактами P_2^1 оно разрывает цепь питания каскадов (T_8, T_9) усилителя ВЧ приемника (на очень короткое время оно было подано через контакты P_1^2 и нормально замкнутые контакты группы P_1^3) и подает его на электронный переключатель, собранный на транзисторах разной структуры и мощности (T_6, T_7). Сопrotивление резистора R_{10} и емкость конденсатора C_3 подобраны так, что оба транзистора открываются на короткое время примерно 1 раз в секунду. При открывании транзисторов лампочки L_1 и L_2 зажигаются, при закрывании — гаснут. Резистор R_{11} ограничивает ток через транзистор T_7 в открытом состоянии.

Вторая группа контактов реле $P_2 - P_2^2$ подключает вход первого каскада усилителя НЧ приемника (базу транзистора T_{10}) к конденсатору C_{14} , другая обкладка которого соединена с коллектором транзистора T_{11} следующего каскада. Наконец, третья группа контактов P_2^3 подсоединяет общий (плюсовой) провод приемника к коллектору транзистора T_7 электронного переключателя. Иными словами, после срабатывания реле P_2 усилитель НЧ, как и лампочки L_1, L_2 , питается через электронный переключатель, поэтому одновременно с зажиганием этих лампочек включается и усилитель НЧ. Благодаря действию ПОС через конденсатор C_{14} усилитель самовозбуждается и из громкоговорителя слышны прерывистые звуковые сигналы «бип-бип».

Подача сигналов и вспышки лампочек L_1, L_2 продолжаются до тех пор, пока не кончится выдержка времени электронного реле на транзисторе T_5 . Когда напряжение на конденсаторе C_2 уменьшится настолько, что коллекторный ток транзистора уже не сможет удержать якорь реле P_2 в притянутом состоянии, оно отпустит и все его контакты вернуться в исходное положение: контакты P_2^1 подают питание на усилитель ВЧ приемника, одновременно сняв его с электронного переключателя; P_2^2 соединят (через конденсатор C_{13}) вход усилителя НЧ с выходом детекторного каскада, а P_2^3 — общий провод приемника с общим проводом блока автоматики (т. е. с плю-

совым выводом батареи питания B_1). Приемник начинает работать. Это продолжается до тех пор, пока не будет освещен фотодиод D_3 , и фотореле на составном транзисторе T_3T_4 не обесточит обмотку реле P_1 . Тогда все устройство вернется в исходное состояние (останется включенным питание только фотореле на транзисторах T_1 и T_2).

В цепь батареи питания B_1 помимо выключателя питания B_1 включено телефонное гнездо $Гн_1$, используемое при питании от внешнего источника (батареи, сетевого блока питания напряжением 9–10 В).

Конструкция и детали. В игрушке применены резисторы МЛТ-0,125 (подойдут и любые другие с мощностью рассеяния 0,125–0,5 Вт), конденсаторы К50-6 ($C_1 - C_3, C_9, C_{13}, C_{15} - C_{18}$), КМ-4, КМ-5 ($C_5 - C_8, C_{10} - C_{12}, C_{14}$) и КСО-1 (C_4). Реле P_1 и P_2 — РЭС-22 (паспорт РФ4.500.129). Их можно заменить другими малогабаритными реле с напряжением срабатывания до 15 В и необходимым числом контактов (в частности, это могут быть реле того же типа с паспортами РФ4.500.131 и РФ4.500.163). При замене реле следует учитывать, что напряжение источника питания должно на 15–20% превышать паспортное значение напряжения срабатывания реле. Если используются реле с напряжением срабатывания около 15 В, то необходимо заменить и транзисторы $T_2 - T_6$ на более высоковольтные (допускающие большее напряжение между эмиттером и коллектором): например, на транзисторы серии МП20, МП21, МП25, МП26. В этом случае, кроме того, придется использовать электролитические конденсаторы с большим рабочим напряжением и заново подобрать режимы работы всех устройств.

При использовании же реле РЭС-22 с паспортом РФО.500.129 в устройстве можно применить низкочастотные маломощные транзисторы серии МП39 — МП42 ($T_1 - T_5, T_{10} - T_{12}$) и МП35 — МП38 (T_6 и T_{13}), высокочастотные транзисторы (T_8, T_9) серий П401 — П403, М422, П423, П416 и т. п., любой низкочастотный транзистор (T_7) средней мощности, например ГТ403 с любым буквенным индексом, П201, П202 и т. п. Транзисторы фотореле ($T_1 - T_4$) должны иметь статический коэффициент передачи тока $h_{21Э}$ не менее 60, реле времени (T_5) — не менее 80, остальные 30–60. Транзисторы T_{12} и T_{13} выходного каскада усилителя НЧ желательно подобрать с одинаковым коэффициентом $h_{21Э}$.

При отсутствии фотодиодов можно использовать самодельные фототранзисторы, изготовив их из маломощных транзисторов серий МП39 — МП42, П401 — П403. Для этого отбирают экземпляры со статическим коэффициентом передачи тока около 50–60 и возможно меньшим обратным током $I_{КБО}$ (не более 1 —

2 мкА). Верхнюю часть корпуса транзистора аккуратно спиливают лобзиком. Попавшие внутрь металлические опилки тщательно выдувают пылесосом. В корпусе высокочастотного транзистора может оказаться влагопоглотитель, похожий на темный вазелин. Его удаляют тонкой, как игла, деревянной палочкой, соблюдая большую осторожность, чтобы случайно не оборвать тонкие проволочки, соединяющие электроды транзистора с его выводами.

Отверстие в корпусе закрывают тонкой круглой крышкой из прозрачного органического стекла (рис. 50, а). Ее приклеивают к корпусу клеем БФ-2. Свободно пропуская свет, такая крышка защитит электроды транзистора от пыли, влаги и повреждений. После переделки параметры транзистора ($h_{21Э}$ и $I_{КБ0}$) не должны измениться. Убедившись в этом, вывод базы транзистора, как не используемый в дальнейшем, удаляют. Выводы коллекторов самодельных фототранзисторов соединяют с базами транзисторов T_1 и T_3 , эмиттеров — с общим проводом. Следует учесть, что чувствительность таких фотодатчиков несколько меньше, чем фотодиодов, поэтому управлять работой игрушки можно лишь с расстояния 1–1,5 м (вместо 2,5–3 м при использовании фотодиодов ФД-1).

Вместо диодов Д7А (D_2 , D_4) можно применить любые другие диоды этой серии, а также диоды серии Д2, Д9. Головку 0,5ГД-21 можно заменить любой другой мощностью 0,1–0,5 Вт. В игрушке использованы миниатюрные лампочки накаливания от карманного фонаря (3,5 В; 0,26 А), телефонное гнездо от транзисторного радиоприемника «Банга» (подойдет гнездо от любого другого приемника, в котором предусмотрено подключение телефонов типа ТМ-2м и ему подобных).

Катушки L_1 и L_2 магнитной антенны $Ан_1$ намотаны на ферритовом (400 НН) стержне диаметром 8 и длиной 100 мм. Обе катушки намотаны в один слой проводом ПЭВ-2 0,2 на подвижном бумажном каркасе и содержат: L_1 — шесть секций по 20 витков, L_2 — одну секцию из 12 витков.

Детали устройства размещены на трех платах. На одной из них (рис. 51, а) смонтирован радиоприемник, на другой (рис. 51, б) — блок автоматики, на третьей (рис. 52) закреплена головка громкоговорителя. Первые две платы изготовлены из текстолита (можно гетинакса) толщиной 1 мм, третья — из листового полистирола (или органического стекла) толщиной 3 мм. В качестве монтажных точек использованы пустотелые пистоны. Если взять материал большей толщины (1,5–2 мм), то можно применить и монтажные стойки, изготовленные из медной проволоки диаметром 1–1,5 мм, запрессовав их в отверстия в платах. Большинство деталей соединены между собой непосред-

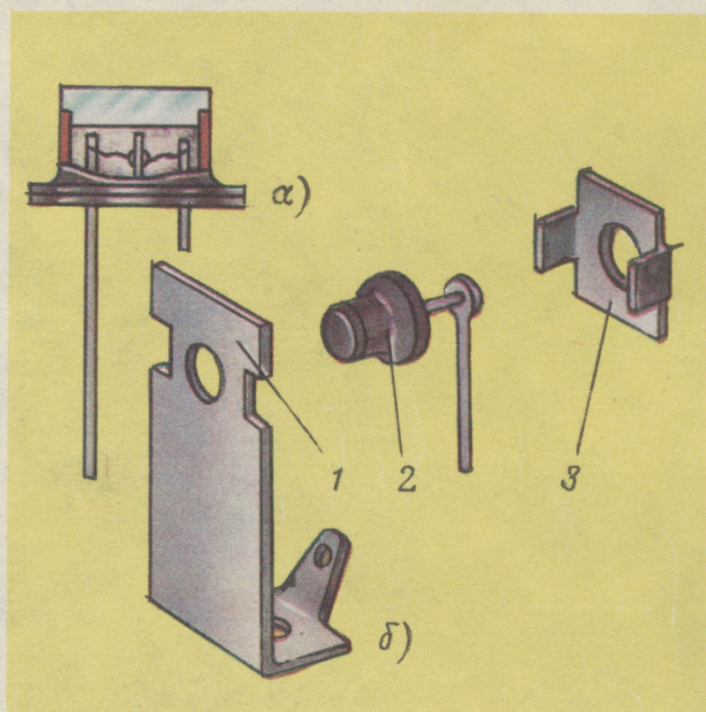


Рис. 50. Устройство самодельного фототранзистора (а) и крепление фотодиодов D_1 и D_3 (б).

ственно своими выводами. Остальные соединения на платах выполнены монтажным проводом МГШВ 0,14 и луженым проводом диаметром 0,5 мм.

Фотодиод D_1 закреплен с помощью пружинящего держателя (см. рис. 50, б), изготовленного из латуни толщиной 0,3 мм, на плате блока автоматики, фотодиод D_3 — таким же способом на плате громкоговорителя.

Просунув вывод фотодиода 2 в отверстие в скобе 3, вставляют цилиндрическую часть фотодиода в отверстие в стойке 1 и загибают ушки скобы. Отогнутая часть стойки (в виде лепестка) используется в качестве второго вывода фотодиода, ее соединяют с общим проводом блока автоматики. На платах держатели (11 и 14 по рис. 53) крепят с помощью винтов М3 × 6 и гаек М3.

Для крепления головки громкоговорителя 12 применены металлические держатели в виде уголков и винты М2 × 6 (3 шт.). Напротив диффузора в плате просверлены отверстия диаметром 6 мм. На этой же плате с помощью кронштейна закреплено и телефонное гнездо $Гн_1$. Ферритовый стержень магнитной антенны 1 плотно вставлен в держатель 2 (органическое стекло, полистирол), который с помощью двух винтов (М2 × 5) крепится в центре монтажной платы приемника.

Между собой платы соединены восемью стойками 4 и 6, изготовленными из латунного прутка диаметром 4 мм. Короткие (40 мм) стойки 4 соединяют платы приемника 3 и блока автоматики 5, длинные (78 мм) — платы блока автоматики и динамической головки 7. С платой 3 стойки соединены винтами 8 (М2 × 6

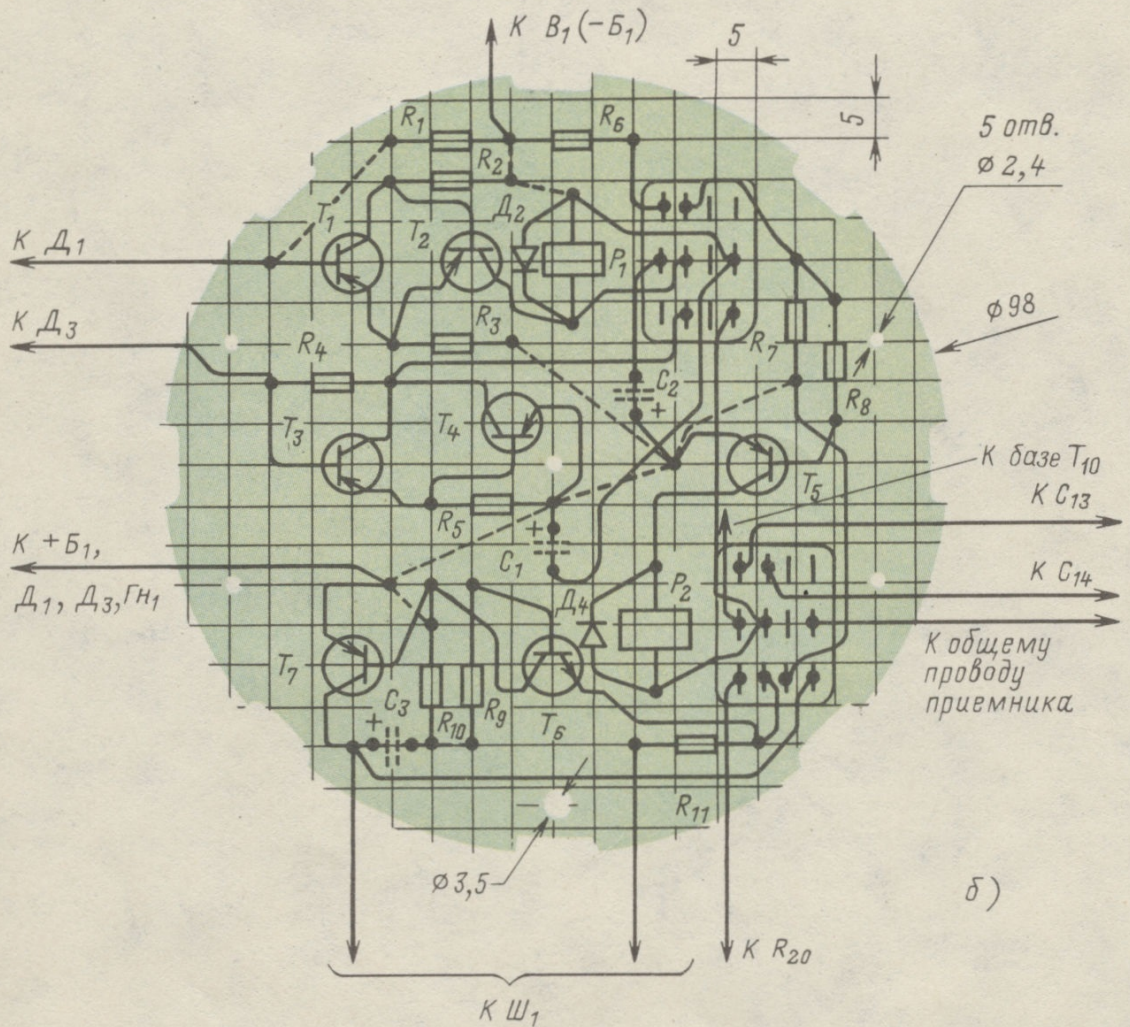
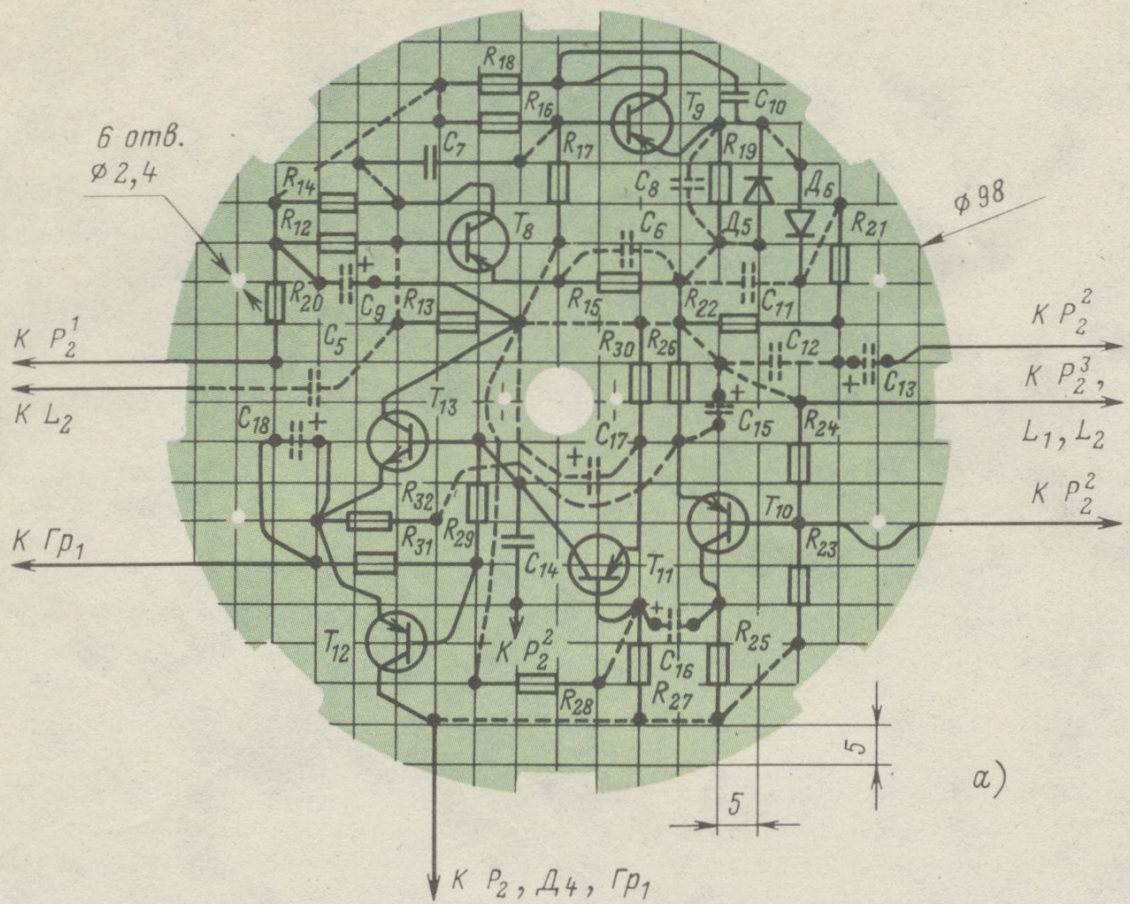


Рис. 51. Схемы соединений приемника (а) и блока автоматики (б).

с полукруглой головкой), с платой 7 — винтами 10 (то же, но с потайной головкой), а друг с другом — резьбовыми шпильками 9 (М2 × 10).

Батареи 3336Л (13) размещены между платами блока автоматики и головки и прикреплены к длинным стойкам резиновыми кольцами. Для соединения батарей друг с другом и с устройством использованы пружинящие зажимы из листовой латуни, плотно надеваемые на выводы батарей.

Полностью смонтированное устройство размещают в сборной модели космического корабля «Восток-1» (рис. 54). Перед сборкой ее отдельные детали (кабину космонавта, приборный отсек, последнюю ступень ракеты-носителя и некоторые другие) необходимо доработать. В частности, необходимо удалить (оставив лишь кромку высотой 2 мм) коническую часть приборного отсека, вырезать в стенке кабины космонавта, обращенной к этому отсеку, два отверстия диаметром 12–13 мм: одно — для сердечника магнитной антенны, другое — для прохода вилки (разъем Ш₁) шнура, соединяющего плату блока автоматики с лампочками накаливания. Их закрепляют в кабине космонавта (одну — в передней, другую — в правой боковой стенке) с помощью бобышек, изготовленных из листового полистирола и приклеенных к стен-

кам дихлорэтановым клеем. Выводы лампочек подключают к гнездовой части разъема Ш₁ (панелька для транзистора), которую устанавливают на квадратной (45 × 45 мм) пластине из листового (3 мм) полистирола. Пластины приклеивают к стенкам кабины тем же клеем. Вилку разъема Ш₁ изготовляют еще из одной панельки для транзистора, припаяв к ее пружинящим контактам (естественно, предварительно вынув их из корпуса панельки) отрезки медного луженого провода диаметром 0,5–0,8 мм.

В стенках ракеты-носителя сверлят три отверстия диаметром 6 мм: два из них — на одной образующей (под фотодиоды) на расстояниях 30 и 115 мм от нижней кромки, третье — на противоположной стороне (под вилку шнура внешнего источника питания) на расстоянии 30 мм от этой же кромки. В нижней части стенок ракеты-носителя сверлят два отверстия под винты М2 × 8 крепления всего устройства. Винты ввинчивают в резьбовые отверстия бобышек (листовой полистирол толщиной 6 мм), приклеенных к плате, на которой установлена головка громкоговорителя. Наконец, в щите, закрывающем ракету-носитель снизу, напротив головки громкоговорителя сверлят 35–40 отверстий диаметром 6 мм.

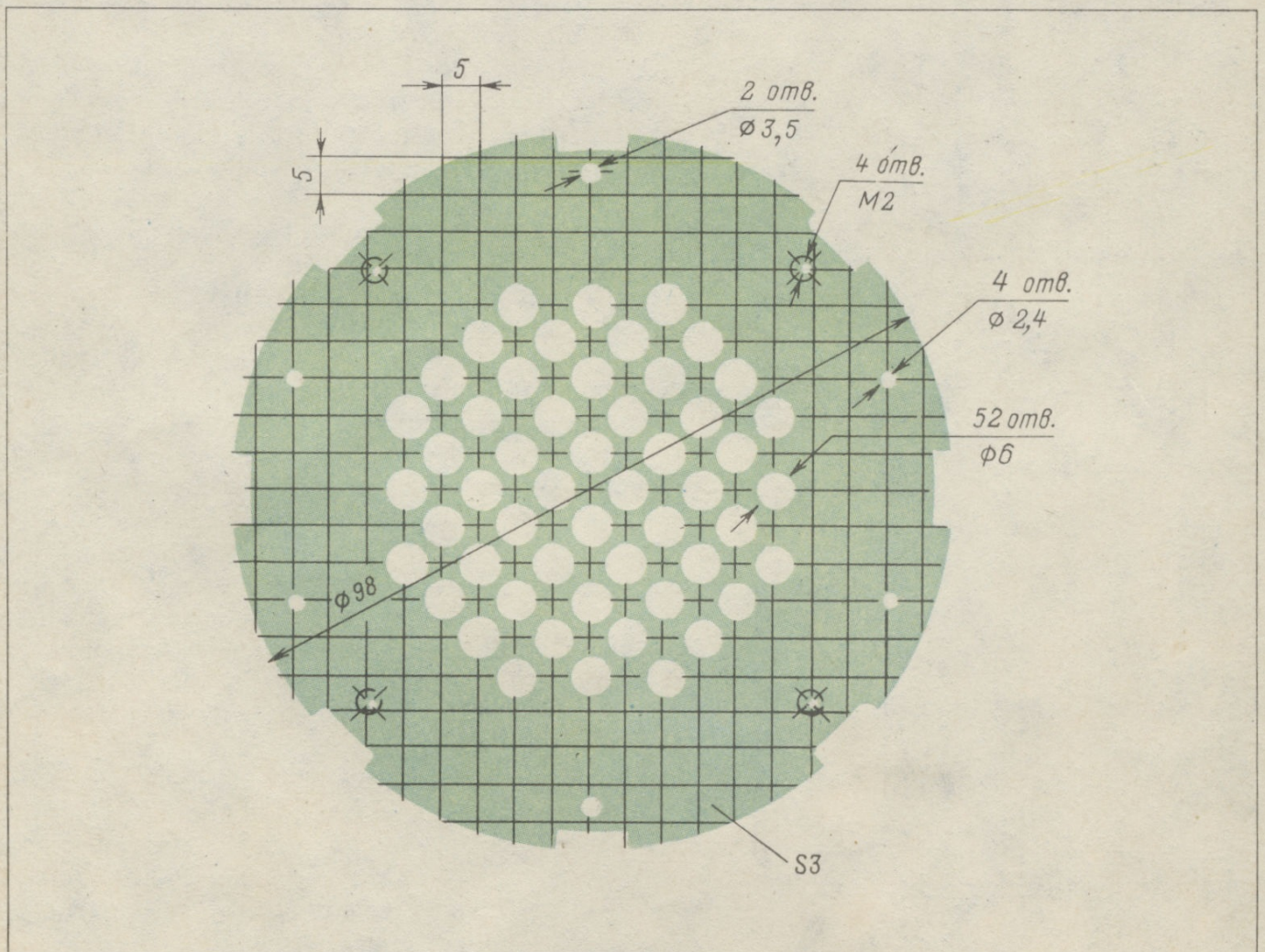


Рис. 52. Плата динамической головки громкоговорителя.

Все перечисленные детали склеивают друг с другом, щит же оставляют съемным. Его крепят с помощью двух пружинящих пластмассовых держателей (входят в комплект деталей модели), приклеенных к корпусу ракеты-носителя.

Налаживание. Прежде чем монтировать устройство на платах, рекомендуется собрать его на макетной плате, установить требуемые (указанные на схеме) режимы работы транзисторов, подобрать частоту включения световых и звуковых сигналов, выдержку времени с момента подачи управляющего светового сигнала до включения приемника, настроить последний на частоту выбранной радиостанции. Кстати, радиоприемник можно собрать и по другой схеме. Чтобы приспособить его для работы в описываемой игрушке, необходимо разделить цепи питания каскадов усилителей ВЧ и НЧ и до-

биться устойчивой генерации усилителя НЧ при охвате его ПОС.

Приемник налаживают обычным способом. Но прежде чем это делать, соединяют нижний (см. рис. 49) вывод обмотки реле P_1 с общим проводом устройства и отключают резистор R_6 от контактов P_1^3 . После этого замыкают цепь питания выключателем B_1 . При этом реле P_1 должно сработать и через свои контакты P_1^2 подать питание на все каскады радиоприемника. Требуемые напряжения на электродах транзисторов $T_8 - T_{10}$ устанавливаются подбором соответственно резисторов R_{12} , R_{16} и R_{23} . Режимы работы транзисторов $T_{11} - T_{13}$ устанавливаются подбором резистора R_{27} , добиваясь того, чтобы напряжение на эмиттерах транзисторов T_{12} и T_{13} стало примерно равным половине напряжения батареи питания B_1 .

На частоту выбранной радиостанции приемник настраивают подбором конденсатора C_4 и перемещением в небольших пределах катушки L_1 по ферритовому стержню. Настроив приемник, подбирают высоту тона звуковых сигналов. Для этого базу транзистора T_{10} временно отключают от подвижного контакта группы P_2^2 и соединяют с левым (см. рис. 49) выводом конденсатора C_{14} . При этом усилитель НЧ должен самовозбудиться на частоте 100–150 Гц. Высоту тона можно изменить подбором конденсатора C_{14} , но выше 200–250 Гц ее делать не стоит, так как при более высоких частотах колебаний характер возникновения сигнала в моменты коммутации питания усилителя НЧ становится иным, и вместо отрывистых сигналов одного тона слышны звуки, напоминающие мяуканье кошки.

Следующий этап — налаживание фотореле на транзисторах T_1 и T_2 . Провод, соединяющий обмотку реле P_1 с общим проводом, удаляют и восстанавливают соединение базы транзистора T_{10} с подвижным контактом группы P_2^2 . Налаживание фотореле сводится к подбору резистора R_1 таким образом, чтобы реле P_1 четко срабатывало при освещении фотодиода D_1 сфокусированным лучом стержневого фонарика с расстояния 2,5–3 м. Добившись этого, налаживают фотореле на составном транзисторе T_3T_4 . Резистор R_4 подбирают так, чтобы коллекторный ток составного транзистора (после срабатывания реле P_1) был на 2–3 мА больше тока отпускания реле. Делают это так. Резистор R_4 временно заменяют переменным резистором сопротивлением 360–470 кОм и, кратковременно освещая фотодиод D_1 , поворачивают движок этого резистора, добиваясь надежного удержания реле во включенном состоянии. После этого измеряют омметром сопротивление введенной части переменного резистора и заменяют его постоянным ближайшего (в сторону меньших сопротивлений) номинала.

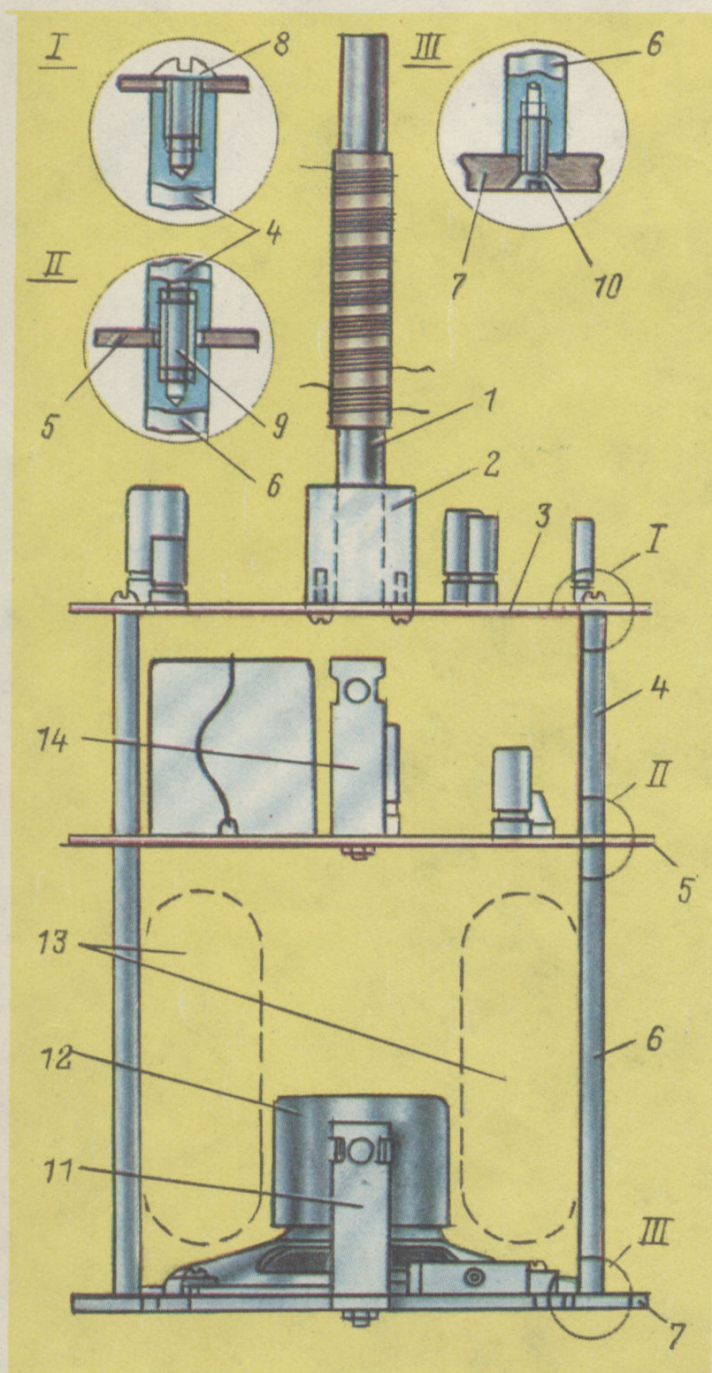


Рис. 53. Конструкция игрушки.

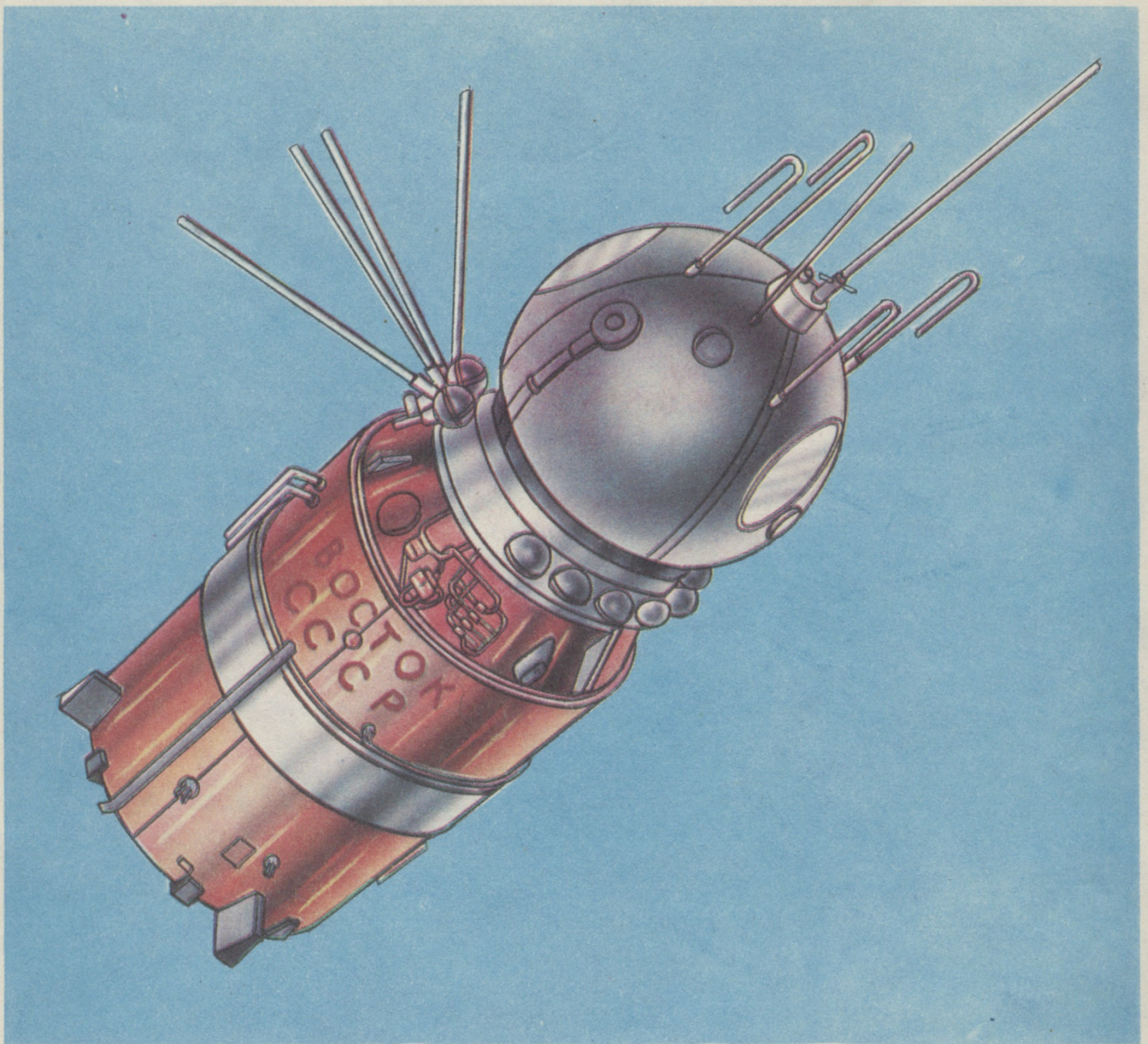


Рис. 54. Внешний вид радиофицированной модели «Восток-1».

Реле времени налаживают в такой последовательности. Резистор R_6 соединяют с тем контактом группы P_1^3 , к которому он был подключен ранее, общий провод приемника — с общим проводом блока автоматики. Отключают подвижный контакт группы P_2^1 от провода питания. После этого включают питание и освещают фотодиод D_1 . Вслед за реле P_1 должно сработать и реле P_2 , в результате чего из головки громкоговорителя должен появиться непрерывный звуковой сигнал. Он должен прекратиться через несколько секунд, когда реле P_2 вернется в исходное состояние (отпустит). Продолжительность звукового сигнала регулируют подбором резистора R_7 , а резистор R_8 , как уже говорилось, подбирают так, чтобы реле P_2 четко срабатывало при каждом включении реле P_1 .

В последнюю очередь налаживают электронный переключатель на транзисторах T_6

и T_7 . Для этого восстанавливают соединение подвижного контакта группы P_2^1 с минусовым проводом питания, удаляют проводник, соединяющий общий провод приемника и общий провод блока автоматики, и соединяют с последним нижний (по схеме) вывод обмотки реле P_2 . Резистор R_{10} времени заменяют переменным (сопротивлением 51–100 кОм). Включив питание и перемещая движок резистора, устанавливают желаемую частоту повторения вспышек лампочек L_1 , L_2 и звуковых сигналов. Подбрав нужное сопротивление, переменный резистор заменяют постоянным ближайшего номинала.

На этом налаживание можно считать законченным. Восстановив все соединения в соответствии с принципиальной схемой, проверяют работу устройства в целом, а затем переносят детали и монтаж на платы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вот и закончилось наше короткое путешествие в мир радиоэлектронных игрушек. Конечно, описанными в этой книге конструкциями все их многообразие далеко не исчерпывается. Вы познакомились лишь с самыми простыми устройствами, однако они вполне могут стать основой для других, более сложных конструкций. Так, например, описанный в книге новогодний хоровод можно построить на базе детского «органа», заставив электродвигатель хоровода вращать не прижимной ролик лентопротяжного механизма, а подвижный контакт фабричного или самодельного однополюсного переключателя на 25—30 положений. Соедините подвижный контакт этого переключателя с общим проводом устройства, а неподвижные — с соответствующими отводами от точек соединения резисторов частото задающей цепи электромузыкального инструмента, — и он с включением двигателя игрушки заиграет запрограммированную мелодию сам. На основе такого «органа»-автомата нетрудно сделать оригинальный квартирный звонок. Для управления игрушкой в этом случае придется приспособить одно из описанных в книге реле времени (например, от «космического корабля»). Элементы его времязадающей цепи необходимо подобрать так, чтобы время выдержки реле было достаточно для воспроизведения всей запрограммированной мелодии. Кстати, для такого звонка вполне годится и электронная канарейка, и любой из мультивибраторов, вырабатывающих сигнал звуковой частоты (например, от лабиринта или от «искусственного спутника»); в последнем случае можно обойтись и без реле времени.

А разве не интересно приспособить включающее фотореле, примененное в «космическом корабле», для управления электрифицированной игрушкой на гусеничном ходу? Установите датчики (фотодиоды или самодельные фототранзисторы) двух подобных реле по бокам игрушки так, чтобы при освещении ее слева (по направлению движения) срабатывало только реле, включающее электродвигатель правой гусеницы, при освещении справа — только левой, а при расположении источника света прямо по курсу — оба реле, — и игрушка будет сама отыскивать источник света и двигаться прямо на него... Или ввести в описанный в книге магнитофон-игрушку дистанционное управление голосом, используя для этой цели акустическое реле (вернее, его первые две ступени) от модели, управляемой звуком? Надо будет только тщательно изолировать (акустически) микрофонный капсюль от корпуса магнитофона и отрегулировать чувствительность акустического реле (подбором резистора в цепи смещения транзистора первого каскада) таким образом, чтобы оно не срабатывало при самых громких звуках, воспроизводимых магнитофоном. Для экономии энергии батареи питания желательно предусмотреть возможность отключения такой системы дистанционного управления, если она не используется... Или... Впрочем, ваша смекалка и опыт, накопленный при сборке описанных в книге конструкций, подскажут вам, что еще можно сделать.

В заключение несколько советов, которые могут оказаться полезными тем, чей опыт в конструировании радиоэлектронных устройств еще не велик.

Прежде чем монтировать задуманную игрушку (а делать это, как уже говорилось, надо вначале на макетной плате), необходимо тщательно проверить все детали, независимо от того, были они в употреблении или нет. Особенно это относится к транзисторам, так как в некоторых случаях важны не только его работоспособность вообще, но и его усилительные свойства. А для этого советуем с самого начала обзавестись хотя бы простейшим испытателем транзисторов. Описания таких приборов вы найдете в журнале «Радио» или в брошюрах Массовой радиобиблиотеки.

Собрав устройство, не торопитесь включать питание — проверьте прежде монтаж на соответствие принципиальной схеме. Делать это лучше покаскадно, последовательно обводя на схеме цветным карандашом проверенные соединения элементов на плате.

При первом включении устройства убедитесь вначале в соответствии напряжения источника питания требуемому и только после этого, если необходимо, проверяйте указанные на схеме режимы работы элементов по постоянному току.

И, наконец, последний совет. Никогда не налаживайте сложные устройства сразу целиком — делайте это по частям.

Желаю вам успехов!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешковский С. Кибернетический вездеход. — Радио, 1977, № 7, с. 49—50.
2. Борноволоков Э., Фролов В. От простого к сложному. — Радио, 1973, № 5, с. 49—52; № 6, с. 49—51.
3. Брызгалов М. Светящийся значок. — Радио, 1976, № 6, с. 57.
4. Васильев В. Радиофицированные игрушки на транзисторах. — Радио, 1966, № 5, с. 51, 52.
5. Войцеховский Я. Радиоэлектронные игрушки. — М.: Советское радио, 1976.
6. Воробьев-Обухов А. «Говорящая» кукла. — Радио, 1973, № 7, с. 52—53.
7. Григорьев Д. Игротека на герконах. — Радио, 1977, № 2, с. 50, 51.
8. Закатов М. Квартирный звонок — из сувенира. — Радио, 1977, № 6, с. 49, 50.
9. Иванов В. Электронный лабиринт. — Радио, 1973, № 9, с. 46, 47.
10. Иванюта Ю., Ломакин Л. Разборчивый заяц. — Радио, 1975, № 4, с. 47, 48.
11. Казанцев В. Приемники-сувениры. — Радио, 1972, № 5, с. 44—46.
12. Лейбович И. Магнитофон-игрушка. — Радио, 1974, № 8, с. 54, 55.
13. Прокопцев Ю. Электронный стетоскоп. — Радио, 1975, с. 51.
14. Путятин Н. Три приемника на микросхемах. — Радио, 1977, № 1, с. 49—51.
15. Смирнов Д. А ну, попади! — Радио, 1975, № 7, с. 47, 48.
16. Тарасов Э. Моделью командует звук. — Радио, 1972, № 5, с. 47, 48.
17. Тарасов Э. Модель с индукционным управлением. — Радио, 1975, с. 49, 50.
18. Тренин О. Простой ЭМИ. — Радио, 1975, № 10, с. 55.
19. Фролов В. На орбите — сигналы «Маяка». — Радио, 1973, № 6, с. 49, 50.
20. Фролов В. Новогодний сувенир. — Радио, 1972, № 12, с. 46—48; 1973, № 2, с. 51, 52.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Приемники-сувениры</i>	4
<i>«Говорящий» робот</i>	7
<i>Приемник в «танке»</i>	10
<i>«Поющая» кукла</i>	13
<i>Стетоскоп кукольного доктора</i>	16
<i>Электронная канарейка</i>	18
<i>Электрифицированный значок</i>	19
<i>Лабиринт</i>	21
<i>«Искусственный спутник»</i>	23
<i>«Оживающий» котенок</i>	25
<i>Детский «орган»</i>	27
<i>Новогодний хоровод</i>	31
<i>Магнитофон-игрушка</i>	39
<i>Игрушка с индукционным управлением</i>	41
<i>Модель, управляемая звуком</i>	45
<i>Кибернетический вездеход</i>	48
<i>«Разборчивый» заяц</i>	52
<i>Фототир</i>	55
<i>«Космический корабль»</i>	58
<i>Список литературы</i>	70

ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ ФРОЛОВ

Радиотехнические игры и игрушки

Редактор издательства *Н. В. Ефимова*

Обложка художника *С. Ф. Лухина*

Технический редактор *Н. Н. Хотулева*

Корректор *Э. А. Филановская*

ИБ № 1949

Сдано в набор 20.10.78. Подписано в печать 12.06.79.
Т-09872. Формат 70×100^{1/16}. Бумага офсетная № 2.
Гарн. шрифта таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,85.
Уч.-изд. л. 7,65. Тираж 120 000 экз. Заказ 3555.
Цена 65 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Набор сделан Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградским производственно-техническим объединением «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Гатчинская, 26.

Отпечатано Ленинградской фабрикой офсетной печати № 1 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197101, Ленинград, П-101, ул. Мира, 3.

