

УДК 621.38
ББК 32.844
Ш42

Шелестов И. П.

Ш42 Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 6. — М.: СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.

ISBN 5-98003-194-4

Опубликованы практические схемы полезных в быту электронных автоматов, охранных устройств, схем дистанционного управления и многих других конструкций. К большинству из них есть печатные платы и подробно описана методика настройки. За счет использования современной элементной базы все устройства получились довольно простыми и при повторении у вас не должно возникнуть проблем. Так как во многих опубликованных здесь конструкциях применяются компоненты оптоэлектроники, последний раздел книги содержит самую необходимую справочную информацию о фотодиодах, излучающих ИК-диодах, элементарных оптронах и оптронных микросхемах.

Книга для радиолюбителей с различным уровнем подготовки и всех, кто не ленится думать и экспериментировать.

ISBN 5-98003-194-4

© Макет и обложка «СОЛОН-Пресс», 2005
© Шелестов И. П., 2005

Содержание

Предисловие и несколько общих пояснений	6
1. Автоматические устройства для дома	
Об основных принципах работы	11
Исполнительные узлы схем	13
Датчики — источник информации	18
Датчики на ИК-лучах	19
Сигнализаторы влажности	24
Сигнализатор для освещения или температуры	26
Управляющие автоматы	27
Автоматический включатель света	28
Включение освещения при приближении к объекту	30
Автомат дежурного освещения	36
Устройства на основе таймеров	39
Два автоматических выключателя освещения	39
Сетевой аналоговый таймер	46
Автоматический выключатель паяльника	49
2. Автоматы для охраны объектов	
Универсальная система охраны	55
Электронная охрана квартиры	72
Автоподзаряд аккумулятора резервного питания	78
3. Управляем дистанционно	
Ретрансляторы команд управления	85
Переключатель от ИК-лучей	89
Таймер с дистанционным управлением	93
Светорегулятор на ИК-лучах	98
Управление при помощи лазерной указки	101
Акустический переключатель нагрузки	103
Световой автомат «Светофон»	105
Дистанционное управление УКВ-приемником	107

4. Световые эффекты

Импульсный свет	115
Особенности импульсных ламп	117
Простейшие схемы управления	121
Стробоскоп для елки	125
Декоративное освещение	127
Мерцающая лампа	127
Мигающая подсветка	129
Трехцветная светодиодная гирлянда	130
Пульсирующий свет	136
Акустический переключатель гирлянд	139

5. Разные практические конструкции

«Серебряная» вода и ее получение	145
Сенсорный регулятор освещения	151
Особенности микросхем музыкальных синтезаторов	155
Музыкальный звонок	160
Звонок для лазерной указки	161
Электронная настройка для УКВ-приемника	163
Звуковой усилитель с электронным регулятором громкости	166

6. Это полезно знать

Допустимые варианты замены радиодеталей	170
Зарубежные диоды и их отечественные аналоги	171
Зарубежные биполярные транзисторы и их аналоги	172
Простые методы проверки электронных компонентов	177
Резисторы и фоторезисторы	177
Все виды конденсаторов	177
Трансформаторы и дроссели	181
Диоды и фотодиоды	183
Стабилитроны и стабилитроны	184
Светодиоды и цифровые индикаторы на их основе	185
ЖК-индикаторы	186
Биполярные транзисторы	187
Полевые транзисторы	190
Тиристоры и симисторы	192

Операционные усилители	193
Индикаторы ИК-излучения	194
Проверка других компонентов	197
О поиске неисправностей в устройствах	198

Справочная информация по оптоэлектронике

Полупроводниковые фоторезисторы	207
Полупроводниковые фотодиоды	208
Фототранзисторы	210
Излучающие инфракрасные диоды	211
Маломощные оптроны	215
Диодные и транзисторные оптопары	216
Симисторные оптопары	224
Цифровые оптопары	229
ИК-приемники на основе микросхем	232

Предисловие и несколько общих пояснений

Сегодня мы живем в окружении разнообразной электроники, ставшей настолько привычной, что на ее непрерывную работу редко приходится обращать внимание. Достойное место среди всех этих устройств занимают разнообразные автоматы. Мы уже давно знакомы с автоматическими продавцами и контролерами. Большинство продукции на заводах тоже делают автоматы. Электронные автоматы способны управлять многими процессами и существенно облегчают нам жизнь, освободив время для занятия более интересными и полезными делами.

В разделе 1 книги описываются самые простые автоматические устройства. Из всего их многообразия здесь речь будет идти только о тех, которые можно легко изготовить в домашних условиях. Большая часть из них являются самостоятельными конструкциями, а некоторые, например датчики присутствия, влажности и др., могут найти применение в составе более сложных систем, в том числе и охранных. Это не только удобно, но в конечном итоге и выгодно, так как экономит электроэнергию.

В разделе 2 описаны охранные устройства, надежно работающие уже не первый год. Конечно, они не имеют некоторых серьезных «наворотов», которые есть в дорогих промышленных системах, но, тем не менее, удобны в эксплуатации и вполне успешно выполняют свою основную задачу — охрану. К тому же их легко можно модифицировать для конкретных применений или добавить дополнительные возможности.

Раздел 3 полностью посвящен дистанционному управлению бытовыми электроприборами. И если основная часть современной бытовой и профессиональной радиоаппаратуры уже предусматривает такую возможность, то при помощи приведенных приставок вам удастся дистанционно управлять работой электроприборов: освещением, нагревателями, вентиляторами и многими другими. В большинстве конструкций этой главы применяется управление по оптическому каналу в инфракрасном диапазоне волн.

Раздел 4 знакомит со способами получения световых эффектов: стробоскопа, бегущих огней и ряда других. Все они по-

могут создать праздничное настроение на вечеринке или дискотеке. Некоторые из них могут служить не только для развлечения, но и для других задач, например работать в составе охранной сигнализации.

В разделе 5 вошли схемы и информация об устройствах самого различного назначения: музыкальных синтезаторах мелодий, электронных регуляторах и других. Ведь современная радиоэлектроника столь многообразна, что охватывает практически все области человеческой деятельности и в классификацию по ограниченному числу глав явно поместиться не может.

В последнее время все чаще приходится применять электронные компоненты зарубежных производителей не только профессионалам, но и радиолюбителям. Ведь отечественная промышленность не выпускает всего необходимого — ни одна страна мира не может выпускать весь ассортимент радиодеталей.

Но даже из того, что выпускается, многое сложно приобрести в удаленных от промышленных центров местах. К тому же нередко зарубежные радиодетали бывают дешевле (чем это объясняется — глупостью, жадностью, большими налогами (или всем вместе) — конечному покупателю не важно). При помощи одних заклинаний или патриотизма хорошую технику не сделаешь. Поэтому в **разделе 6** приведена информация о замене распространенных зарубежных диодов и транзисторов. В этом же разделе есть рекомендации по проверке многих типов простых компонентов. Ведь нередко приходится использовать в своих конструкциях радиодетали, уже бывшие в употреблении, и часто неизвестно, из работающего устройства они сняты или нет. К тому же случайные повреждения могут возникнуть при демонтаже (микротрещины, внутренние обрывы токоведущих проводников, замыкания и др.).

Все конструкции, описанные в этой книге, выполнены на современной элементной базе, что позволяет обойтись минимальным числом компонентов и улучшить параметры. Ну а для того чтобы было легче разобраться в работе приведенных конструкций, в книге вы найдете **справочную информацию по оптоэлектронике**, в том числе и о возможных заменах таких радиодеталей.

Несмотря на то что в конце каждой главы дан перечень литературы, упомянутой в ссылках текста, где можно найти дополнительную информацию, сразу постараюсь ответить на некоторые вопросы, которые могут возникнуть.

Во многих устройствах используются силовые компоненты заведомо большей мощности, чем необходимо. Этому есть три вполне логичных объяснения.

Во-первых, так надежнее. Запас лишним не бывает, а в промышленных изделиях разработчики часто не могут позволить себе такую роскошь из экономических соображений.

Во-вторых, при этом часто удается обходиться без теплоотвода для элементов.

В-третьих, габариты современных компонентов меньше при лучших параметрах.

Поясню сказанное на примере с широко распространенными устаревшими тиристорами в металлических корпусах: КУ201, КУ202. Более современные тиристоры из промышленной серии Т122 имеют меньше габариты, при большем в 2 раза допустимом токе коммутации. К тому же для открывания им требуется меньший ток управления. Как видите, при такой замене выигрыш очевиден во всем. Но что лучше ставить — старые элементы с громоздким радиатором или новые, обладающие меньшим внутренним сопротивлением, из-за чего на больших токах можно обойтись без радиатора вообще (или меньшим по размерам) — решать вам самим.

Если конструкции собраны правильно (и из тех комплектующих, что указаны), то они будут работать независимо от того, разбираетесь ли вы в процессе или нет. Но чтобы правильно собрать сложную схему, требуется некоторый опыт. Поэтому тем, кто не знаком с предыдущими 5 книгами этой серии и приобрел эту впервые, чтобы вы не столкнулись с проблемами, учитывая вопросы, которые приходят от читателей, хочу дать несколько общих советов:

1. Не следует браться за сборку сложной схемы, работу которой вы не понимаете. Скорее всего, результат будет огорчительным.

2. Если нет знаний и опыта по настройке схем, то лучше придерживаться тех рекомендаций по комплектации элементов, которые указаны в работах.

3. Описание предполагает, что вы умеете правильно пользоваться простейшими измерительными приборами: цифровым и аналоговым мультиметрами, осциллографом (без последнего часто вполне можно обойтись).

4. Серьезные схемы, например, содержащие КМОП-микросхемы и полевые транзисторы, нельзя собирать незаземленным паяльником, который питается непосредственно от сети. Это может

их повредить (из-за проникновения сетевых импульсных помех через емкость, которая образуется между нагревателем и корпусом паяльника), создав лишние проблемы при настройке устройства.

5. Большинство современных компонентов в своем составе содержат полевые транзисторы, которые не «любят» высоковольтных статических зарядов. И если мощные «полевика» в большинстве случаев уже изготавливаются со встроенной защитой, то маломощные легко вывести из строя полностью или частично. По этой причине следует позаботиться, чтобы статических зарядов на вас не было.

6. Необходимо знать основные правила техники электробезопасности при работе с напряжением выше 36 В. Электричество не терпит неаккуратности и, «обидевшись», может сильно «укусить». Особо внимательным надо быть при проверке конструкций, не имеющих гальванической развязки с сетью, т. е. с питанием через конденсатор или резистор.

Есть немало литературы, где подробно описана теория работы радиоэлементов (да и в школе, перед выпуском, чему-то учат). Но научиться разбираться в радиоэлектронике **без практики невозможно**. Эта книга для тех, кто сам не ленится думать и экспериментировать. Ведь описать все просто невозможно.

В заключение хочу поблагодарить за сотрудничество Малышева Сергея Юрьевича. Его работы, приведенные в этой книге, также публикуются впервые и вас, наверняка, заинтересуют своей оригинальностью и простотой. Свои критические замечания, конструктивные предложения и вопросы по книге можно переслать через издательство по адресам:

для обычных писем: **123242, Москва, а/я 20**
или по электронной почте: **Solon.avtor@coba.ru**

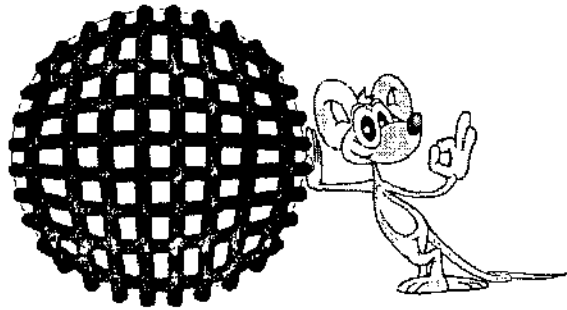
Всем читателям желаю удачи и творческих успехов.

Автор

Несколько слов о «пиратстве» — так принято у нас называть обычное воровство чужой интеллектуальной собственности — от распространения в Интернете до продажи контрафактных компакт-дисков. Контрафактными называются экземпляры произведения, распространение которых влечет за собой нарушение авторских и смежных прав.

Господа!!! Большинство работ этой книги публикуются впервые и охраняются Законом РФ «**Об авторском праве и смежных правах**» от 9 июля 1993 г. № 5351-1. Это увлекательный документ, особенно статьи 48 и 49. Всем рекомендуется прочитать до того, как вы надумаете публиковать без согласия автора любые чужие работы в Интернете или на электронных носителях. Ну а если ваши действия нанесут большой экономический ущерб ($\geq 50\,000$ рублей), то тут вступает в силу еще и статья 146 Уголовного кодекса РФ от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ. По ней суд для лечения от наглости может прописать от 2 до 5 лет «санаторного» режима за решеткой.

Найти нарушителя для соответствующих органов (если поставить такую задачу) большого труда не составит, даже если вы находитесь на территории Украины, Беларуси и других стран СНГ. Ведь все страны присоединились к международной «Бернской Конвенции об охране литературных и художественных произведений» (принятой в Париже с учетом изменений от 02.10.1979) и «Всемирной конвенции об авторском праве» (подписана в Женеве 06.09.1952). Санкции везде одинаковые — разница только в номерах статей Закона. Лучше создайте что-то полезное самостоятельно — вам будут благодарны читатели!



1

Автоматические устройства для дома

Люди довольно давно начали создавать различные устройства, способные делать полезную работу. Сначала это были простейшие операции, выполняемые без участия человека. Известно, например, что еще в I веке до нашей эры, Герон Александрийский изготовил автомат, продававший за деньги воду из святого источника. Там монета падала на рычаг, который открывал кран в сосуде, и отмеренная доза текла в кувшин паломника. Немало было придумано устройств и для развлечения — механических игрушек, которые выполняли заданную последовательность движений. Мастера древней Греции называли подобные устройства «автоматос», т. е. «самодвижущиеся». Корень этого слова применяется и для электронных автоматов, обладающих несравненно большими возможностями. Из всего многообразия таких устройств здесь будет идти речь только о тех, которые можно легко изготовить для дома самостоятельно. Но сначала немного теории...

Об основных принципах работы

Если познакомиться с работой разных автоматов, то можно обнаружить, что общим свойством для них является наличие одного или нескольких входов (X_1, X_2, \dots, X_n), реагирующих на внешние воздействия, и не менее одного выхода (Y_1, Y_2, \dots, Y_n) — выходы управляют каким-то процессом, рис. 1.1.

В электронных автоматах информация на вход может прийти от разных датчиков, преобразующих физические процессы или события в электрический сигнал. Как оказалось, электрический сигнал (электрический ток) является довольно удобным переносчиком информации. На основании этих сигналов управляющее устройство само «решает», какой электрический сигнал «выдать» на выходы. Но при этом любое действие соответствует заложенной в него программе, указывающей, что нужно сделать. В современных устройствах автоматизации для выполнения сложной программы часто используют микроконтроллер (так дешевле получается), ну а для простейших задач без него вполне можно обойтись (в этом

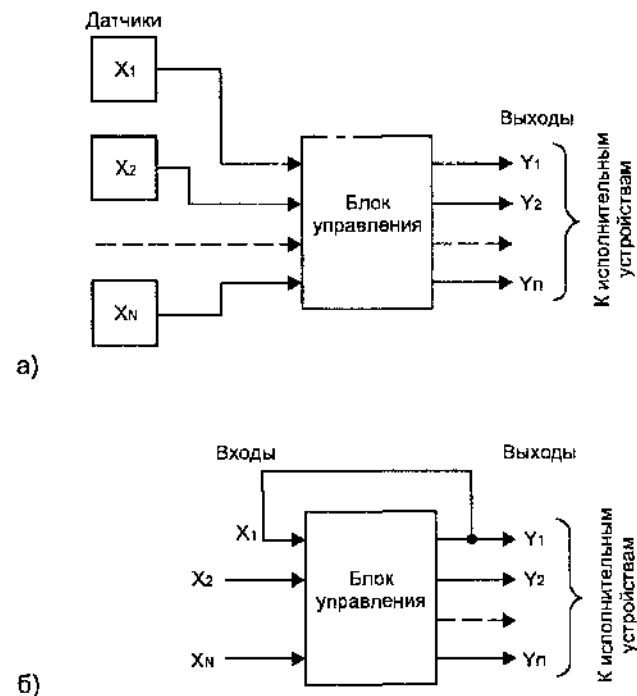


Рис. 1.1. Структура автоматов:
а — прямого управления; б — управление с обратной связью

случае программа¹ задается аппаратно, т. е. за счет определенного соединения цепей). Сегодня автоматы стараются выполнять все более умными и для этого они оснащаются различными обратными связями, по результатам анализа которых программа в устройстве может самостоятельно выбирать наиболее оптимальную последовательность действий.

Выполняемые автоматом действия для простейших задач могут быть описаны обычными словами или показаны графически. Но при описании сложных процессов управления обычных слов уже не хватает и тут приходит на помощь язык математики. Это целая нау-

¹ Термин произошел от греческого слова «programme» — содержание или план какой-либо деятельности. Программа может быть описана и реализована различными методами: в виде механического барабана со штырьками, ленты с отверстиями (перфокарты), определенным образом связанных микросхем и др. Впоследствии, с появлением компьютеров, под программой стали понимать описание алгоритма решения определенной задачи.

ка, имеющая много разных направлений, а задачи у автоматов бывают самыми разнообразными, но в этой главе будет идти речь только о некоторых группах:

- контролирующие сигнализаторы, извещающие человека о состоянии объекта или об опасном отклонении процесса за допустимые границы, но при этом в сам процесс не вмешиваются;
- устройства автоматического управления, т. е. не только определяют отклонение, но и вмешиваются в процесс, останавливая или изменяя его;
- устройства для автоматического управления по заданной программе. Наиболее простые автоматы выполняют последовательность действий независимо от результата (наглядным примером является любой циклический таймер). В этом случае основным входным сигналом будет время (тактовые импульсы, идущие от внутреннего автогенератора с определенным временным интервалом);
- комбинированные автоматы, когда в них закладывается программа, способная в процессе своей работы реагировать на внешние изменения.

Чтобы сделать электронный автомат, нужно взять нужные виды датчиков, собрать для них соответствующую схему управления и подключить к исполнительному устройству. Но только при этом все эти узлы должны быть электрически согласованы между собой (по току, напряжению).

Теперь о том, как можно управлять различными физическими процессами при помощи электрических сигналов.

Исполнительные узлы схем

В домашних условиях исполнительными устройствами являются разнообразные потребители энергии: осветительные лампы, нагреватели, электромоторы, электромагниты, звуковые сигнализаторы и многие другие. Чаще всего они питаются от сети 220 В (50 Гц) и для их включения могут применяться хорошо известные схемотехнические варианты, уже описанные в книгах [1, 2 и др.]. Здесь мы рассмотрим только те из них, которые **обеспечивают гальваническую развязку от цепей управления**. Такая развязка необходима не только в целях электробезопасности при эксплуата-

ции устройства, но часто еще обеспечивает удобство согласования отдельных узлов схемы. Для управления любым устройством, которое питается непосредственно от сети, можно воспользоваться схемами на следующих элементах:

1) **электромагнитных реле** — это самый древний, простой и универсальный способ, к тому же довольно дешевый. Последнее обстоятельство способствует широкому применению реле не только в бытовой, но и в промышленной аппаратуре. Для управления реле требуется от источника постоянный ток от 10 мА (у герконовых), до 300 мА (у силовых электромагнитных).

У реле есть множество недостатков: относительно большое время срабатывания (5...100 мс); дребезг контактов при переключении; искрение контактов на больших коммутируемых токах, из-за чего они подгорают и выходят из строя (небольшой ресурс); создают шум при переключении и ряд других, менее важных. В современной радиоаппаратуре, по возможности, стараются обходиться без них и применяют только электронные коммутаторы;

2) **импульсных трансформаторах** — для передачи управляющих сигналов на силовые ключи. Самые простые из таких схем показаны на рис. 1.2 (элементы, отмеченные звездочкой *, иногда

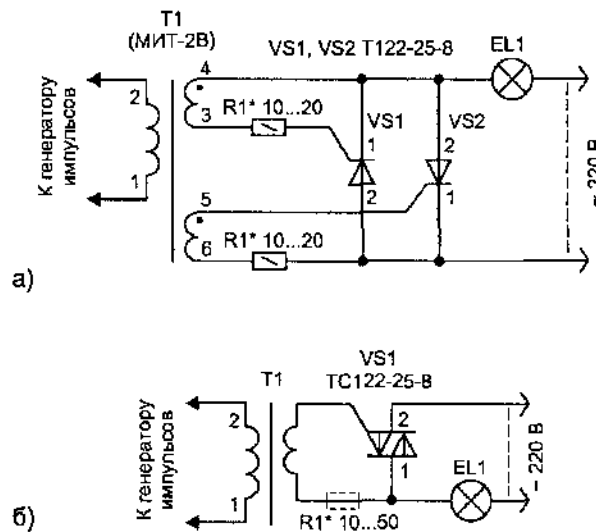


Рис. 1.2. Схемы с трансформаторной развязкой управляющих сигналов от силовой цепи:
а — для тиристоров, б — для симисторов

не используются). К сожалению, трансформаторы трудоемки в изготовлении и имеют большие габариты;

3) **элементарных оптопарах** (транзисторные, тиристорные и симисторные) для управления силовыми тиристорами или симисторами, как это показано на рис. 1.3, а—д. В качестве нагрузки везде показана лампа EL1, хотя вместо нее может быть включена обмотка нагревателя, электромотора или трансформатора. Благодаря малому току управления (5...15 мА — ток может быть импульсным), высокой надежности и небольшой цене эти схемы очень широко применяются в радиоаппаратуре;

Для ускорения переключения силового ключа иногда применяют RC-цепочку, показанную на схемах пунктиром, но даже без нее быстродействие у таких электронных коммутаторов значительно выше, чем у реле (составляет около 0,5 мс). При срабатывании они не искрят, не создают акустического шума и стойко выдерживают кратковременные стократные перегрузки по току, которые часто возникают при коммутации реактивной нагрузки (электромоторов, трансформаторов).

Некоторые оптопары имеют внутри «нуль-орган» — специальную схему, которая обеспечивает срабатывание коммутатора только сразу после момента перехода сетевого напряжения через ноль (см. справочный раздел), что уменьшает коммутационные помехи.

4) **силовых оптотиристорах и симметричных оптотриаках** (называемых еще оптосимисторами). В них оптопара установлена внутри корпуса силового элемента. Эти компоненты обладают теми же достоинствами, что и обычные тиристоры и симисторы — их можно использовать для коммутации любой нагрузки, на переменном токе, рис. 1.4, но таким узлам для работы требуется от схемы управления большего тока (до 100...150 мА — ток может быть импульсным);

5) **твердотельных реле** — их изготавливают на основе мощных полевых транзисторов или симисторов. По своим возможностям приближаются к обычным реле (специально предназначены для их замены, с чем и связано распространение такого названия), только они гораздо надежнее и меньше по габаритам, обладают большим быстродействием, чем все виды других электронных коммутаторов, и требуют небольшого тока управления (1...25 мА). Большинство таких компонентов могут работать не только на переменном токе, но и на постоянном.

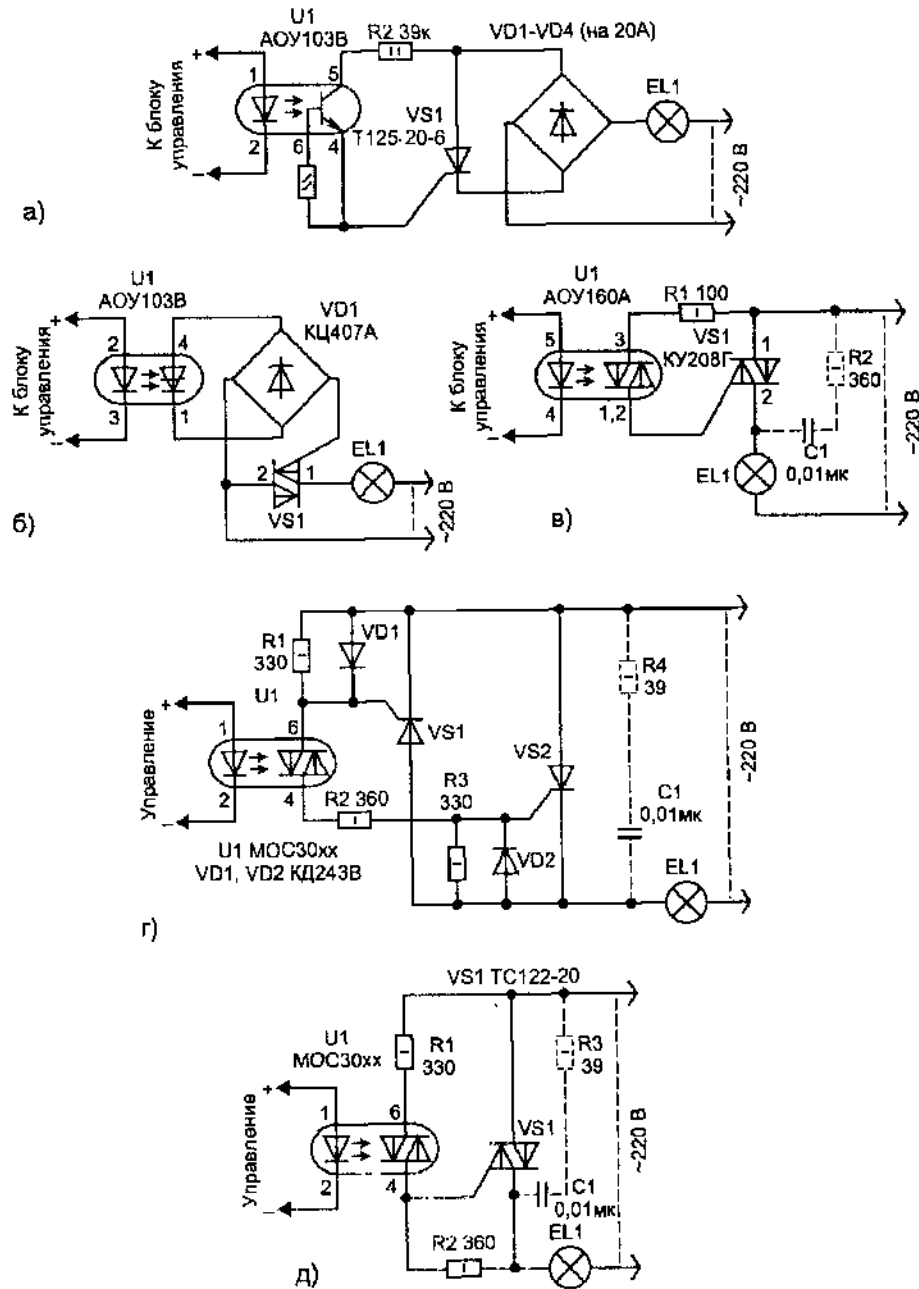


Рис. 1.3. Схемы на основе оптопар для управления сетевой нагрузкой

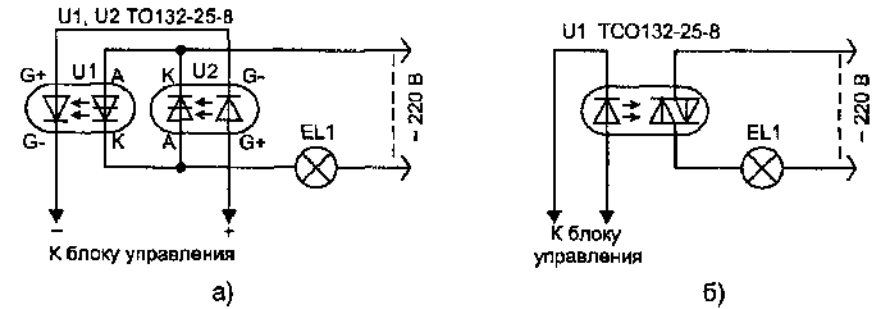


Рис. 1.4. Схемы коммутаторов нагрузки на основе оптотиристоров (а) и оптосимисторов (б)

На рынке представлен большой ассортимент твердотельных реле отечественного и импортного производства с разной внутренней структурой, рассчитанных на разные токи. На рис. 1.5 показана упрощенная внутренняя структура и пример схемы включения нагрузки на переменном и постоянном токе только для некоторых из них.

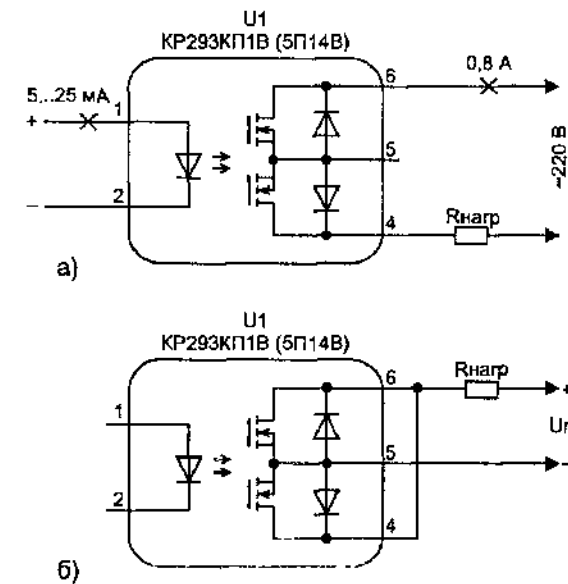


Рис. 1.5. Схемы коммутаторов на основе твердотельного оптоэлектронного реле: а — для переменного тока; б — для постоянного тока

Многие из приведенных вариантов вы встретите далее в конструкциях этой книги. Что лучше использовать в схеме в качестве коммутатора — зависит от требуемого быстродействия системы. При медленных процессах во многих случаях подойдут электромеханические реле. Если нужна большая скорость, а габариты большой роли не играют — используют трансформаторы. Там, где необходимо не только быстродействие, но и повышенная надежность, применяют оптоэлектронные коммутаторы на соответствующий номинальный ток. Компоненты оптоэлектроники достаточно подробно описаны в справочном разделе книги, и, воспользовавшись этой информацией, вы легко найдете подходящий.

Датчики — источник информации

У большинства людей имеется всего шесть органов чувств: **зрения, осязания, слуха, обоняния, вкуса и вестибулярный аппарат** (последний расположен во внутреннем ухе). Кроме аналогичных по назначению электронных датчиков, автоматы могут использовать многие другие: электромагнитного излучения, магнитного поля, влажности, радиации и т. д. Все это позволяет значительно расширить возможности управляющих устройств, по сравнению с возможностями человека, и автоматизировать многие процессы. К тому же электронные датчики более быстродействующие и объективные — их трудно обмануть или усыпить бдительность, как это нередко происходит с ощущениями человека.

Любой датчик преобразовывает контролируемые величины в соответствующие пропорциональные электрические сигналы (чаще всего в напряжение, ток или частоту), с которыми проще иметь дело в дальнейшем, например, передавать на расстояние или преобразовывать в нужный вид информации.

Приходящие с датчиков электрические сигналы по форме чаще всего бывают трех видов: **дискретные** — изменяющиеся скачком (импульсно), **непрерывные** — изменяющиеся медленно (постепенно) или в виде **последовательности импульсов** (кодовой посылки или частоты). Аналогичными могут быть и выходные сигналы, идущие от устройства управления. Если от датчика при преобразовании получается сигнал слабый, то рядом с ним ставят усилитель и все это выполняется единым конструктивно законченным узлом.

Датчики могут быть **контактными** (непосредственно соприкасающимися с контролируемым объектом) и **бесконтактными** (работающими на расстоянии).

Разработано огромное количество датчиков, которые используют все известные науке физические процессы, но грубо их можно разделить на две большие группы:

- **для механических величин:** параметров перемещения, скорости вращения, вибрации и т. д. В простейшем случае датчиком, указывающим положение предмета в пространстве, может являться обычный механический или герконовый выключатель (их часто используют в охранных системах и промышленных автоматах);
- **для физических параметров:** освещения, температуры, влажности, давления, сопротивления и т. д.

Так как электронные схемы управления работают только с электрическими сигналами, для них совершенно безразлично, какая причина привела к изменению уровня сигнала на входе. Меняя типы датчиков или исполнительных устройств, одна и та же схема может выполнять разные задачи. Например, пороговое устройство (компаратор), реагирующий на повышение освещения, уровня воды или температуры выше заданного уровня, может иметь одну и ту же электрическую схему.

Рассмотреть в рамках этой книги все многообразие датчиков просто невозможно. Здесь вы познакомитесь с некоторыми простейшими практическими устройствами на основе легко доступных компонентов. Их можно использовать автономно или же в составе более сложных систем, описываемых далее в этой же книге.

Датчики на ИК-лучах

В современной радиоэлектронике очень широко применяются оптоэлектронные компоненты, использующие инфракрасные (ИК) лучи. Хотя мы их не видим, но такие лучи подчиняются законам оптики, как и видимый свет. На основе таких узлов удобно выполнять разнообразные датчики для систем управления. Перед вами вариант бесконтактного датчика, принцип работы которого основан на импульсном излучении ИК-лучей и их приеме уже отраженными от препятствий (или же приеме прямого луча), рис. 1.6.

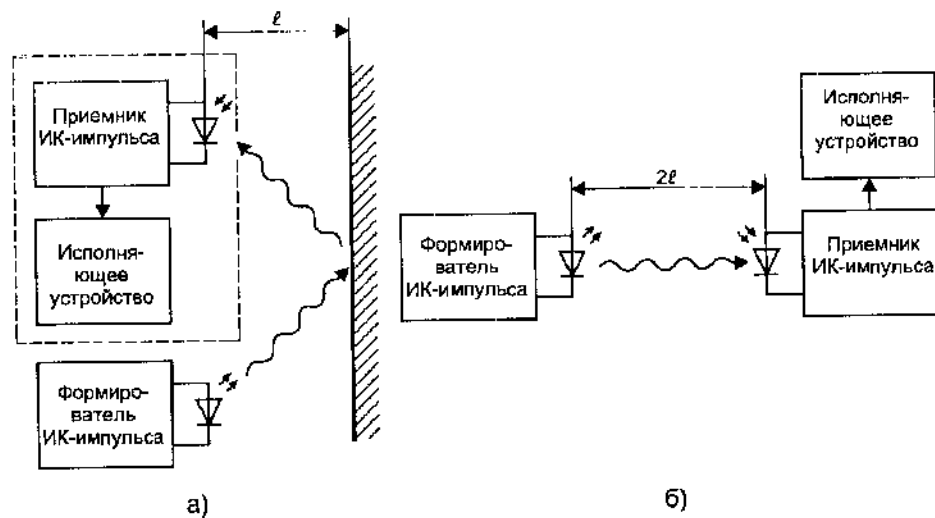


Рис. 1.6. Возможное расположение узлов:
а — на отражение луча; б — на прямом луче

В зависимости от расположения ИК-приемника и ИК-передатчика, устройство позволяет контролировать наличие предметов или препятствий на расстоянии до 1...2 м. По сравнению с аналогами, опубликованными в литературе, эта схема получилась более простой из-за применения распространенного современного интегрального ИК-усилителя (DA1).

Электрическая схема состоит из двух узлов: передатчика (рис. 1.7) и приемника ИК-импульсов (рис. 1.9). Каждый из узлов собран на своей печатной плате, что в дальнейшем может пригодиться, если появится необходимость подключить сигнализатор к системе охраны, срабатывающей при пересечении луча (рис. 1.6, б), т. е. создать так называемый ИК-барьер. Несмотря на то что более удобно при установке устройства, когда ИК-излучатель и ИК-приемник находятся в одном корпусе, но раздельное их размещение позволяет в 2 раза увеличить зону действия датчика.

ИК-передатчик состоит из генератора (на элементах DD1.1, DD1.2), формирователя коротких импульсов (DD1.3), буферного каскада (DD1.4) и усилителя мощности на транзисторе VT1. На выходе будет последовательность коротких импульсов, формируемых по фронту импульсов задающего генератора.

Основная частота генератора (32,8 кГц) стабилизирована «часовым» кварцевым резонатором. В этом случае не требуется точ-

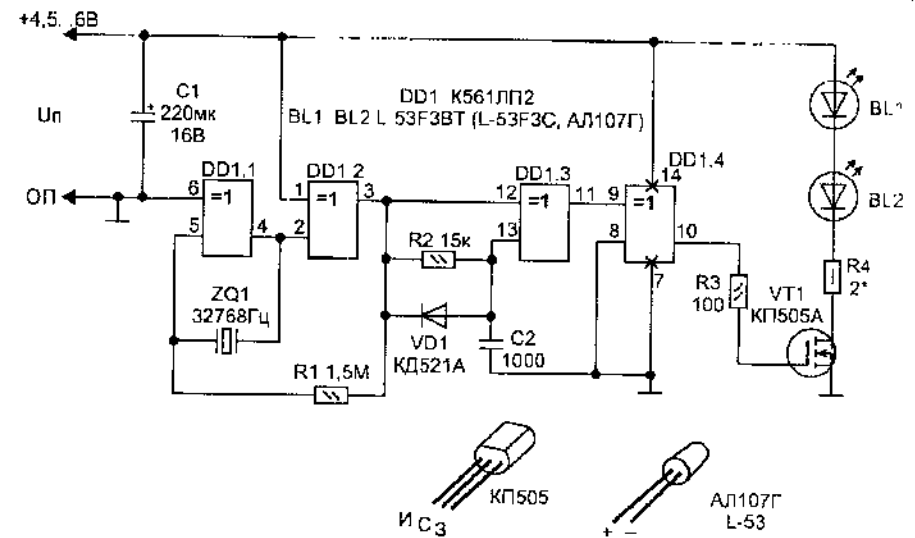


Рис. 1.7. Генератор ИК-импульсов

ная настройка задающего генератора. Это не только упрощает изготовление, но и делает параметры устройства более стабильными во времени. Частота генератора выбрана не случайно, ведь в интегральном ИК-приемнике есть фильтр на близкую частоту (33 кГц), что повышает помехоустойчивость канала связи системы.

Транзистор КП505(А—В) может быть заменен на BSS295. Номинал резистора R4 зависит от напряжения питания схемы и мощности примененных ИК-диодов, большинство из них допускают довольно большой ток в импульсе (от 100 мА до 1,5 А). Излучающие диоды следует выбирать на длину волны 950 нм, так как описанный далее приемник имеет максимальную чувствительность именно на этом участке диапазона. Варианты для замены излучающих ИК-диодов можно найти в справочном разделе книги.

Для монтажа передатчика можно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 1.8.

Два варианта выполнения схемы ИК-приемника приведены на рис. 1.9. В нем использован интегральный модуль TSOP1833, подробно описанный в справочном разделе книги (там же приведены варианты аналогов для его замены), а при небольшой коррекции топологии платы можно также применять модули TSOP1733. Так как модуль ИК-приемника требует для питания меньшего напряжения, чем все остальные узлы, установлен транзистор VT1, который

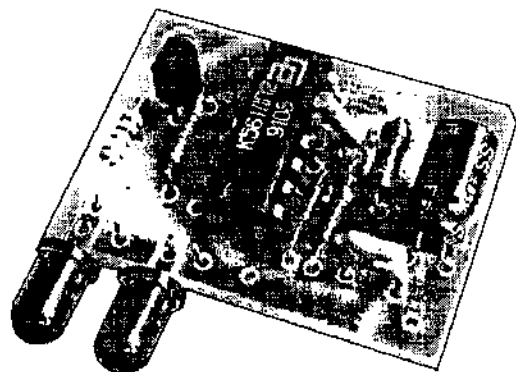
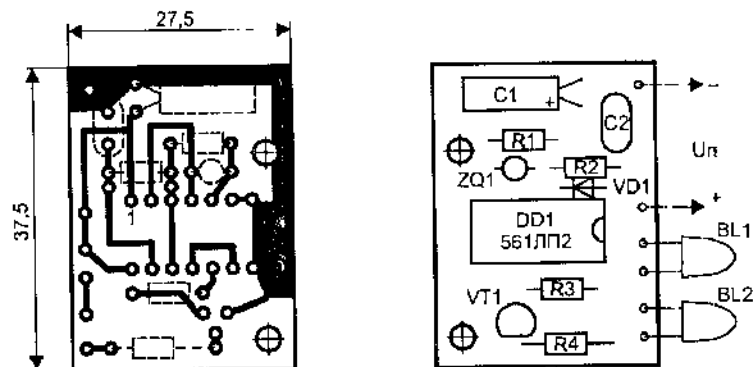
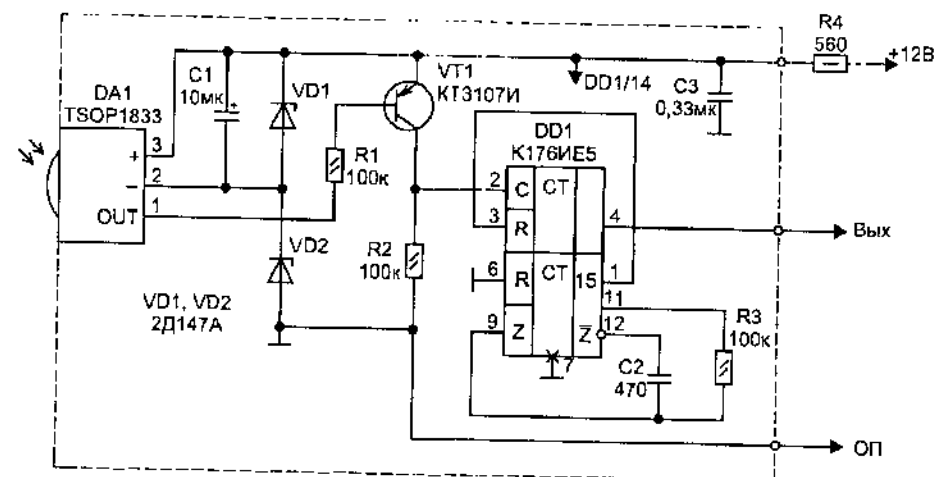


Рис. 1.8. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

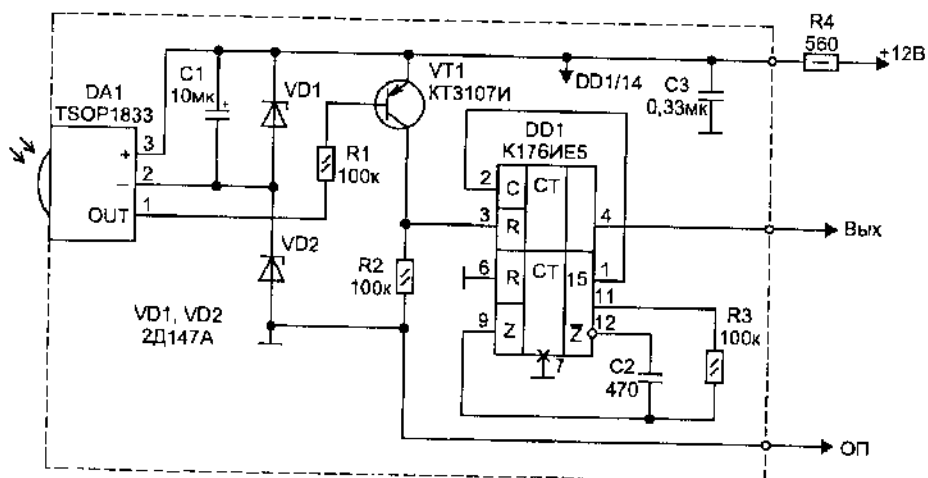
обеспечивает согласование уровней сигналов между приемником и счетчиком на микросхеме.

Микросхема K176IE5 содержит два независимых счетчика, один из которых внутри уже соединен с генератором. В зависимости от варианта подключения верхнего счетчика, на выходе (вывод 4) появится лог. 1, когда исчезнут ИК-импульсы (рис. 1.9, а) или когда они появятся (рис. 1.9, б).

Как только на выходе микросхемы DD1/1 появляется нулевой уровень относительно вывода 2, транзистор VT1 откроется и на резисторе R2 будет лог. 1 (9 В), что приведет к перезапуску верхнего счетчика DD1. В начальный момент на выходе DD1/4 будет лог. 0.



а)



б)

Рис. 1.9. Схемы ИК-приемников:
а — вариант на пересечение луча; б — на отражение луча

Схемы работают в режиме микротоков (потребляют всего 1,5 мА) и могут питаться от любого источника с напряжением 10...16 В.

Для сборки второго варианта схемы можно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 1.10. Она предусматривает установку стабилитронов только в пластмассовых корпусах, что хорошо видно на фотографии.

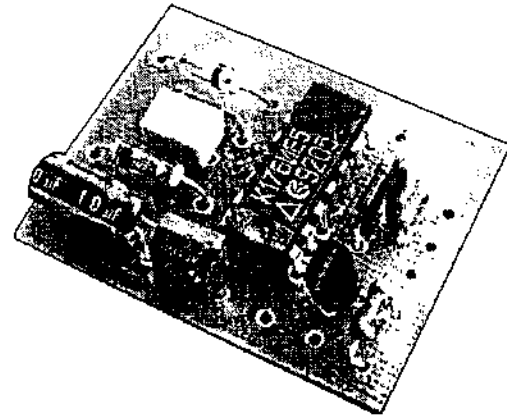
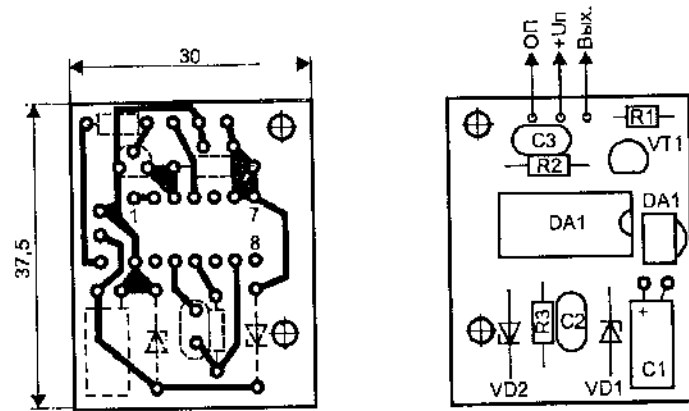


Рис. 1.10. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

Сигнализаторы влажности

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Такие устройства могут использоваться для контроля протечек воды в квартире или на чердаке (когда идет дождь), появления воды в подвальном помещении. Им можно найти и другие разнообразные применения. Здесь приведены два варианта выполнения сигнализаторов, которые срабатывают при появлении воды между контактами (F1). В качестве датчика воды F1 может служить небольшой кусок фольгированного стеклотекстолита — на стороне фольги зигзагом прорезается резакон тонкая полоса. Полученным таким образом две дорожки подключаются к схеме.

Обе схемы имеют световую и звуковую индикацию состояния, а от ранее известных аналогов отличаются простотой. Для удобства эксплуатации при подаче питания действует первоначальный проверочный импульс включения индикации. Это позволяет убедиться в работоспособности устройства.

На рис. 1.11 показан первый вариант сигнализатора. При замыкании контактов датчика F1 (через малое сопротивление воды) будет непрерывно работать звуковой сигнал и светиться светодиод до момента, пока не выключат устройство. Выключатель SA1 позволяет изменить режим индикации HL1 на постоянное свечение светодиода в дежурном режиме — это может использоваться при питании схемы от сетевого источника.

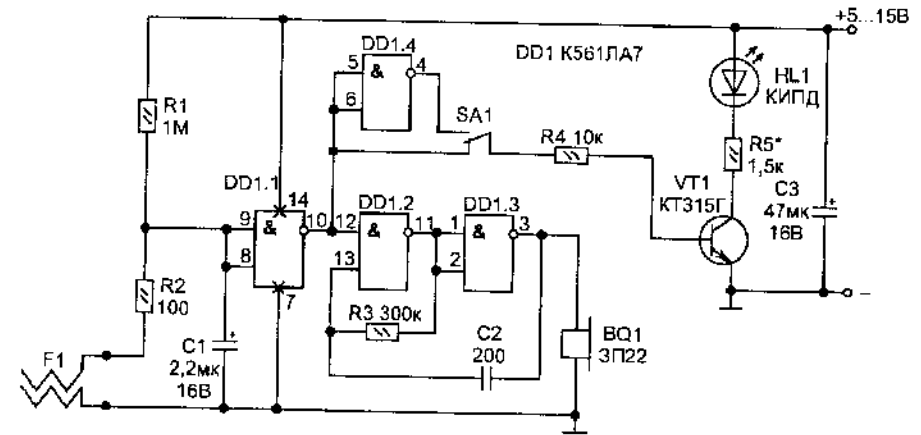


Рис. 1.11. Сигнализатор влажности с непрерывной индикацией при срабатывании

Во второй схеме, приведенной на рис. 1.12, в случае срабатывания датчика звуковой и световой сигналы включаются периодически (за счет применения двух автогенераторов), обеспечивая прерывистый звук в режиме «тревога».

Схемы достаточно простые, и их легко можно собрать на универсальной макетной плате.

Сигнализаторы могут питаться от любого источника или батареи с напряжением от 5 до 15 В. Для первой схемы потребляемый ток в режиме ожидания при питании от 5 и 15 В составляет соответственно 0,5 и 1 мкА, а в режиме тревоги — не более 24 мА. Для второй схемы эти значения составляют от 0,5 до 1 мкА (в режиме

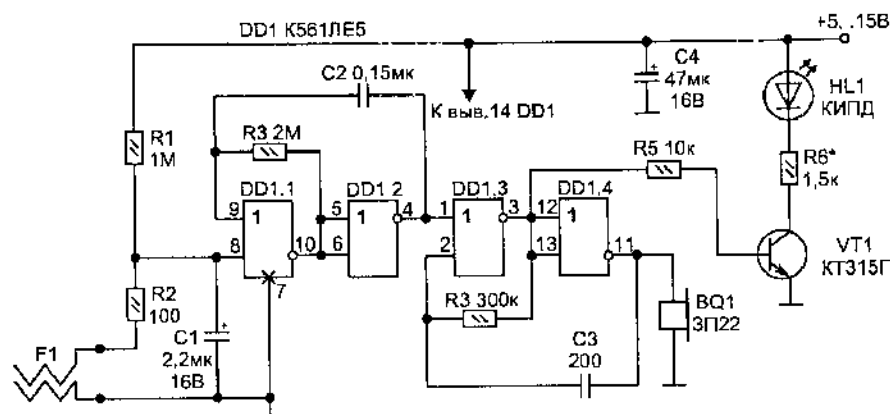


Рис. 1.12. Сигнализатор влажности с прерывистой индикацией при срабатывании

«ожидание») и не превышают 10 мА в режиме «тревога». Для достаточной яркости свечения индикаторного светодиода может потребоваться подбор установленного последовательно с ним резистора при самом низком напряжении питания. Другой настройки не требуется.

Сигнализатор для освещения или температуры

По схеме, аналогичной приведенной на рис. 1.11, можно сделать пороговый датчик для освещения или температуры, если вместо F1 использовать в качестве чувствительного элемента любой фоторезистор или терморезистор, а R1 заменить подстроечным для того, чтобы имелась возможность регулировать порог срабатывания сигнализатора, как показано на рис. 1.13. Но при этом следует учитывать такую особенность работы обычных КМОП-микросхем, как наличие у них сквозных токов при медленном переключении (этот ток может превышать 1 мА).

Если в обычном состоянии выход логического элемента переходит от «0» к лог. 1 быстро, то при медленном изменении сигнала на входе (например, при постепенном снижении освещения в течение дня) — на его выходе возникает ситуация, когда оба ключа находятся в линейном режиме, что существенно увеличивает потребление. Чтобы этого избежать, используют специальные логические элементы — триггеры Шмитта, у которых имеется гистерезис при переключении (561ТЛ1, 561ТЛ2).

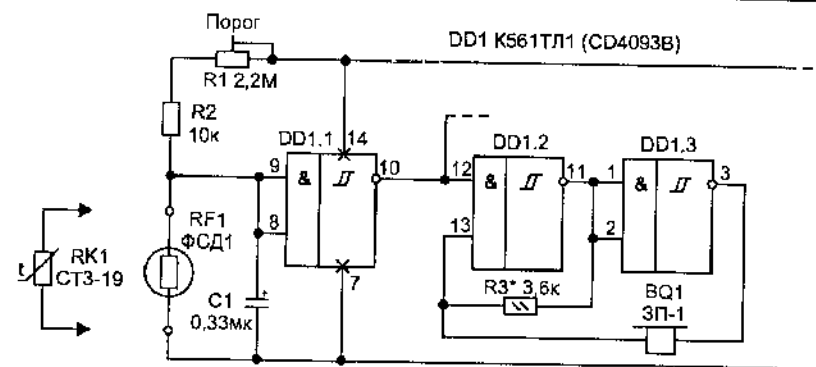


Рис. 1.13. Сигнализатор с датчиком RF1 срабатывает на освещение, а при установке вместо RF1 фоторезистора RK1 — при повышении температуры

Номинал R1 выбирается близким к сопротивлению датчика (или чуть больше). Так как указанные на схеме датчики (фоторезистор и терморезистор) выполнены из полупроводниковых материалов — они имеют отрицательный коэффициент изменения сопротивления. Это значит, что при освещении (нагреве) происходит пропорциональное уменьшение сопротивления датчика, что в свою очередь вызывает появление лог. 1 на выводе DD1/10 и включение автогенератора.

Для того чтобы изменить логику срабатывания сигнализатора, т. е. чтобы сигнал появлялся только когда пропадет освещение (или понизится температура), датчики необходимо включать между «+» питания и входом, а регулирующий порог резистор наоборот — между общим проводом и входом микросхемы.

Схема не критична к выбору компонентов. Пьезоизлучатель BQ1 подойдет любой, но при этом потребуется подбор резистора R3 для получения максимальной громкости звука (этим резистором настраивается частота работы автогенератора так, чтобы она соответствовала резонансной частоте пьезоизлучателя).

Управляющие автоматы

Зачем самим делать то, что вполне может выполнить электроника. Перед вами несколько устройств, в основном предназначенных для управления светом. Ведь в быту большая часть электроэнергии расходуется именно на освещение. Использование таких автоматов позволяет получить значительную экономию электроэнергии. Ну а о других возможных их применениях вы догадаетесь.

Автоматический выключатель света

Это устройство может быть установлено в качестве приставки к настольной лампе — свет включится, если рядом (на расстоянии до 1,5 м) появится человек или какой-то объект. Его также можно использовать и в составе охранной системы в качестве сигнализатора, заменив лампу на звонок.

Схема состоит из ИК-передатчика и ИК-приемника, которые могут располагаться в одном корпусе, так как принцип действия основан на приеме отраженных от препятствий лучей (это показано на рис. 1.6, а). ИК-передатчик может использоваться уже описанный ранее (см. рис. 1.7). Электрическая схема приемника приведена на рис. 1.14.

Эта схема питается непосредственно от сети и выполнена на основе интегральной микросхемы ИК-приемника (DA1) и оптронно-

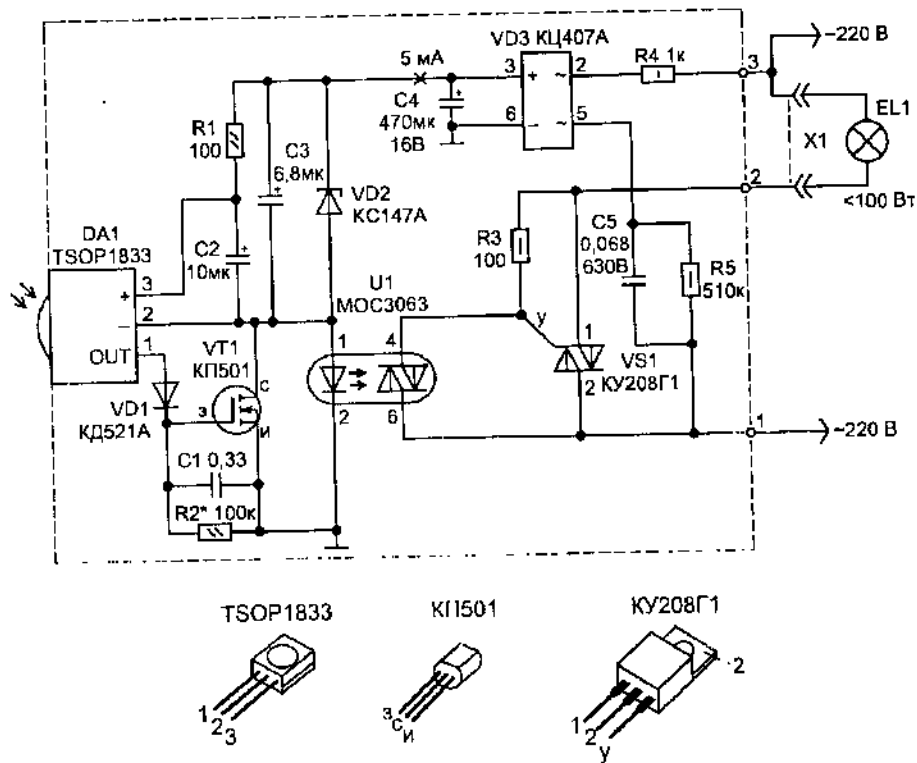


Рис. 1.14. Электрическая схема приемника для автоматического выключателя

го коммутатора (U1), который управляет более мощным симисторным коммутатором (VS1).

В исходном состоянии на выходе DA1 (вывод 1) присутствует уровень питающего напряжения. В устройстве используется особенность данных интегральных ИК-приемников: если на них поступают короткие ИК-импульсы с тактовой частотой микросхемы — на выходе будет нулевой уровень относительно вывода 2. Как только ИК-сигнал исчезнет — на выходе опять появится потенциал, близкий к питанию. Если на выходе OUT лог. 0, то транзистор VT1 будет закрыт (ему для открывания необходимо напряжение 2...4 В). В этом случае через светодиод оптронного симистора протекает ток, который включает более мощный симистор VS1. При этом лампа EL1 светится.

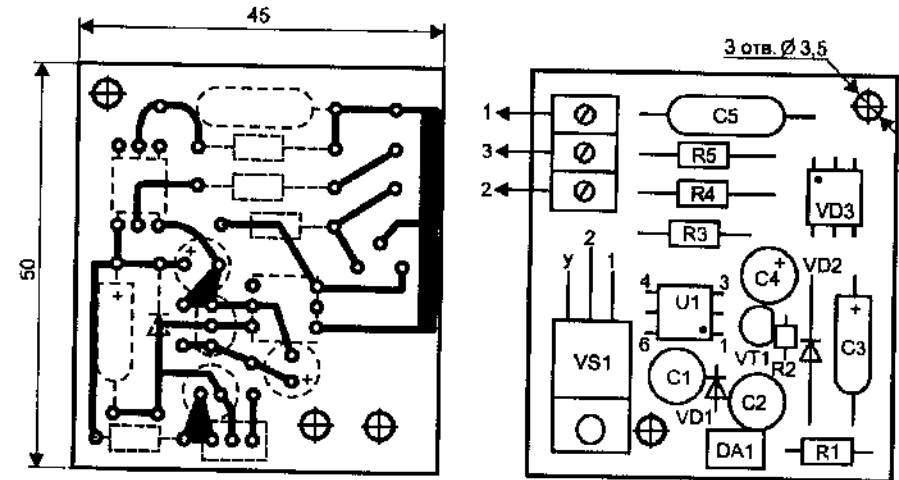


Рис. 1.15. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

Потребляемый ток из сети не превышает 6 мА. Этого удалось добиться двумя способами: во-первых, за счет применения симисторных оптронов с током включения 5 мА — МОС3063 (его можно заменить аналогичным, но с большим допустимым коммутируемым напряжением МОС3083), а также необычной схемой включения оптрона. Он стоит в цепи питания последовательно с основной схемой управления — это избавляет от необходимости брать из сети для его включения дополнительный ток.

Применяемый оптрон имеет полезное свойство — встроенный нуль-орган, благодаря чему обеспечивает коммутацию управляющего тока только в момент перехода фазы напряжения через ноль, что избавляет от коммутационных помех.

Элементы устройства расположены на печатной плате из стеклотекстолита размером 50 × 45 мм, рис. 1.15. Для удобства подключения внешних цепей на плате предусмотрена установка контактных винтовых зажимов.

При монтаже применялись радиодетали: резисторы МЛТ и С2-23 (их мощность указана на схеме), конденсаторы С1 — К10-17; С5 — К73-17 на 400 или 630 В. Диод VD1 можно заменить любым импульсным. Стабилитрон VD2 подойдет любой малогабаритный на 5,2 В.

Если мощность лампы не превышает 100 Вт, то теплоотвод для симистора VS1 не нужен (он может быть закреплен прямо на плате, как это показано на фотографии).

Настройка схемы заключается в подборе номинала резистора R2 таким, чтобы транзистор VT1 был открыт, когда не приходят ИК-импульсы (при этом лампа светиться не должна).

Включение освещения при приближении к объекту

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Кому из радиолюбителей не хотелось автоматизировать свой дом, квартиру, гараж. Когда, например, зажегся бы автоматически свет при подходе к двери. Или, наконец, сделать несложную охранную систему на инфракрасных лучах, которая бы следила за приближением объекта. При наличии современных датчиков это не составит труда, но их трудно найти в продаже. Такие датчики устанавливают только в дорогих системах автоматики и сигнализации.

Вашему вниманию предлагается схема, которая срабатывает при приближении объекта. Она может найти различные применения: от работы в составе охранной сигнализации в качестве сигнализатора до автомата включения освещения при приближении человека.

Структура датчика препятствия показана на рис. 1.16. Максимальное расстояние до объекта, на котором может реагировать автомат, составляет примерно 3...4 м (его можно уменьшить до нужной величины). При использовании более мощных излучающих ИК-диодов дальность действия увеличится. Принцип работы схемы основан на передаче ИК-импульсов, которые отражаются от объекта и принимаются приемником. На выходе силовой части устройства можно подключить лампу, сирену или еще что-то необходимое.

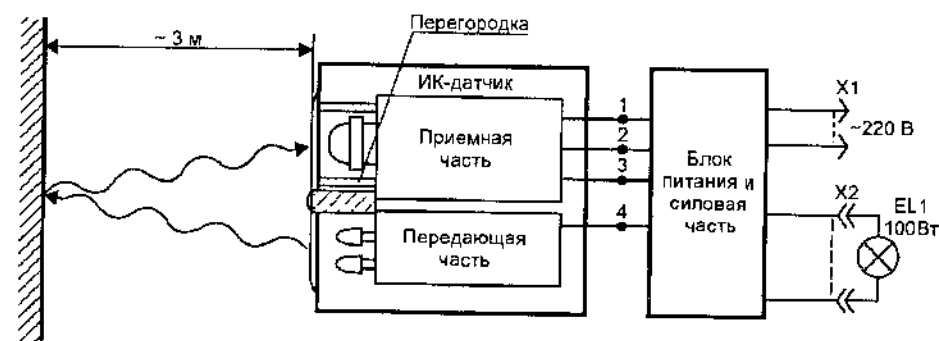
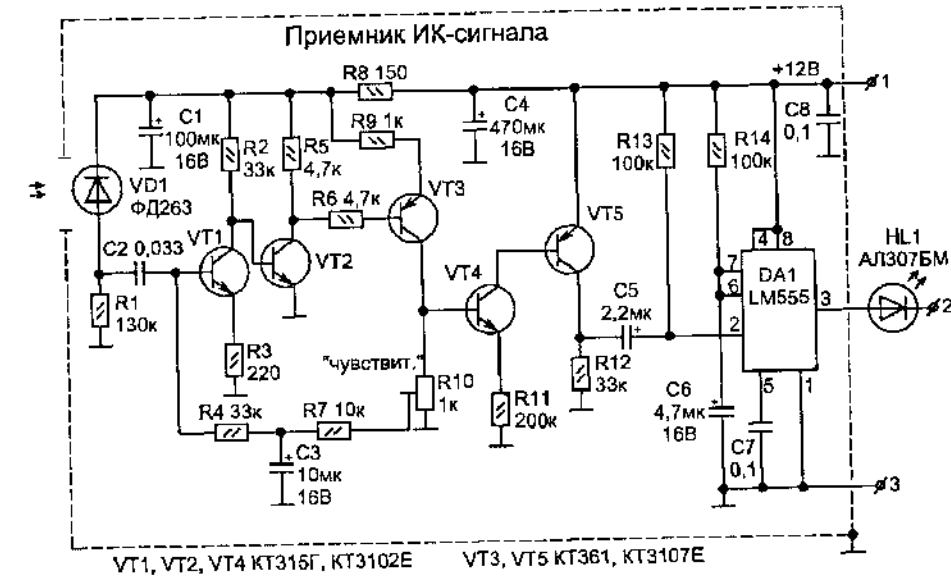


Рис. 1.16. Основные узлы, из которых состоит устройство

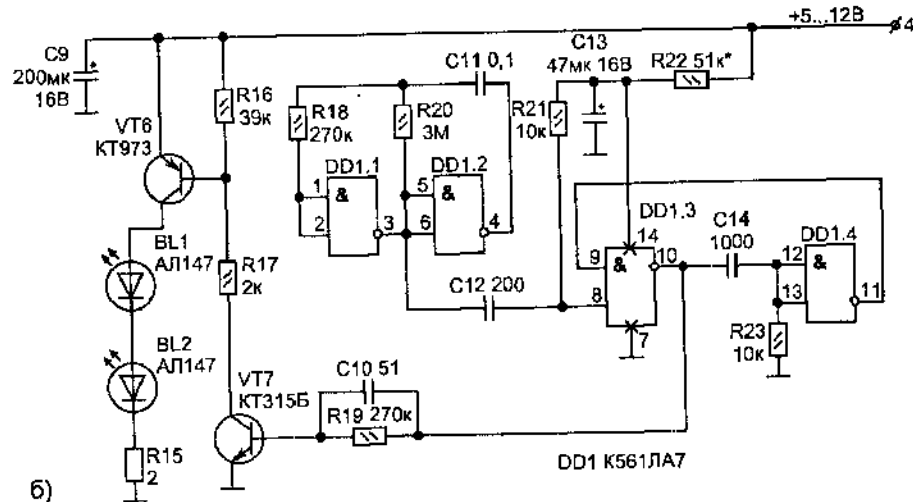
На рис. 1.17 приведена принципиальная схема приемной и передающей части устройства. Передающая часть позаимствована из книги Виноградова Ю. А. [3]. Она состоит из тактового генератора (на элементах микросхемы DD1.1, DD1.2), импульсы которого запускают одновибратор (DD1.3, DD1.4) для формирования более коротких импульсов. Они в свою очередь открывают нормально закрытые транзисторы VT6, VT7. Ток, проходящий через ИК-диоды (BL1—BL2), вызывает импульсное излучение. Данная схема потребляет очень мало энергии, так как излучение посылается импульсно, тем самым не перегружая выходной транзистор и сами ИК-диоды.

При появлении объекта в поле излучения передатчика происходит отражение ИК-лучей и они попадают на приемную часть. Импульсы с фотодиода VD1 усиливаются усилителем на транзисторах VT1—VT5 и поступают на одновибратор DA1, выполненный

на таймере серии 555 (отечественный аналог — КР1006ВИ1). Одновибратор формирует на выходе импульсы длительностью 0,5 с, а если на его вход постоянно приходят запускающие импульсы, то на выходе будет присутствовать высокое напряжение, близкое к питающему.



а)



б)

Рис. 1.17. Приемная (а) и передающая (б) части схемы

Далее через светодиода HL1, который своим свечением сигнализирует о появлении объекта, этот сигнал поступает на тиристорную оптопару VS2 (АОУ115). В свою очередь оптопара включает таймер DA2 (рис. 1.18). Данный таймер управляет свечением лампы EL1 — время ее работы можно регулировать от 5 с до 10...15 мин при помощи резистора R4. Лампа погаснет через этот интервал, если объект удалится из поля «зрения» передатчика.

Силовая часть состоит из двух узлов: схемы управления тиристором VS1 (с бестрансформаторным питанием от сети) и мало-мощного стабилизатора напряжения для питания ИК-датчика (с понижающим напряжением трансформатором). Последний питается от сети через фильтр от импульсных и высокочастотных помех. Простейший фильтр может быть выполнен на ферритовом кольце Ø22...30 мм (края закруглите напильником). Намотка двух обмоток выполняется одновременно — двухпроводной «лапшой» из силового провода до заполнения каркаса (от 5 до 8 витков).

Питаются приемная и передающая часть от двух регулируемых стабилизаторов с защитой от короткого замыкания. Причем верхний по схеме (VT2, VT4) используется для питания приемника, а нижний (VT1, VT3) для передатчика. Резистор R10 выводится на переднюю панель автомата. Этим резистором регулируется напряжение от 5 до 12 В, а следовательно, и мощность излучения ИК-диодов, что позволяет менять расстояние реагирования от 50 см до максимума — 3...4 м.

На рис. 1.19 показана схема второго варианта приемной части, которая благодаря применению специализированной микросхемы КР1056УП1 имеет увеличенную чувствительность. Тут микросхема таймера играет только роль буфера.

В схему также введен звуковой генератор на элементах D1.1, D1.2. Тумблером SA1 выбирается режим сигнализации:

- замкнуты показанные на схеме контакты — непрерывный звуковой сигнал;
- второе положение переключателя — одноразовый режим сигнализации. При этом элементы D1.3, D1.4 выдают один короткий импульс (длительностью около 1 с) на запуск звукового генератора при попадании объекта в поле зрения автомата.

Сам автомат монтируется в двух корпусах. Силовая вместе с питающей частью и, отдельно, передающая с приемной частью. Соединяются два блока многожильным проводом. Передающая и

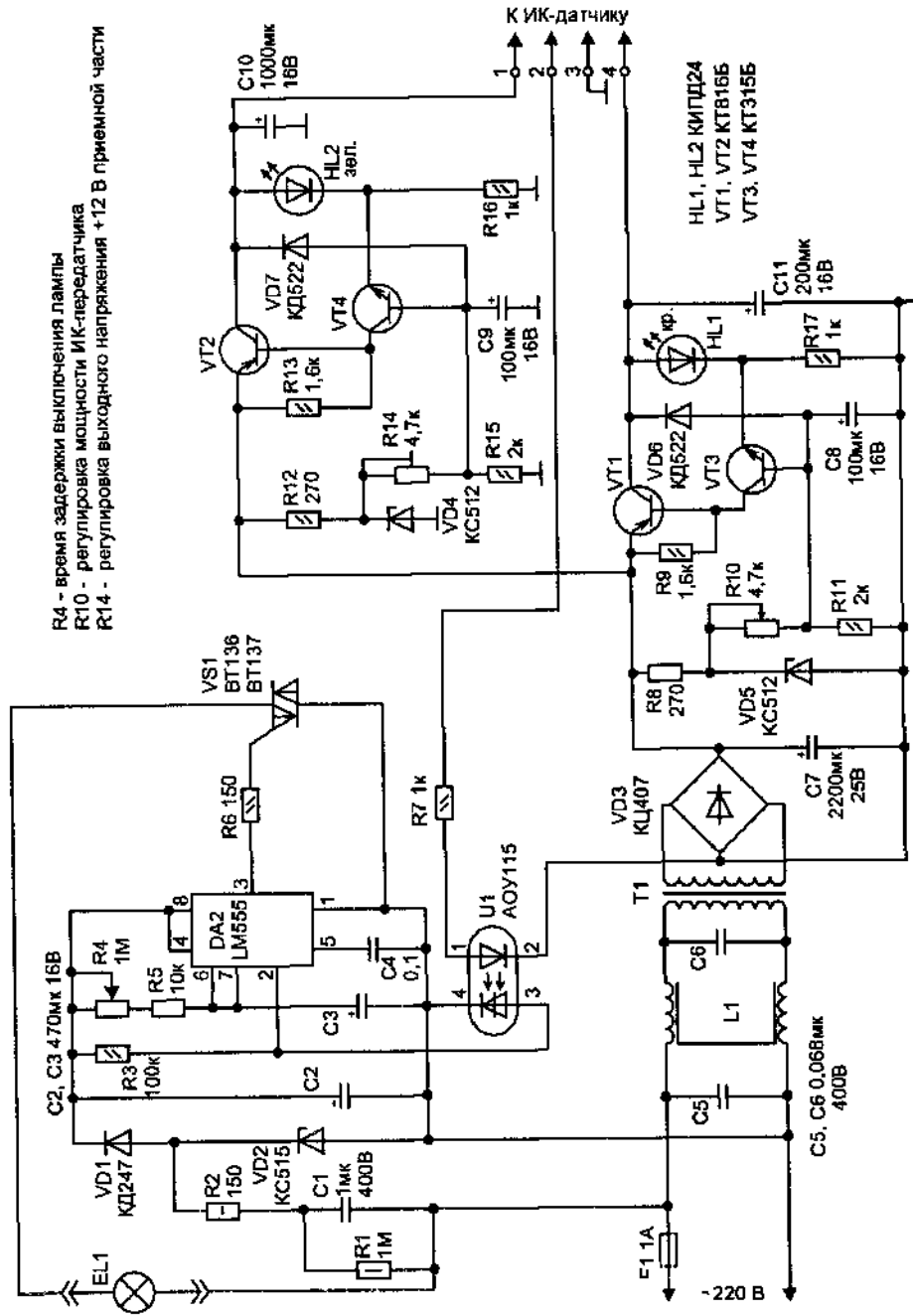


Рис. 1.18. Схема силовой части и блока питания для ИК-датчика

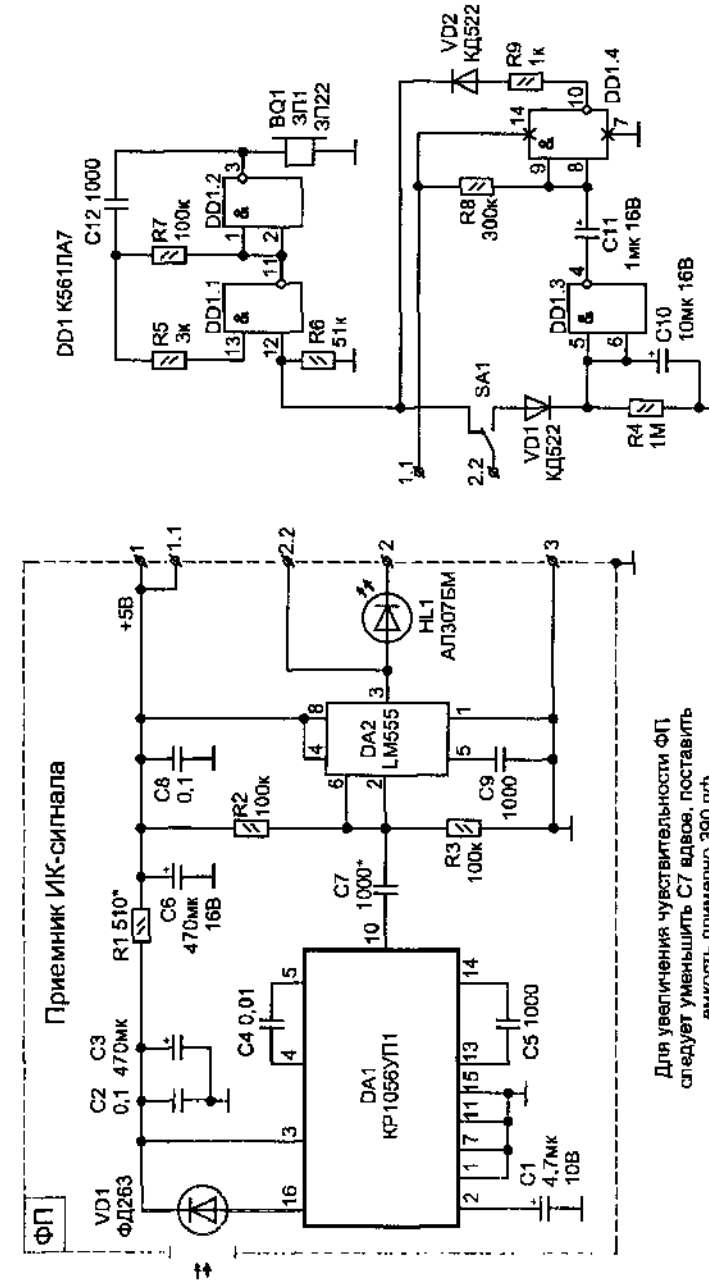


Рис. 1.19. Второй вариант приемной части схемы ИК-датчика и звуковой генератор для оповещения

Для увеличения чувствительности ФП следует уменьшить С7 вдвое, поставить емкость примерно 390 пф

приемная схемы самые ответственные. Располагаются они в одном корпусе и разделены светонепроницаемой перегородкой, чтобы не было засветки по месту излучения. Сам фотодиод помещен в небольшой тубус для лучшей направленности на отраженное излучение. Окно закрывается стеклом красного цвета для уменьшения засветки от посторонних источников.

Настройки автомат практически не требует. Резистором R9 устанавливаем нужную дальность отражения, направляя передатчик в пустое пространство и периодически подставляя предметы.

Примечание

Источник питания схемы можно существенно упростить, если вместо собранных на дискретных элементах линейных стабилизаторов установить микросхемы стабилизаторов на соответствующее напряжение, например, из серии КРЕН или их зарубежном эквиваленте 78xx. Регулируемый источник проще всего выполнить на микросхеме К142ЕН12А(Б) или LM317, что то же самое.

Автомат дежурного освещения

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

В книге 4 из этой же серии под заголовком «Акустический ночник» уже была опубликована аналогичная схема. При анализе ее работы родилась мысль создать подобное устройство и для других применений. Например, автомат сможет сам включать свет перед вашей входной дверью в доме, на даче или в гараже при малейшем шуме (нужная чувствительность настраивается при подключении). Дежурный свет на некоторое время (оно тоже легко регулируется) может сам включаться в коридоре при стуке в дверь или же звонке (входном или телефонном). Причем автоматическое включение освещения может работать постоянно либо же только в темное время суток (режим зависит от положения переключателя SA1).

Электрическая схема устройства (рис. 1.20) состоит из микрофонного усилителя, подключенного ко входу аналогового таймера (DA1). На микросхеме DA1 собран одновибратор, формирующий широкий импульс на выходе — в течение этого времени будет открыт симистор VS1. Время включения симистора регулируется резистором R10 от 1 до 9 мин. Для того чтобы запретить работу одновибратора в дневное время, когда света и так достаточно, к его вхо-

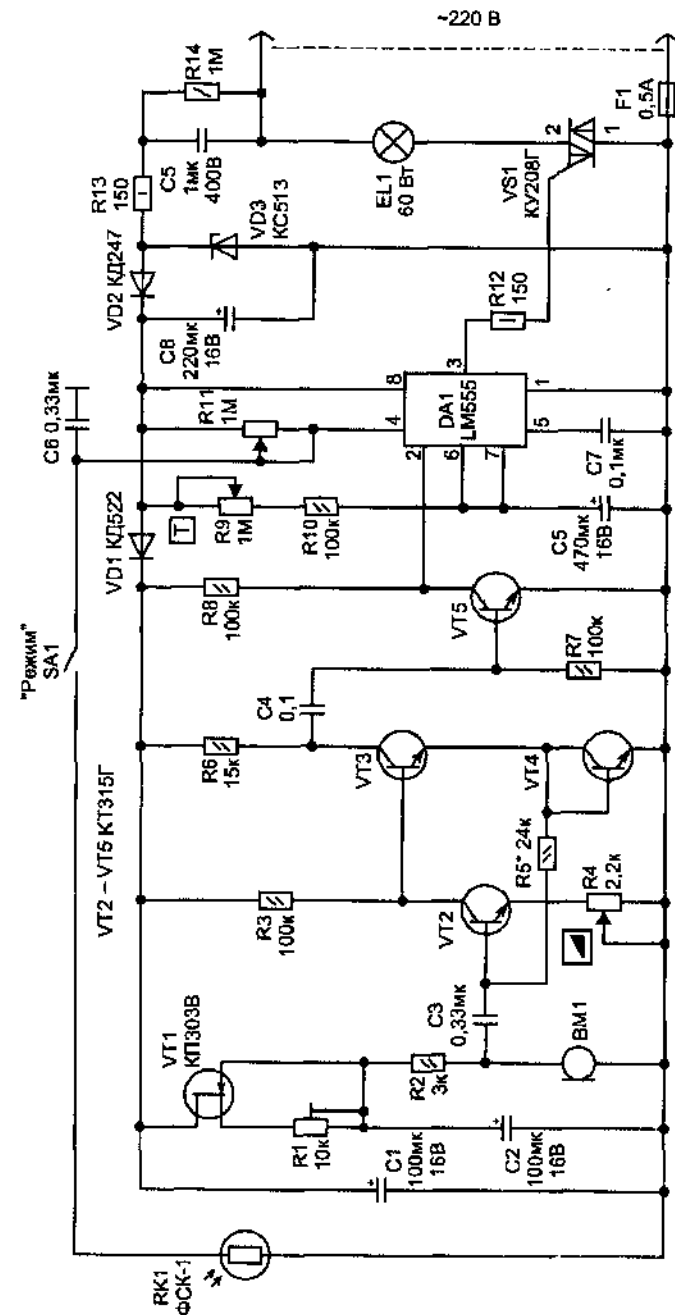


Рис. 1.20. Схема для автоматического включения дежурного освещения

ду 4 через тумблер SA1 подключается фоторезистор типа ФСК-1 (или аналогичный, с темновым сопротивлением не менее 1 МОм). При помощи добавочного резистора R11 можно регулировать чувствительность схемы к свету. При установке фоторезистор обязательно надо выносить за зону действия освещения лампы. Конденсатор С6 устраняет появление на входе микросхемы наводок и кратковременных помех.

Так как микрофонный усилитель отличается большой чувствительностью, для ее ограничения на нужном уровне можно воспользоваться подстройкой резистора R4.

Благодаря бестрансформаторному питанию само устройство получилось малогабаритным и довольно простым в изготовлении. Для его сборки можно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 1.21.

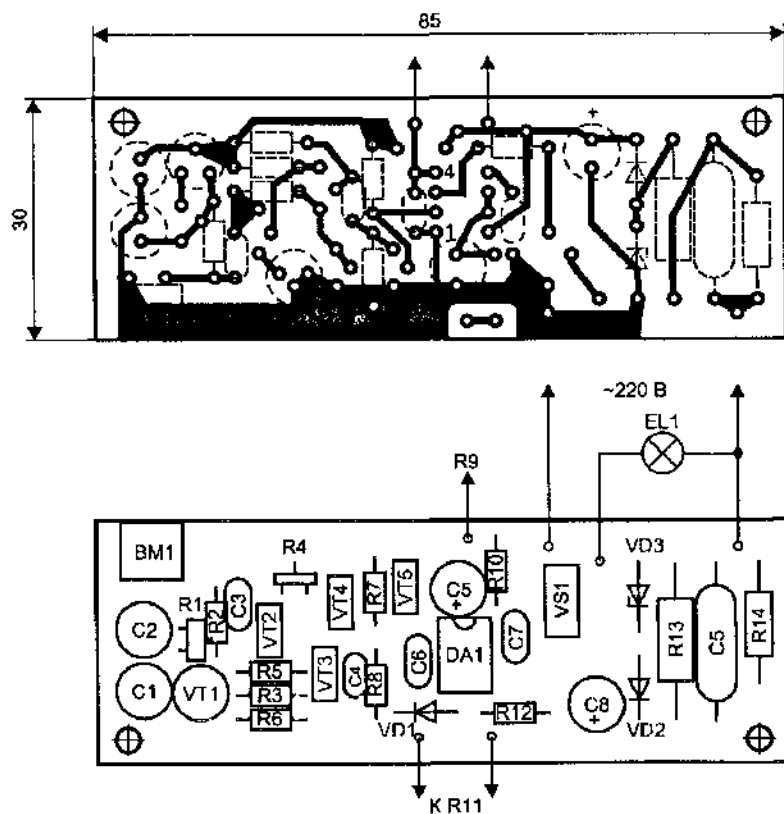


Рис. 1.21. Топология печатной платы и расположение элементов

При монтаже устанавливается подстроечный резистор R1 типа СПЗ-38а, с выводами перпендикулярно плате. Постоянные резисторы могут быть любых типов (МЛТ, С2-23 и др.). Конденсатор С5 типа К73-17 на 400 В. Транзисторы VT2—VT5 заменяются любыми из группы КТ3102. Микрофон ВМ1 подойдет любой электретный.

Устройства на основе таймеров

Многие управляющие устройства в своем составе имеют таймеры (их иногда еще называют «реле времени»). Наличие таймера позволяет обеспечивать нужную задержку процессов или же обрабатывать суточные циклы включения/выключения нагрузок в автоматическом режиме. Для сложных задач такое устройство часто делают на основе микроконтроллера — так дешевле получается, что особенно важно при серийном производстве, но для простых вполне можно обойтись легкодоступными универсальными микросхемами.

По схемотехнике электронные таймеры бывают аналоговыми и цифровыми (каждый из них имеет свои достоинства и находит себе место в радиоаппаратуре). Принцип работы и особенности выполнения аналоговых таймеров уже был подробно рассмотрен в книге 5 из этой же серии. Поэтому здесь будет идти речь в основном о цифровых таймерах. Ведь они наиболее универсальны и позволяют получить любую комбинацию интервалов с необходимой точностью.

Два автоматических выключателя освещения

Вряд ли найдется хоть один человек, который никогда не забывал выключить свет, после того как он стал не нужен. Обычно такими местами в квартире являются вспомогательные помещения (туалет, кладовка или коридор), где не сразу заметишь свою невнимательность. Свет там требуется недолго, но включенное освещение может работать часами, пока кто-то это не обнаружит. Чтобы исключить такую ситуацию и избавиться от лишних расходов за электроэнергию, можно воспользоваться устройством для автоматического отключения освещения через заданный интервал времени, конечно, если вы сами не сделаете это раньше. Работу такого авто-

мата вы будете замечать редко, но сэкономить он может немало денег, к тому же продлит срок «жизни» лампы. Во всяком случае все из друзей и знакомых, кто случайно увидел в работе это устройство, захотели иметь такое же.

Первый приведенный вариант схемы, в отличие от опубликованных аналогов, отличается простотой в подключении, так как не требует установки дополнительных датчиков присутствия или положения двери. Аналогичного назначения схема, но выполненная на другой микросхеме (K176IE12), уже была опубликована в книге 4 этой же серии [1], но данный вариант содержит меньше компонентов (да и сами они миниатюрней), что позволяет уменьшить размеры конструкции.

Электрическая схема цифрового таймера показана на рис. 1.22. Приставка устанавливается в разрыв цепи после штатного выключателя (SA1) и начинает работать только при включении освещения. Сама схема управления потребляет очень мало, что позволяет осуществлять бестрансформаторное питание ее от сети и сделать конструкцию малогабаритной — это удобно при размещении. Лучше всего блок располагать вблизи от самого светильника в любом диэлектрическом корпусе.

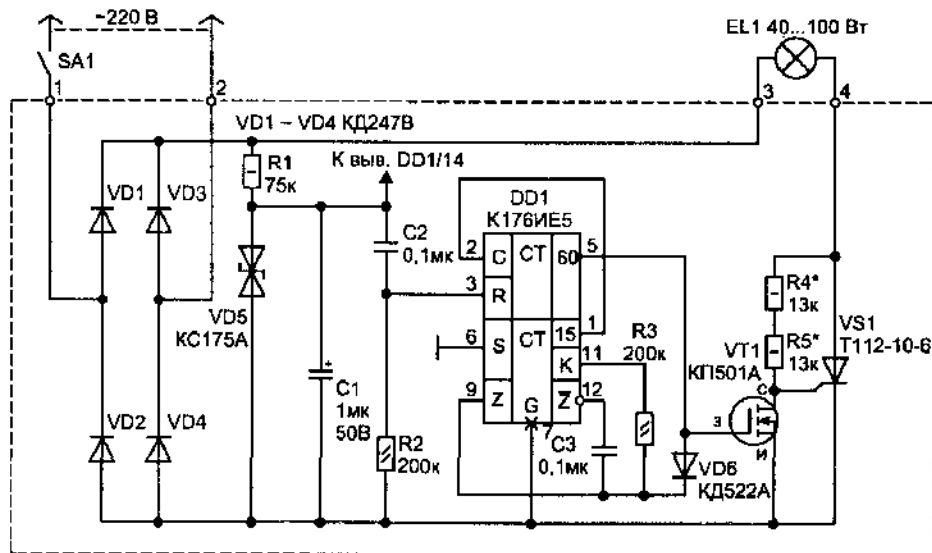


Рис. 1.22. Электрическая схема сетевого таймера для автоматического отключения нагрузки

Теперь о том, как все работает. В начальный момент подачи питания тиристор VS1 будет открыт за счет проходящего на управление через резисторы R4—R5 тока. Эти резисторы из-за разброса параметров тиристоров при настройке устройства могут потребовать подбора так, чтобы их общее сопротивление было в диапазоне 24...30 кОм. От этого значения зависит начальный ток тиристора, а значит, и яркость свечения лампы. Сильно уменьшать данные резисторы тоже нельзя, так как в этом случае возрастет на них выделение тепла в режиме отключения лампы, к тому же вся схема станет менее экономична, ведь когда таймер отключает лампу, основное потребление тока будет только за счет резисторов R4, R5. При отключенной схемой лампе общий потребляемый ток не превышает 12 мА.

Таймер собран на микросхеме K176IE5, которая содержит внутри автогенератор и счетчики импульсов. Как только на выходе счетчика DD1/5 появится лог. 1 — откроется полевой транзистор VT1, что приведет к закрыванию тиристора VS1. Этот же сигнал с выхода микросхемы через диод VD6 подается на вход DD1/9, что обеспечивает блокировку работы задающего RC-автогенератора внутри микросхемы. В таком состоянии схема может находиться бесконечно долго. В начальный момент (когда на выводе DD1/5 лог. 0) диод VD6 заперт и на работу автогенератора влияния не оказывает.

После отключения света таймером для повторного включения освещения потребуются выключить и включить SA1. При этом цепью из элементов C2-R2 формируется импульс обнуления счетчиков микросхемы и отсчет временного интервала начинается сначала. Чтобы сформировать импульс обнуления, конденсатор в цепи питания микросхемы (C1) должен за короткое время отключения напряжения успеть разрядиться, поэтому его номинал не рекомендуется устанавливать больше, чем это указано на схеме. Иначе придется выключать и включать SA1 с некоторым интервалом.

Временной интервал задержки отключения зависит от емкости конденсатора C3 и сопротивления резистора R3 (он может быть легко изменен). При номиналах, указанных на схеме, лампа EL1 будет светиться в течение примерно 10 мин.

Для монтажа устройства использована односторонняя печатная плата с размерами 67,5 × 35 мм (рис. 1.23). Она имеет одну объемную перемычку. Внешние подключения выполняются через установленные на плате четыре контактных зажима (X1).

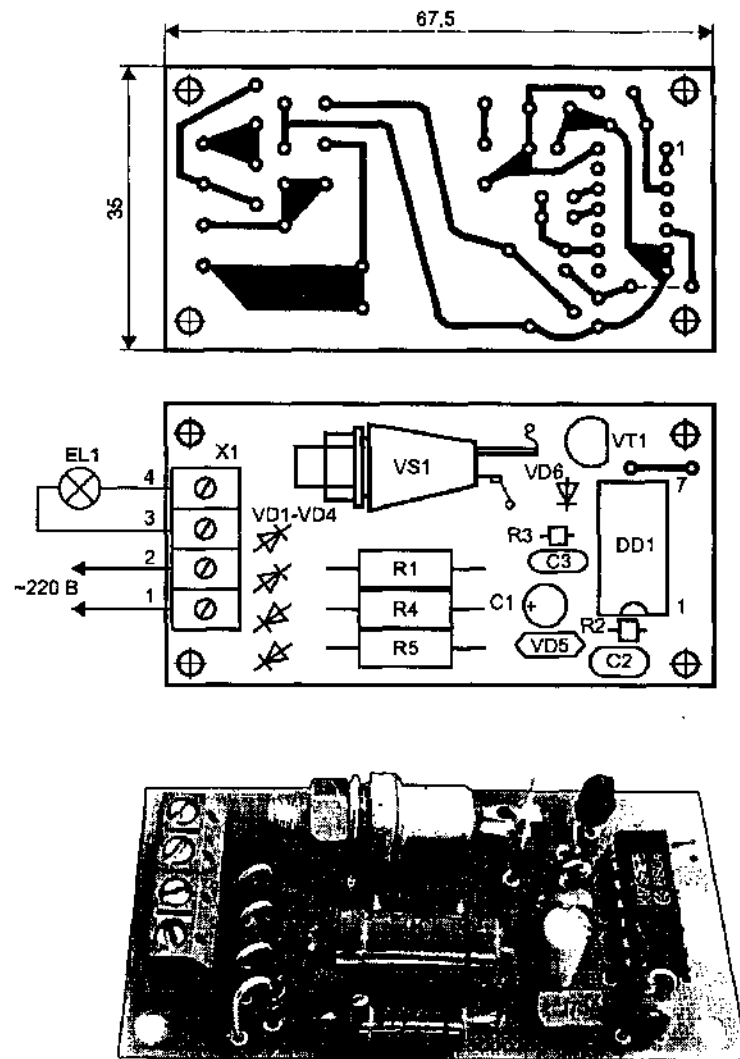


Рис. 1.23. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

В схеме применены все резисторы типа МЛТ и С2-23 (плата предусматривает установку R4 и R5 мощностью до 2 Вт, но тогда они располагаются на двух уровнях, как это показано на фотোগрафии). Конденсаторы подойдут малогабаритные любого типа. Стабилитрон VD5 может использоваться на рабочее напряжение

7,5...12 В, но обязательно в пластмассовом корпусе (иначе он не поместится на приведенной плате). Выпрямительные диоды VD1—VD4 должны быть рассчитаны на ток не менее 1 А. Диод VD6 — любой из импульсных (КД521, КД503, КД510 и др.).

При правильной сборке и исправных деталях автомат начинает работать сразу, а настройка заключается в выборе необходимого интервала времени, в течение которого должно работать освещение. Но чтобы упростить проверку и настройку схемы, изготовление устройства лучше вести в следующем порядке. Сначала на плате распаиваются все элементы, кроме микросхемы и транзистора. После этого подключаем схему к сети и лампе. Затем резисторами R4, R5 добиваемся, чтобы лампа ярко светилась, т. е. тиристор был полностью открыт. Тестером проверяем наличие номинального напряжения на стабилитроне VD5. Теперь полностью отключаем схему от сети и распаиваем ранее не установленные компоненты (DD1, VT1). После чего опять подключаем схему к сети и проверяем время отключения лампы и в случае необходимости его корректируем подбором резистора R3.

Еще один вариант схемы цифрового таймера для автоматического отключения любой нагрузки приведен на рис. 1.24. Эта схема более экономична — в дежурном режиме потребление не превышает 1,5 мА. Поэтому ее целесообразно использовать там, где устройство должно быть включено продолжительное время (когда его некому отключать, например перед входной дверью). Пониженное потребление объясняется тем, что открывание симистора осуществляется при помощи коротких импульсов, которые формирует автогенератор на однопереходном транзисторе VT2. Эти импульсы имеют частоту намного выше сетевой, и открывание VS1 происходит практически в начале каждой полуволны.

При изготовлении использовались постоянные резисторы МЛТ, подстроечный RP1 — СП4-1, конденсаторы подойдут любые малогабаритные. Симисторы можно установить и более мощные, например, из серий TC122, TC132.

Импульсный трансформатор (Т1) самодельный. Его можно намотать на ферритовом кольце типоразмера K16×10×4 мм марки M4000НМ1 или M2000НМ проводом ПЭЛШО диаметром 0,18 мм. В обмотке 1 — 80 витков, 2 — 60 витков. Перед намоткой острые грани сердечника необходимо закруглить надфилем, иначе они прорежут провод и будет замыкание между обмотками через магнитопровод.

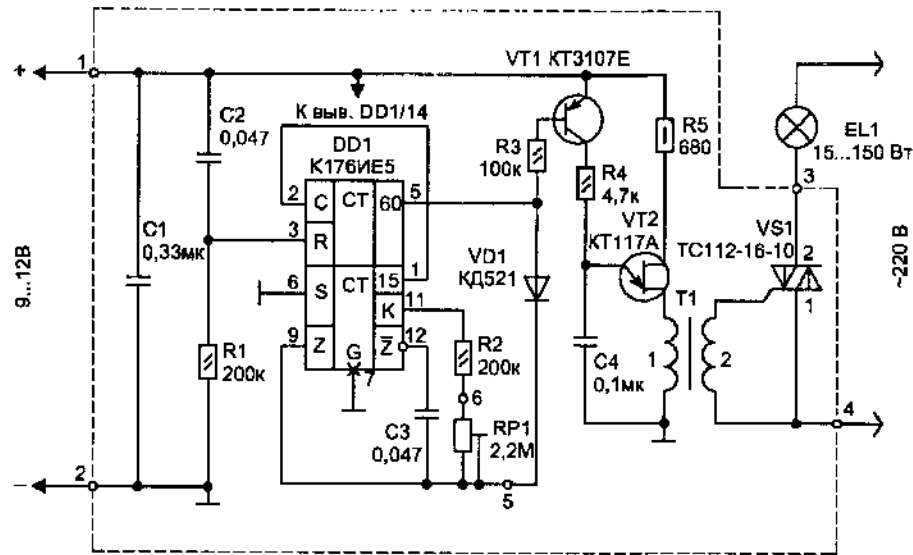


Рис. 1.24. Второй вариант схемы таймера для автоматического отключения сетевой нагрузки

При сборке устройства можно воспользоваться односторонней печатной платой из стеклотекстолита, топология которой приведена на рис. 1.25. Там же на фотографии хорошо видны все особенности монтажа.

Для питания этой схемы подойдет любой источник с постоянным напряжением 9...12 В. Для бестрансформаторного питания от сети можно собрать типовую схему, показанную на рис. 1.26. В ней конденсатор С1 должен иметь допустимое рабочее напряжение не меньше 400 В. К остальным радиодеталям особых требований нет.

Настройка схемы начинается с проверки работы формирователя управляющих импульсов. Если нет осциллографа, это можно сделать при помощи любого пьезоизлучателя, подключив его параллельно с конденсатором С4. Вы услышите звуковой сигнал, если автогенератор работает.

Фазировка подключения вторичной обмотки импульсного трансформатора Т1 к симистору имеет значение. Правильная фазировка подключения обмотки легко определяется экспериментально (меняя выводы) — по максимальной яркости свечения лампы (Е1.1).

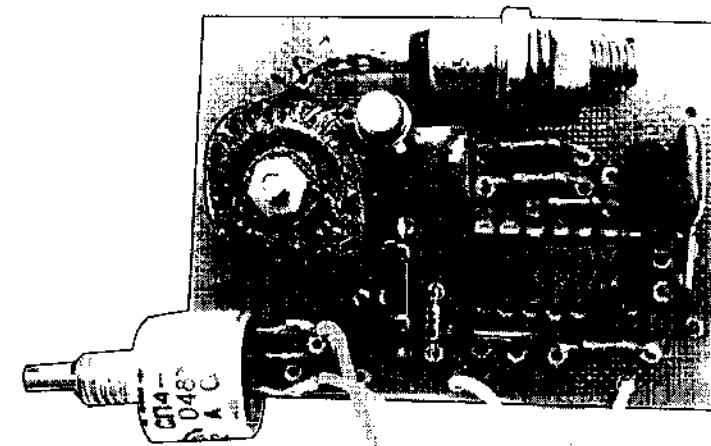
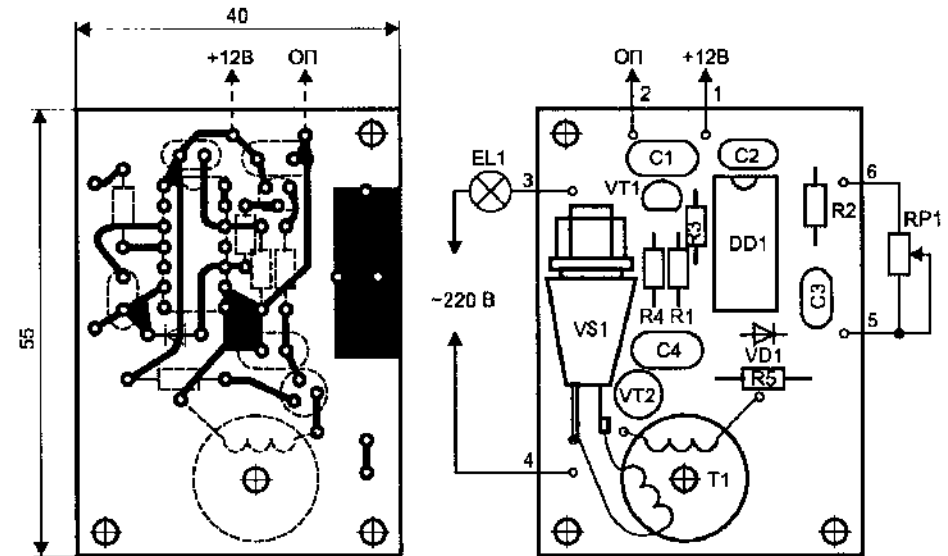


Рис. 1.25. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

Теперь остается только по секундомеру установить нужный временной интервал при помощи времязадающих элементов у автогенератора.

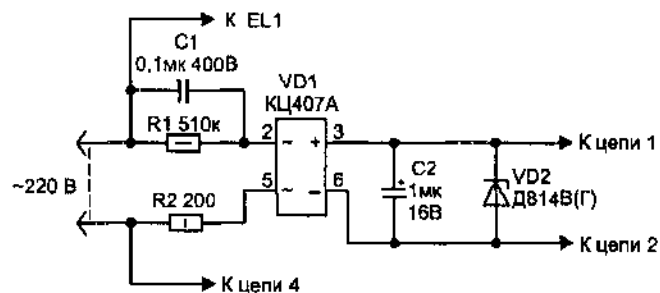


Рис. 1.26. Бестрансформаторный источник питания для схемы таймера

Примечание

Следует отметить, что обе приведенные схемы легко превращаются в циклический таймер, который может периодически включать любую нагрузку (например вентилятор, нагреватель и др.), если не устанавливать диод, блокирующий работу автогенератора.

Сетевой аналоговый таймер

Схема таймера, приведенная на рис. 1.27, устанавливается в разрыв цепи питания обычной лампы накаливания. Она, как и устройства, описанные в предыдущей статье, предназначена для автоматического отключения света в коридоре или любом подсобном помещении, если вы сами забудете это сделать. Устройство может служить для отключения любой активной нагрузки мощностью 15...500 Вт через интервал до 30 мин.

Данная схема является обычным аналоговым таймером, в котором время задержки отключения нагрузки определяется номиналами элементов R2-C1 (для значений, указанных на схеме, задержка составляет около 9 мин).

Устройство питается непосредственно от сети через гасящий конденсатор (C2) и потребляет ток около 6 мА — это меньше, чем у большинства остальных схемы аналогичного назначения. Такого потребления удалось добиться за счет особенностей схемы — включения входной цепи оптопары (U1) последовательно в цепь стабилизации питания (это избавляет от необходимости забирать из сети дополнительный ток для цепей управления оптопарой, ведь светодиод может и сам являться неплохим низковольтным стабилизатором).

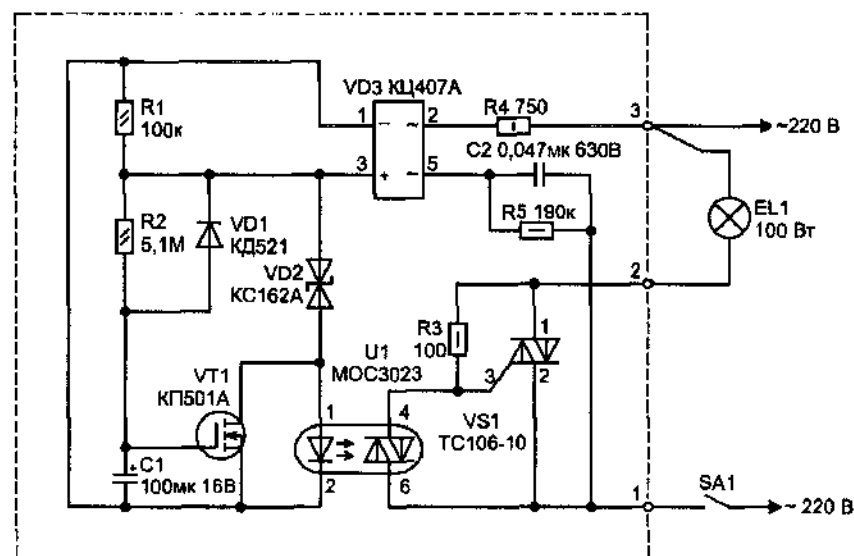


Рис. 1.27. Электрическая схема сетевого таймера

В начальный момент подачи питания на схему транзистор VT1 закрыт и на выходе выпрямителя присутствует напряжение, равное уровню стабилизации стабилитрона VD2 плюс 1,6 В, которые выделяются на светодиоде оптопары. Ток в этой цепи должен быть не менее 5 мА, что достаточно для срабатывания оптопары и включения силового симистора VS1. При этом лампа (EL1) будет гореть до момента, пока не откроется транзистор VT1, зашунтировав входную цепь оптрона.

После включения питания происходит медленный заряд конденсатора C1, стоящего в цепи затвора VT1. Как только это напряжение превысит уровень 2...4 В (технологический разброс порога), который необходим для полного открывания «полевика», VT1 полностью откроется и питающее напряжение схемы сразу уменьшится на 1,6 В, что никак не отразится на работе элементов.

Достоинством схемы являются малые габариты и простота изготовления. Но не следует забывать и о небольшом недостатке, который ограничивает область применения устройства только активной нагрузкой. С индуктивной нагрузкой нельзя использовать схему потому, что перед ее выключением (в последние 5...10 с) появляется пульсация напряжения (на лампе это видно как хаотичное мерцание, переходящее в мигание). Это связано с тем, что напряжение на затворе VT1 возрастает медленно, а гистерезиса на

его переключение не предусмотрено (чтобы не усложнять схему без крайней необходимости).

Для возврата таймера в исходное состояние после срабатывания (отключения нагрузки) нужно отключить его питание на интервал не менее 15 с. Тогда конденсатор С1 успеет разрядиться через цепь диода VD1 и резистор R1.

Для монтажа элементов можно воспользоваться односторонней печатной платой из стеклотекстолита, показанной на рис. 1.28.

При монтаже применялись: резисторы МЛТ и С2-23 (их мощность указана на схеме); конденсатор С1 — подойдет любой электролитический, С2 — К73-17 на 400 или 630 В. Диод VD1 можно за-

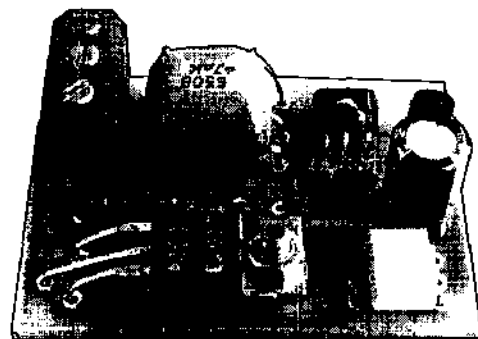
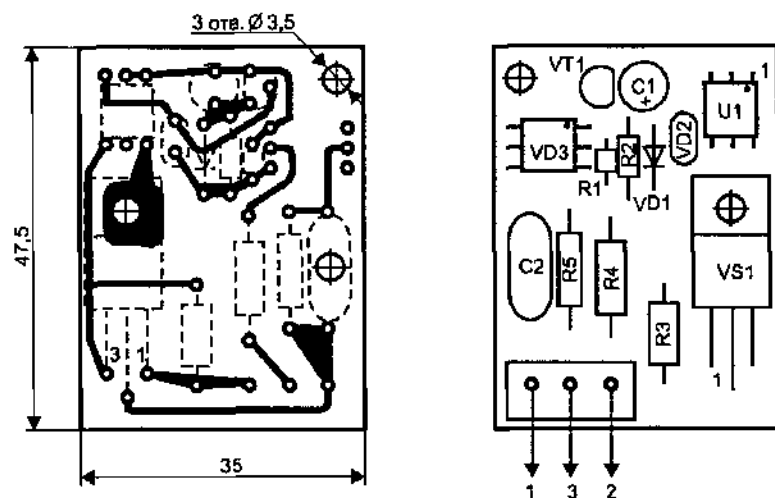


Рис. 1.28. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

менить любым импульсным. Стабилитрон VD2 должен быть малогабаритным, в пластмассовом корпусе — подойдет с рабочим напряжением от 6,2 до 9 В. Если мощность лампы не превышает 100 Вт, то теплоотвод для симистора VS1 не нужен (он может быть закреплен винтом прямо на плате, как это показано на фотографии).

Автоматический выключатель для паяльника

При монтаже или ремонте своего устройства, когда редко приходится пользоваться паяльником, по окончании работы можно забыть о том, что он включен. Забывать об этом нельзя, но каждый с такой ситуацией сталкивался. При этом не только расходуется электроэнергия и жало паяльника «выгорает», но может произойти и пожар. Исключить вероятность всех вредных последствий позволяет простейшая автоматика.

Для борьбы с забывчивостью в журнале «Радио» [4] была опубликована конструкция звукового сигнализатора, подключаемого параллельно нагревателю, который через определенные промежутки времени, например через 20 мин, будет издавать кратковременно звуковые тональные сигналы, напоминая о работе нагревателя, чтобы мастер не забыл выключить паяльник. Конечно, такой сигнализатор полезен, ну а если вы перешли в другое помещение или вообще покинули дом?

Здесь предлагается более совершенное устройство, которое ничем не будет напоминать о своем присутствии, но автоматически следит за тем, как часто вы пользуетесь паяльником, и если он остается без движения в течение 18...20 мин, то автомат «принимает решение», что вы просто прекратили работу, и сам его выключит. Чтобы повторно включить паяльник, потребуется нажать кнопку (SB1), располагаемую на передней панели приставки.

Для пайки микросхем и полевых транзисторов обычно применяется паяльник с номинальным рабочим напряжением 12, 36 или 48 В. При этом он питается от соответствующей вторичной обмотки трансформатора — это более безопасно не только для человека, но и для электронных компонентов, ведь некоторые из них очень чувствительны к наводкам и статическим полям. Без каких-либо доработок приведенная приставка автомата (рис. 1.29) может использоваться с любым низковольтным паяльником — она включается в разрыв цепи между нагревателем паяльника и трансформатором (питается от этого же напряжения).

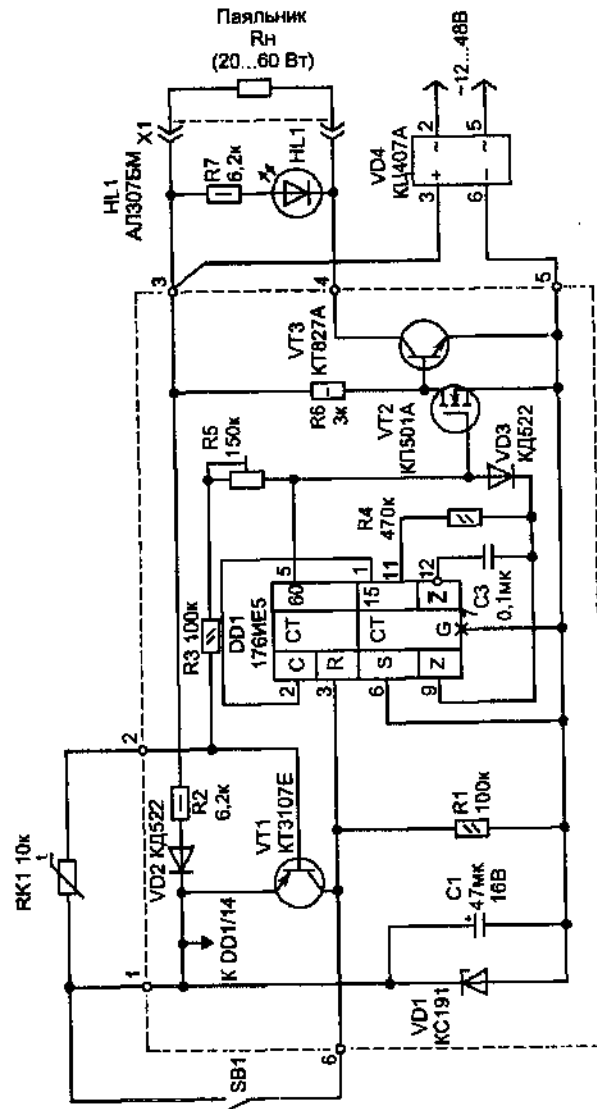


Рис. 1.29. Схема автоматического выключателя для паяльника

Электрическая схема автомата состоит из цифрового таймера на микросхеме DD1, который через промежуточный транзистор (VT2) управляет силовым ключом VT3 (он должен быть полностью открыт, пока не включен VT2).

В отличие от уже упомянутого устройства, данный вариант имеет термодатчик (терморезистор RK1), сигнал с которого усиливается транзистором VT1 до логического уровня, необходимого цифровой микросхеме. Этот терморезистор имеет отрицательный ТКС, т. е. его сопротивление при нагреве уменьшается. Термодатчик размещается на подставке для паяльника, вблизи от нагревателя (на расстоянии примерно 5...15 мм), но так, чтобы был исключен непосредственный контакт с нагревателем.

Работает все следующим образом. Когда термодатчик холодный — на входе микросхемы DD1/3 будет лог. 1 и счетчик заблокирован, а когда RK1 нагреет — на DD1/3 лог. 0 и счетчик работает до момента, пока на выходе DD1/5 не появится лог. 1. Этот сигнал блокирует работу автогенератора и одновременно по базе запирает транзистор VT1. В этом случае в дальнейшем на выводе DD1/3 будет всегда лог. 0, независимо от состояния термодатчика.

Особенности конструкции. Элементы, выделенные на схеме пунктиром, размещены на печатной плате из стеклотекстолита, рис. 1.30. Плата имеет одну объемную перемычку, устанавливаемую до начала монтажа.

При изготовлении можно использовать подстроечный резистор R5 типа СПЗ-19а(б), остальные резисторы МЛТ или С2-23. Терморезистор RK1 из серии СТЗ-19 подойдет с любым номиналом в сторону увеличения — благодаря своим малым размерам все они имеют хорошую чувствительность и малую инерционность, т. е. быстро реагируют на изменения окружающей температуры. Конденсатор C1 — К50-35, C2 — К10-17. Стабилитрон VD1 можно заменить на Д808, Д814А. В качестве выпрямительных диодов допустимо использовать любые на ток не менее 3 А — их существует настолько много, что для удобства замены при изготовлении силовые диоды размещены за пределами основной платы.

Все транзисторы схемы могут иметь любую последнюю букву в обозначении. VT3 использован в металлическом корпусе и в теплоотводе не нуждается (он специально выбран с большим запасом по току). Транзистор типа КТ827 можно заменить на КТ829, но в этом случае радиатор может потребоваться (зависит от мощности используемого паяльника и его рабочего напряжения).

Общий вид корпуса приставки показан на фотографии, рис. 1.31. На лицевой панели для подключения паяльника размещено гнездо (X1), индикатор работы нагревателя (HL1) и кнопка пе-

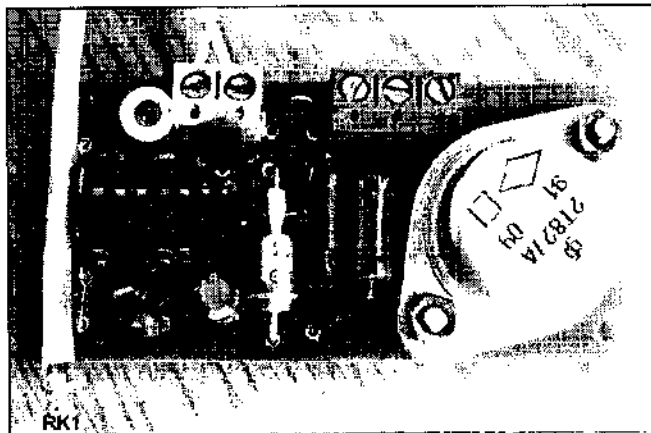
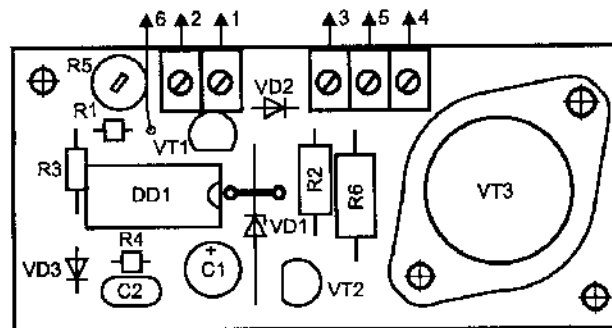
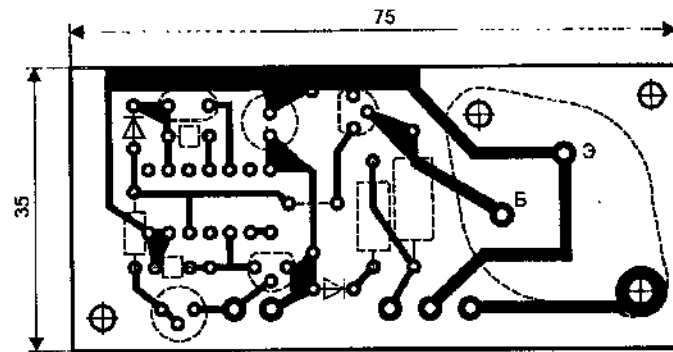


Рис. 1.30. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

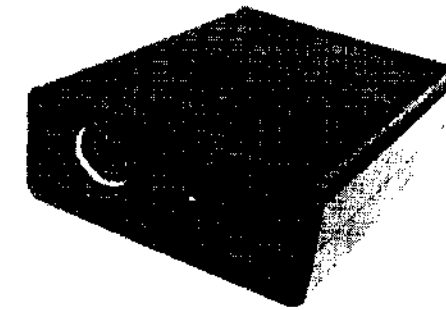


Рис. 1.31. Вид корпуса приставки

резапуска (SB1). Питающие провода подходят с обратной стороны корпуса — их не видно.

Настройка схемы заключается в установке порога переключения транзистора VT1 подстроечным резистором R5, т. е. чувствительности к температуре. Она производится при помощи цифрового вольтметра, подключенного к резистору R1.

Дополнительная литература

1. Шелестов И. П. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 4. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003, с. 134.
2. Конструкции и схемы для прочтения с паяльником. Том 3 / Под ред. Грифа А. Я. — М.: Солон-Р, 2002, с. 32.
3. Виноградов Ю. А. Радиолюбительские конструкции в системах контроля и защиты. — М.: Солон-Р, 2001, с. 127.
4. Турчинский Д. Звуковой сигнализатор «паяльник включен». — М.: Радио, 2001, № 10, с. 45.

2

Автоматы для охраны объектов

Одно из применений электронных автоматов — охрана дома, гаража, машины. Задача эта всегда была очень актуальна и наше время — не исключение. Не всегда и не у всех есть необходимость иметь дорогую охрану, но и вообще без нее обойтись нельзя. Как показывает статистика роста краж, самые хитрые механические замки не способны остановить профессионального вора. Даже промышленные системы охраны, выполненные на основе последних достижений электроники, многих уже не пугают. В этом отношении «самоделки» могут содержать больше неожиданностей, секретов и сюрпризов. В радиотехнической литературе уже опубликовано довольно много таких устройств. От большинства из них описанные здесь отличаются высокой надежностью, простотой изготовления и удобством эксплуатации.

Сначала немного об общих особенностях приведенных ниже конструкций. Как известно, самым ненадежными элементами любой схемы являются электролитические конденсаторы. Мало того, что они выпускаются с большим технологическим разбросом номиналов, а со временем постепенно теряют свою емкость (усыхают), но и величина номинала у такого конденсатора еще зависит от температуры. Поэтому в приведенных ниже устройствах все необходимые интервалы времени получаются без помощи «электролитов» — только за счет деления более высокой тактовой частоты.

Второй особенностью является то, что включение звукового сигнализатора для оповещения в режиме «Тревога» производится без применения электромагнитных реле. Ведь большинство из них тоже не отличаются высокой надежностью (особенно при эксплуатации в широком диапазоне климатических воздействий: температур и влажности) — только электронными ключами. Все это, наряду с применением современных КМОП-микросхем, работающих в режиме микротоков, обеспечивает высокую надежность устройств.

При повторении конструкций могут использоваться цифровые микросхемы из отечественных серий: К561, КР1561, 564, 1564 или их зарубежные аналоги. Они взаимозаменяемы по логике работы и расположению выводов, но, если предполагается использовать си-

стему в экстремальных условиях окружающей среды, для обеспечения высокой надежности следует учитывать еще и допустимый температурный диапазон для компонентов, табл. 2.1.

Таблица 2.1. Температурный диапазон для серий микросхем

Серия микросхем	Температурный диапазон	Тип корпуса (расположение выводов)
K176	-40...+70 °C	DIP (радиальные)
564, 1564	-60...+125 °C	Металлический (планарные)
K561, КР1561	-45...+85 °C	DIP (радиальные)
МС14xxxxВ	-55...+125 °C	DIP (радиальные или планарные)

Универсальная система охраны

Данное устройство может применяться для охраны любых объектов. Оно имеет уникальную возможность самостоятельно подстраиваться под ситуацию и вести себя соответствующим образом.

Для получения информации о проникновении в охраняемую зону к блоку охраны могут подключаться любые контактные датчики, срабатывающие не только на размыкание (как это показано на схеме), но и на замыкание. То состояние датчиков, которое имеется на момент включения режима охраны, блок **автоматически запоминает как исходное** (нормальное). Это делает систему универсальной, ведь в стационарных схемах охраны обычно применяют датчики, срабатывающие на разрыв цепи, а в автономных — на замыкание. При установке системы в автомобиле, кроме контактных датчиков, могут подключаться и датчики колебаний, например описанные в литературе [1, 2, 3].

Охранных шлейфа всего два. Для большинства случаев бытового применения этого вполне достаточно. На схеме показаны только по одному датчику в каждом шлейфе (F1, F2), хотя их может быть подключено много (разомкнутых — параллельно, замкнутых — последовательно). Причем возможно, когда по одному шлейфу стоят параллельные датчики (на замыкание), а по другому последовательные (на размыкание). Датчик F1 устанавливается на входной двери — при его срабатывании сигнал тревоги включается с задержкой на 8...12 с. Это время необходимо, чтобы сам хозяин успел отключить охрану. Срабатывание датчика F2 приводит к мгновенному появлению сигнала тревоги.

Чтобы сильно не раздражать окружающих, в устройстве предусмотрено ограничение времени работы звукового сигнала (сирены, гудка, звонка) в режиме «Тревога». Сигнал работает не более 2 мин, если датчики сработали кратковременно (или 4 мин, если датчики остались в новом положении), после чего состояние датчиков снова записывается в запоминающее устройство как исходное и блок переходит в режим охраны, т. е. ожидания очередного срабатывания. При частом срабатывании датчиков обеспечивается до 8 циклов перехода в режим охраны, после чего происходит автоматическое полное отключение системы.

Включение и отключение системы производится при помощи двух кнопок SB1, SB2. При этом кнопка для отключения (SB2) должна обязательно устанавливаться скрытно (в секретном месте). В качестве этой кнопки можно использовать геркон (его легко спрятать), а управлять при помощи магнита, выполненного в виде брелока от ключей.

Конструктивно охранное устройство сделано в виде двух связанных между собой блоков: основного (A1) и вспомогательного (A2). Каждый из них имеет свой корпус, что облегчает скрытное размещение. Блок A1 обеспечивает формирование всех режимов работы, а блок A2 содержит источник питания, триггер управления включением охраны и силовые элементы.

Технические параметры блока охраны

- Допустимый диапазон питающих напряжений 5...15 В
- Потребляемый ток блоком A1 (при напряжении 12 В), не более
 - в режиме «Охрана» 0,41 мА
 - в режиме «Тревога» (без сирены) 12 мА
- Допустимый ток выходного ключа, не более 27 А
- Допустимый диапазон температур -45...+85 °С

Давайте разберемся, как работает охрана, а заодно и с теми сервисными удобствами, которые при этом обеспечиваются.

Принцип работы легче понять, если познакомиться сначала с функциональной схемой, приведенной на рис. 2.1. Там показаны только самые важные узлы, а о вспомогательных будет подробно рассказано при описании полной электрической принципиальной схемы.

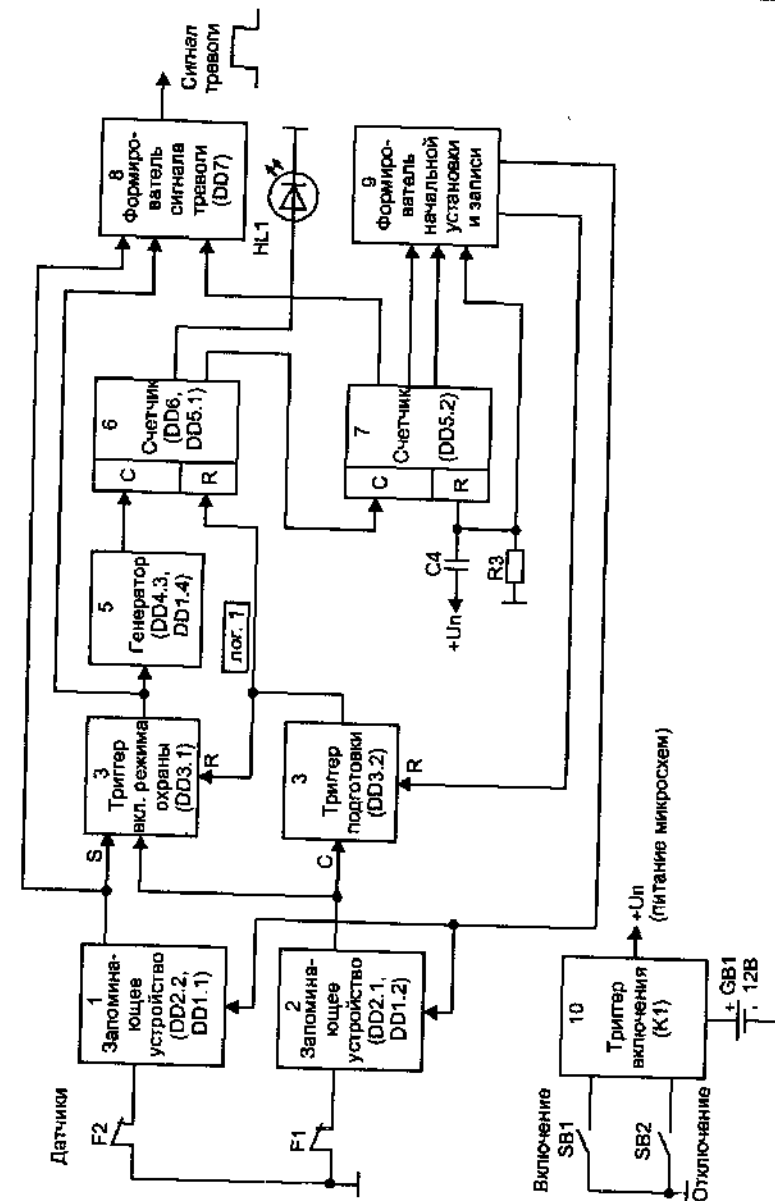


Рис. 2.1. Функциональная схема основного блока охраны

Сигнал от каждого из датчиков индивидуально запоминается соответствующими узлами (1 и 2) и приводится на их выходах к нулевому уровню. Далее сигнал поступает на триггеры узлов 3 и 4 —

они служат для фиксации факта изменения состояния датчиков. Ведь срабатывание датчиков может быть кратковременным, а режим тревоги должен «пугать» вора более продолжительное время независимо от состояния датчика.

Как видно из структуры, триггеры узлов 3 и 4 связаны так, что пока не сработает нижний (4) — верхний (3) работать не может из-за того, что на его входе R присутствует лог. 1. Получается, что после включения схемы сначала должен сработать датчик F1. Сделано это для того, чтобы вы могли находиться внутри зоны охраны после включения блока любое нужное время, никуда не торопясь. Блок перейдет в режим охраны только после того, как первый раз сработает датчик F1, выждав время примерно 7...12 с — оно необходимо, чтобы вы успели выйти и закрыть за собой дверь.

Теперь очередное срабатывание любого датчика приведет к включению верхнего триггера (3). В этом случае работать будет не только автогенератор (5), но и счетчики (6) — признаком чего является мигание светодиода HL1. В зависимости от логических уровней на выходах счетчиков, узел 8 формирует сигнал включения режима тревоги.

Показанный на схеме узел 9 обеспечивает формирование коротких импульсов для начального обнуления всех триггеров и счетчиков схемы в момент включения питания, а также импульсы для записи состояния датчика и переключения устройства из режима «Тревога» в режим «Охрана» (примерно через 2 мин) — ожидание очередного срабатывания датчика. Таких циклов может быть до 8, т. е. суммарное время работы сигнала тревоги при самых неблагоприятных обстоятельствах не превысит 16...18 мин.

Как видите, все довольно просто. Теперь о практической реализации.

Основной блок формирует временные интервалы и задает все режимы работы. Его электрическая схема показана на рис. 2.2.

Если вы запомнили назначение узлов на функциональной схеме и знакомы с правилами передачи сигналов простейшими логическими элементами, то с работой электрической схемы разобраться будет очень легко. Для тех, кто не имеет опыта «общения» с цифровыми микросхемами, приведена диаграмма напряжений в некоторых характерных цепях, рис. 2.3. Она может быть полезна и при настройке схемы.

При включении питания исходное состояние всех триггеров и счетчиков обеспечивается RC-цепью (C4-R3), которая формирует

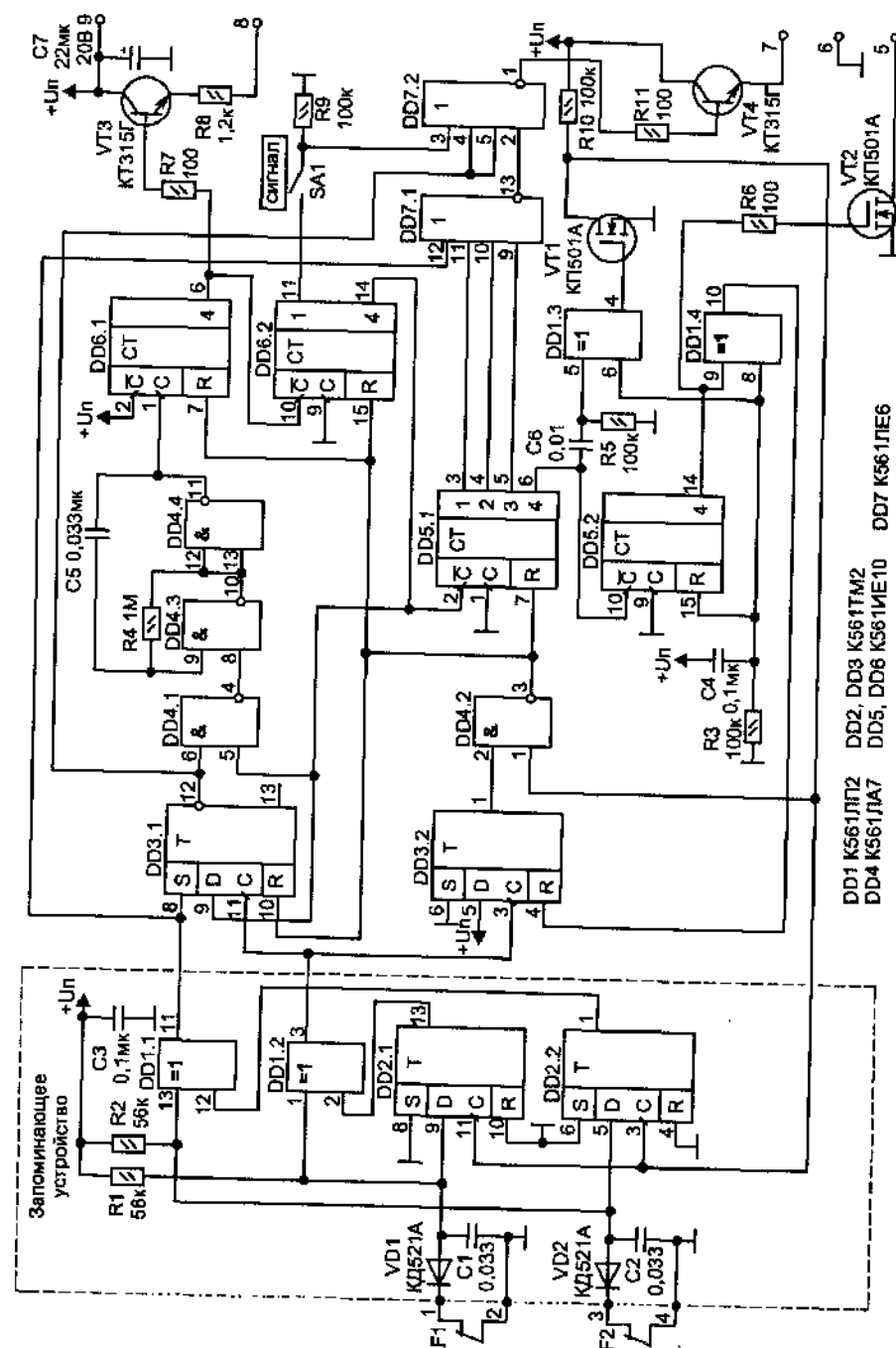


Рис. 2.2. Электрическая схема устройства охраны: блок А1

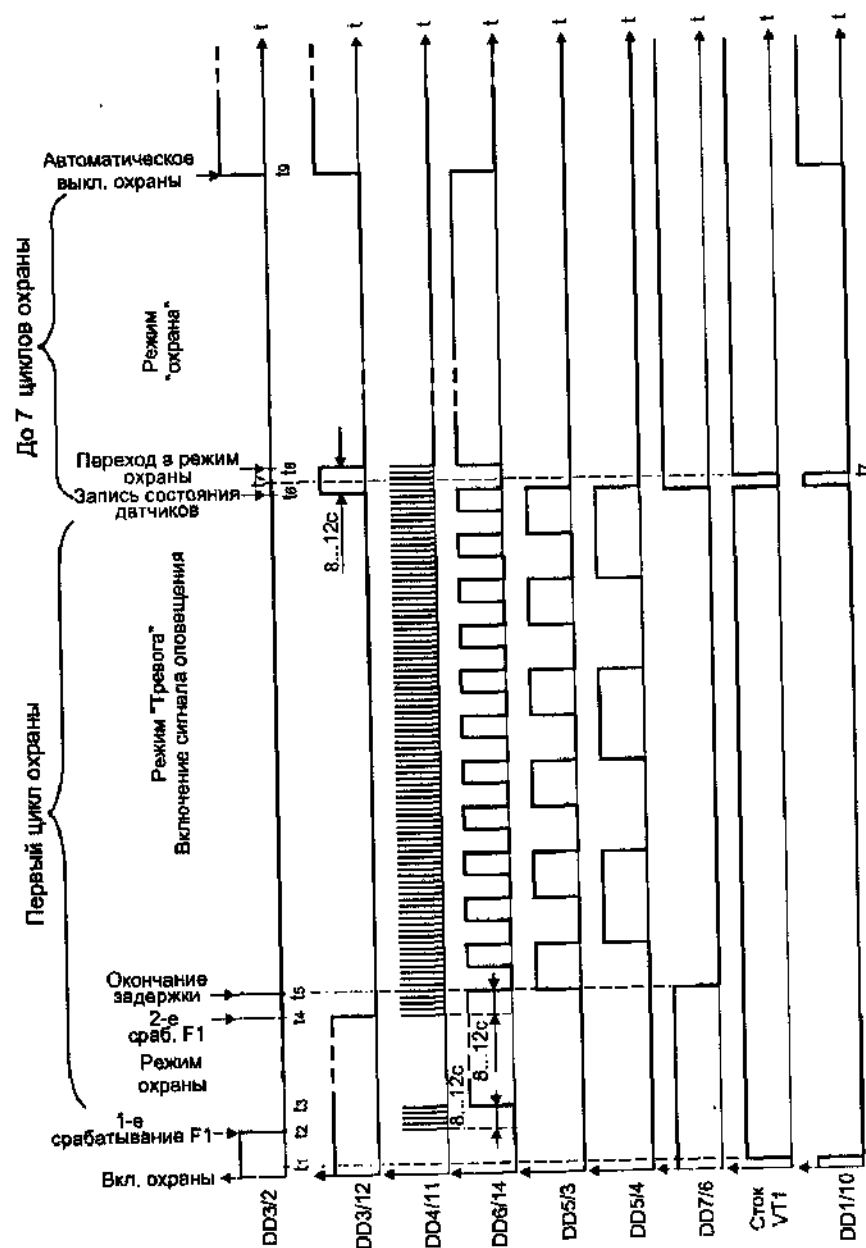


Рис. 2.3. Диаграммы напряжений в контрольных точках схемы

короткий импульс обнуления (на диаграмме показана форма напряжения с выхода DD1/10). Запись состояния датчиков в D-триггеры (DD2.1 и DD2.2) специально выполняется с небольшой задержкой — по переднему фронту импульса на входах «С». Задержка необходима для того, чтобы закончились все переходные процессы (зарядились конденсаторы С1 и С2, если датчики разомкнуты). Первый раз запись происходит после включения схемы (в момент t_1), а в дальнейшем — после окончания каждого цикла работы охраны в режиме оповещения (например, в момент t_7), когда появится лог. 1 на выводе 6 DD5.1 — случится это примерно через 2 мин работы схемы в режиме «Тревога». Чтобы не устанавливать дополнительного корпуса микросхемы, здесь полевой транзистор VT1 используется в качестве инвертора логического сигнала,

После подачи питания на схему лог. 1 будет присутствовать на выводах DD3/12, DD4/3, DD7/10, а лог. 0 — на DD1/11, DD1/3, DD3/1, DD4/4 и всех выходах счетчиков. Собранный на элементах DD4.3, DD4.4 автогенератор при этом «выдает» импульсы, но работа счетчиков DD6.1, DD6.2, DD5.1 заблокирована поступающей на их входы «R» лог. 1.

После первого срабатывания датчика F1 триггер DD3.2 переключится (DD3/1 — лог. 1) и на выходе элемента DD3.1 появится лог. 0. Это разрешает работу триггера DD3.1 и счетчиков. Счетчики DD6 будут работать до момента, пока на выходе DD6/14 не появится лог. 1. Две «единицы» на входе элемента DD4/1 обеспечат на его выходе лог. 0, который заблокирует автогенератор (DD4.3, DD4.4). В этом состоянии схема будет находиться до момента очередного срабатывания теперь уже любого из датчиков (F1 или F2). Таким образом, обеспечивается задержка на переход системы в режим охраны.

Теперь срабатывание датчиков переключит триггер DD3.1, что разрешит работу автогенератора и счетчики продолжат счет. Через некоторое время на выходе DD5/3 появится лог. 1, что передается на выход DD7/1 и включит VT4. Этот транзистор усиливает сигнал по току для управления более мощным транзистором, включающим сирену BA1 (она показана в узле A2).

Несколько слов о работе запоминающего устройства. Как известно, элемент «исключающее ИЛИ» (DD1.1, DD1.2) на своем выходе обеспечивают лог. 0 только при условии, если на обоих входах присутствует лог. 0 или лог. 1. Это обстоятельство и используется для того, чтобы получать на выходе данной схемы лог. 0 независи-

мо от состояния датчиков. При включении питания состояние датчиков записывается в D-триггеры DD2.1, DD2.2 и на их выходах будут такие же уровни, как и на входах «D», что приведет к появлению лог. 0 на выходах DD1.1, DD1.2. Теперь в дальнейшем любое изменение состояния датчика приводит к появлению лог. 1 на соответствующих выходах DD1/11 или DD1/3. Элементы VD1, VD2, C1—C3 повышают помехоустойчивость схемы.

Микросхема DD5.2 считает циклы срабатывания, и как только на выходе (вывод 14) появится лог. 1 — сигнал включит транзистор VT2, который установлен параллельно с кнопкой отключения (SB2).

Основную схему можно дополнить звуковым сигнализатором для оповещения о том, что идет отсчет интервала времени перед включением звуковой сирены, рис. 2.4 (ведь мигающий светодиод днем можно и не заметить). Такой сигнал напомнит, что сигнализация была включена, и поторопит ее отключить. Звуковым сигнализатором (HA1) в схеме применен пьезоэлектрический, со встроенным генератором. А для того чтобы иметь возможность уменьшить громкость звука, последовательно с ним можно установить переменный резистор номиналом 6,8 или 10 кОм, рис. 2.5, а (этот пьезоизлучатель может работать при питающем напряжении от 3 до 16 В). В качестве сигнализатора можно использовать и квартирный звонок, включив симисторный оптрон (рис. 2.5, б) параллельно контактам кнопки, расположенной перед входной дверью.

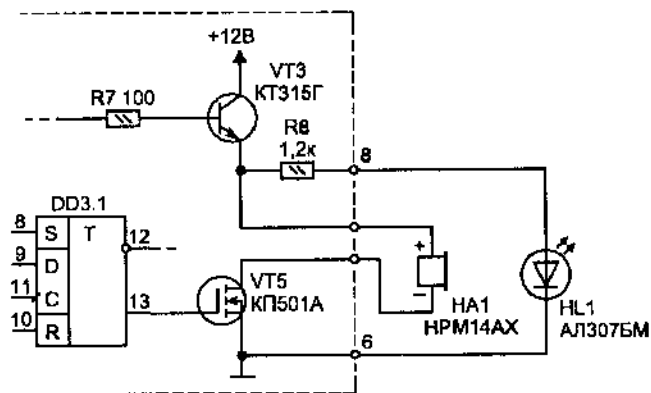


Рис. 2.4. Дополнение схемы звуковым сигнализатором

В основной схеме звукового индикатора нет, так как его необходимость связана с местом эксплуатации системы. Например, для автономного автомобильного варианта звук не нужен — из-за

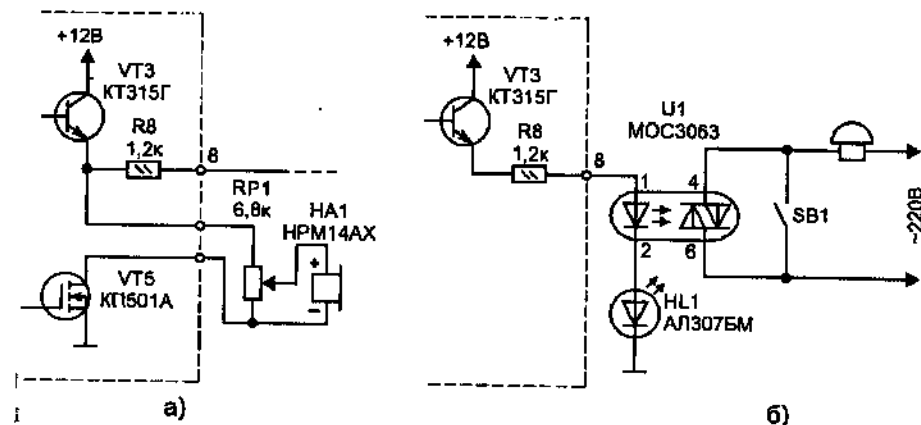
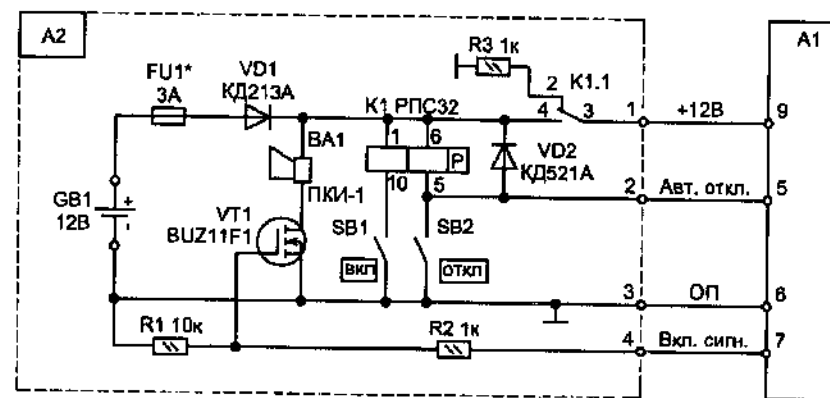


Рис. 2.5. Регулировка громкости звука (а) и вариант использования квартирного звонка в качестве предварительного сигнала (б)

ограниченного объема салона мигающий светодиод сложно не заметить.

Источник питания. Его схема и конструкция зависят от места размещения системы охраны. Требования к мощности источника определяются мощностью звукового излучателя ВА1 — именно он является основным потребителем тока при включении оповещения.

Для автономной установки напряжение от автомобильного аккумулятора через любой диод с допустимым током не менее 10 А и группу контактов поляризованного реле К1 можно подавать на схему узла А1 (рис. 2.6).



* Ток предохранителя зависит от потребления сигнализатора ВА1

Рис. 2.6. Автономное питание блока охраны от аккумулятора

Для стационарного варианта целесообразно использовать смешанное питание (от сети и аккумулятора), как это показано на рис. 2.7. Ведь сетевое напряжение иногда отключают, а охрана при этом должна продолжать работать. Основным является питание, поступающее от сети 220 В через понижающий напряжение трансформатор. Если емкости аккумулятора хватит для непрерывной работы сирены хотя бы 30 мин, то трансформатор может служить только для подзаряда аккумулятора. Ведь в дежурном режиме работы системы схема потребляет очень мало, а в режиме тревоги необходимую энергию можно взять от аккумулятора.

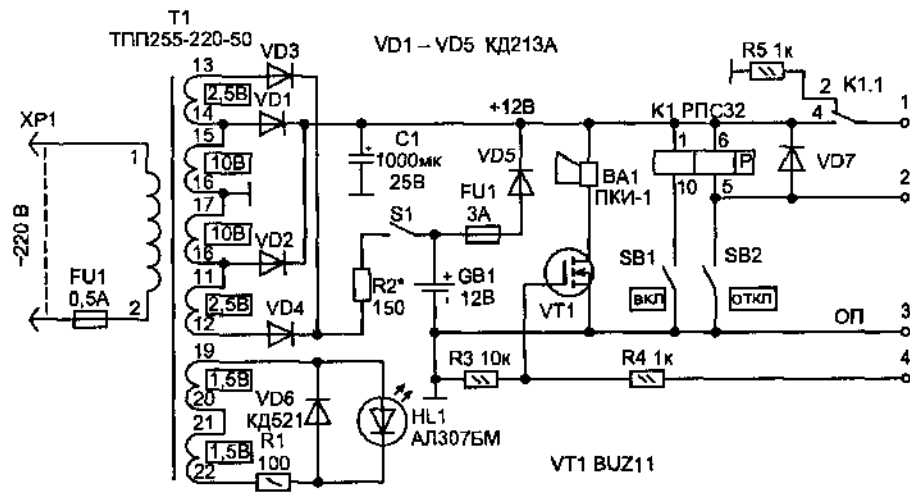


Рис. 2.7. Вариант смешанного питания блока охраны в стационарных условиях

Напряжение со вторичной обмотки трансформатора выпрямляется диодами VD1—VD4 и конденсатором C1 сглаживаются пульсации. Так как применяемые в устройстве цифровые микросхемы могут работать в широком диапазоне напряжений, применять для них стабилизацию питания нет необходимости.

Для включения охраны использован триггер на поляризованном двухобмоточном реле (K1). Он не требует постоянного питания и имеет два устойчивых положения контактов после срабатывания. Резистор R5 служит для ускорения разряда конденсатора, установленного по питанию микросхем в блоке А1.

Реле из серии РПС32 герметичны и очень надежны, но при желании его можно заменить схемой триггера на микросхеме, напри-

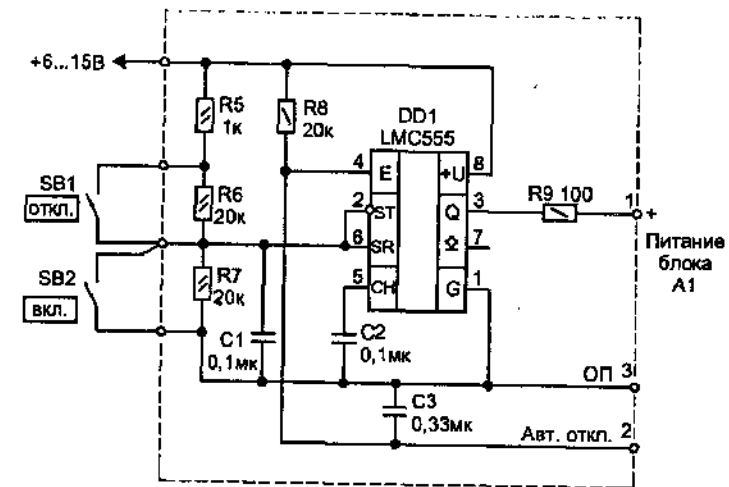


Рис. 2.8. Схема замены поляризованного реле в блоке подачи питания на узел А1

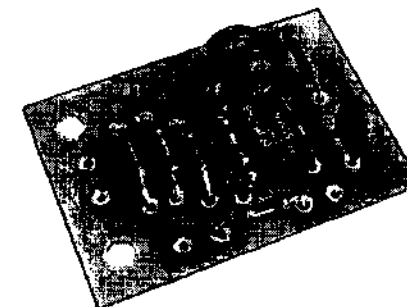
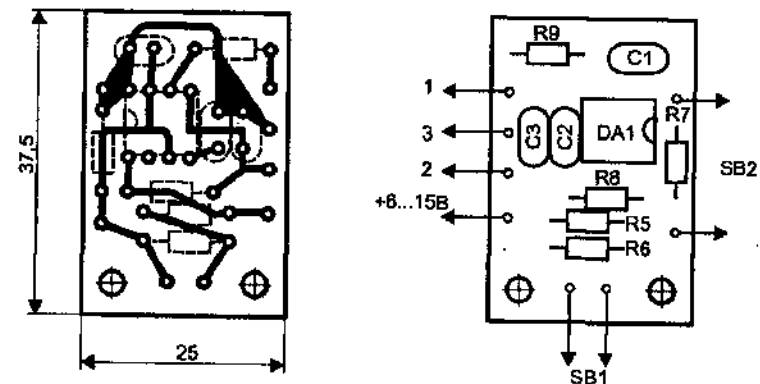


Рис. 2.9. Топология печатной платы и внешний вид монтажа

мер, показанной на рис. 2.8. Для этих целей подойдет любой аналоговый таймер, но для уменьшения потребляемого тока лучше применять микромощный. Конденсаторы С1, С2 служат для подавления помех, а С3 обеспечивает выключенное состояние выхода в начальный момент подачи питания.

Для монтажа элементов, заменяющих поляризованное реле, можно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 2.9.

О применяемых радиодеталях. Резисторы подойдут малогабаритные МТ или МЛТ, их номиналы могут отличаться от указанных в схеме на 20%. Конденсаторы: С1—С6 из серии КМ-6, К10-176; С7 — танталовый К52-1 (К53-1, К53-52, К53-54 и др.) на рабочее напряжение не меньше 16 В (танталовые лучше работают в более широком диапазоне температур, но конструкция платы предусматривает установку конденсаторов и других типов, в том числе и с односторонним расположением выводов). Номиналы всех конденсаторов также могут существенно отличаться от указанных на схеме в любую сторону, но так как от С5 зависит частота работы задающего автогенератора, его изменение потребует подбора резистора R4.

Все микросхемы имеют импортные аналоги: 561ЛП2 = CD4030A; 561ЛА7 = CD4011A; 561ЛЕ6 = CD4002A; 561ТМ2 = CD4013A; 561ИЕ10 = МС14520А. Подойдут аналогичные отечественные микросхемы из серии КР1561. Можно также использовать микросхемы с планарными выводами из серии 564, но тогда монтаж придется выполнять на универсальной макетной плате при помощи объемных перемычек (это позволит немного уменьшить габариты платы и расширить допустимый для нее температурный диапазон эксплуатации).

Транзисторы VT1, VT2 могут иметь любую последнюю букву в обозначении (заменяются на КР505(А—В)); VT3, VT4 заменяется на КТ312 В, КТ3102; VT5 — служит силовым ключом, подойдет любой мощный N-канальный «полевик» (изготовленный по MOSFET-технологии), рассчитанный на ток коммутации не меньше 10 А (теплоотвод для него не требуется).

Указанный на схеме (рис. 2.4) маломощный звуковой сигнализатор HA1 можно заменить аналогичными из приведенных в табл. 2.2. Большинство из них работают в широком диапазоне питающих напряжений, но допустимый температурный диапазон ограничен интервалом $-30...+85$ °С.

Таблица 2.2. Звуковые излучатели со встроенным однотональным генератором

Тип излучателя*	Рабочее напряжение, В	Потребляемый ток, мА	Рабочая частота, Гц	Геометрические размеры**	Особенности излучателя
FY14	1...30	1...10	4000 ±500	Ø12 × 8	пьезоэлектрический
FY14A	1...30	1...10	4800 ±400	Ø12 × 8	пьезоэлектрический
FY24	3...20	≤15	3400 ±500	Ø23,5 × 9,5	пьезоэлектрический
FY24KS	3...20	≤8	3700 ±500	Ø24 × 17,2	пьезоэлектрический
FYE248-24S3120	3...20	≤12	3000 ±500	Ø22,7 × 12,2	пьезоэлектрический
FYE38-3S3120	1...13	≤35	2900 ±500	Ø45 × 25,8	пьезоэлектрический
XY13	1...20	≤1	4000 ±500	Ø12 × 4	пьезоэлектрический
XY14	1...20	≤1	4000 ±500	Ø13,8 × 6,8	пьезоэлектрический
XY20E	1...30	≤3	4000 ±500	Ø22 × 7,4	пьезоэлектрический
XY35	1...30	≤10	1100 ±300	Ø34 × 9	пьезоэлектрический
XY44	1...30	≤5	1000 ±300	Ø43,5 × 14	пьезоэлектрический
XY150	1...20	≤1	4000 ±500	Ø16,9 × 4	пьезоэлектрический
XY153	1...20	≤1	4000 ±500	Ø17 × 7	пьезоэлектрический
HRA24AX	3...20	≤15	3400 ±500	Ø23,5 × 9,5	пьезоэлектрический
HPM14AX	3...16	≤7	4900 ±600	Ø13,8 × 7,5	пьезоэлектрический
HPM24AX	3...16	≤8	3700 ±500	Ø23,5 × 17,5	пьезоэлектрический
HSM1612X	12	30	2200	Ø16 × 14	электромагнитный

Примечание

* Многие из излучателей на корпусе не имеют обозначения типа, а указан только знак полярности (+). Ее необходимо соблюдать при подключении, чтобы не повредить сигнализатор.

** Размеры указаны без учета длины выводов.

Много информации по аналогичным звуковым сигнализаторам можно найти в Интернете [4]. Некоторые модели выпускаются не только однотональными, но и с прерывистой работой.

Сигнализатор тревоги (ВА1) использован типа ПКИ-1 (оповещатель звуковой на основе пьезоизлучателя, рис. 2.10). Он имеет встроенный генератор частотой 2800 Гц, работающий от напряжения питания 12 ± 3 В. При этом ток потребления 20...40 мА, звуковое

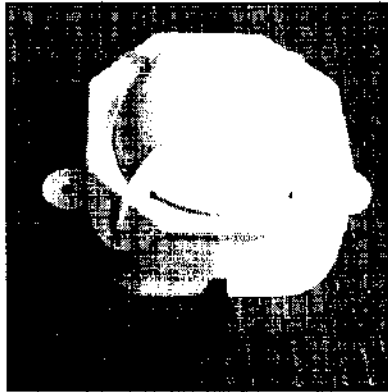


Рис. 2.10. Внешний вид звукового сигнализатора ПКИ-1

давление 105 дБ (размеры корпуса $64 \times 83 \times 83$ мм). Для данного излучателя ключевой транзистор можно использовать даже менее мощный, чем это указано на схеме. В аналогичном корпусе выпускается пьезоизлучатель ПКИ-3, с питающим напряжением 220 В — основные параметры у него те же.

Поляризованное реле К1 из серии РПС32А (или с последней буквой «Б» — они с «ушами» для крепления). Такие реле подходят на номинальное напряжение 10 В (или в крайнем случае 12 В), например с паспортами: РС4.520.204, РС4.520.205, РС4.520.212, РС4.520.220, РС4.520.293 (все они на 10^{+2}_{-1} В).

Так как трансформатор будет постоянно включен, его лучше использовать промышленного изготовления из унифицированных серий (они имеют хорошую внутреннюю пропитку и пожаробезопасны).

Особенности конструкции. Лучше, если корпус будет металлическим. Это сделает его более стойким к умышленному повреждению. Аналогичные механические требования предъявляются к соединительным разъемам — все они должны исключать возможность быстрого отсоединения любым способом (обламывания, выкручивания). Ведь первое, что сделает вор, услышав звуковой сигнал сирены, — попытается ее отключить (почему-то не любят они шума). Для этого он постарается вырвать питающие провода. Чтобы затруднить эту задачу, блок желательно спрятать — тогда жулику потребуется больше времени, что привлечет шумом соседей.

И если спрятать основной блок бывает сложно (его можно найти по проводам, идущим от датчиков на входной двери), то спрятать блок питания легче.

Элементы основной схемы (блока А1) размещены на односторонней печатной плате, приведенной на рис. 2.11 (на рис. 2.12 показан ее внешний вид уже собранной). Все соединения платы с внешними цепями осуществляются через разъем из серии РП15 (на 15 или 23 контакта), который крепится на дюралевом уголке.

До начала монтажа микросхем необходимо установить указанные на рисунке перемычки. Чтобы не затруднять чтение чертежа, три перемычки на плате не показаны — их тоже необходимо выполнить. Короткие перемычки можно сделать из любого медного провода, а длинные должны быть изолированными, что позволит исключить их случайное замыкание с выводами деталей.

Если предполагается использовать блок охраны в широком диапазоне климатических воздействий, то после проверки работоспособности печатную плату с элементами необходимо покрыть защитным лаком (в несколько слоев, после просушки каждого слоя не менее 12 часов). В крайнем случае для герметизации платы с элементами вполне подойдет и жидко разведенный эпоксидный клей.

Для блока питания топология платы не приводится, так как ее размеры целесообразно выбирать исходя из уже имеющегося в наличии корпуса. Минимально возможные размеры корпуса зависят от габаритов трансформатора. В авторском варианте монтаж выполнялся частично на плате, а часть деталей размещена на универсальных монтажных колодках.

Порядок настройки и проверки режимов работы. Вообще-то при правильной сборке, как и любая другая цифровая схема, эта будет хорошо работать независимо от того, понимаете ли вы, как это происходит, или нет. Но не у всех хватает внимательности и аккуратности сделать все правильно с первого раза. Поэтому лучше следовать приведенным ниже рекомендациям.

Так как объемных перемычек на плате довольно много, в том числе и по питанию, сначала рекомендуется тестером прозвонить наличие питающих цепей у всех микросхем еще до подачи напряжения на плату. Цепи питания должны соответствовать табл. 2.3.

Узлы схемы А1 и А2 лучше проверять независимо друг от друга. Потребуется источник питания с напряжениями 5 и 12 В, цифровой вольтметр (или осциллограф) и любой секундомер.

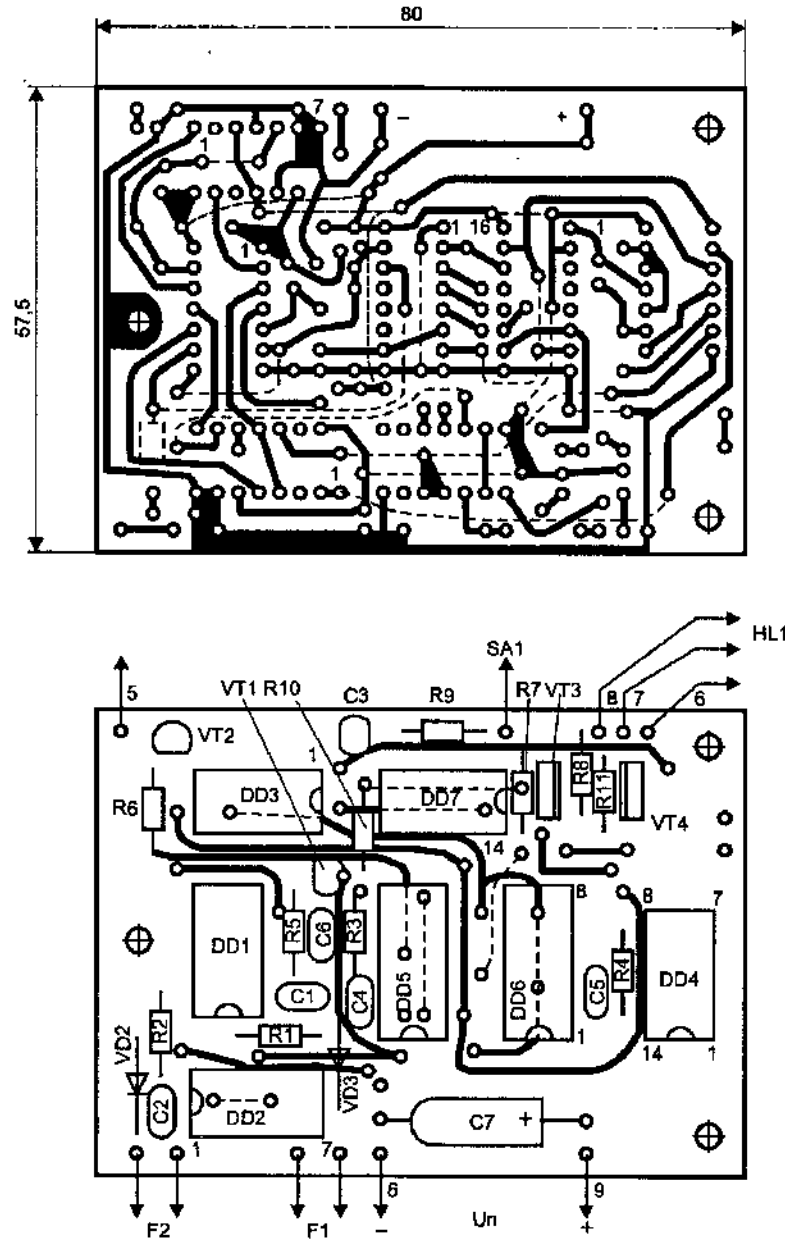


Рис. 2.11. Топология печатной платы и расположение элементов (не показаны перемычки DD5/3—DD7/11, DD5/4—DD7/10, DD5/5—DD7/9)

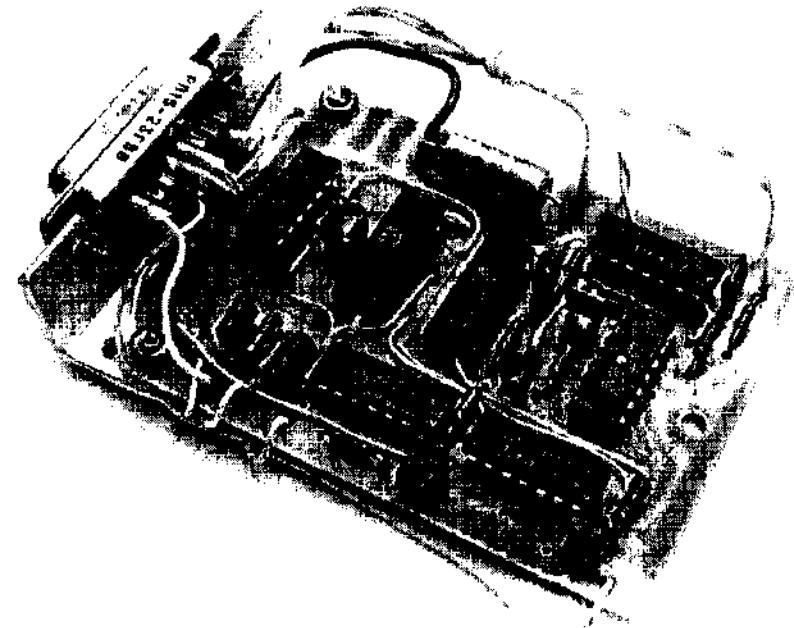


Рис. 2.12. Внешний вид монтажа платы основного блока

Таблица 2.3. Питающее напряжение на микросхемах

Номер и тип микросхемы	Напряжение на выводах			
	7	8	14	16
DD1 K561ЛП2	ОП		+12 В	
DD2, DD3 K561ТМ2	ОП		+12 В	
DD4 K561ЛА7	ОП		+12 В	
DD5, DD6 K561ИЕ10		ОП		+12 В
DD7 K561ЛЕ6	ОП		+12 В	

Для удобства контроля состояния схемы лучше временно подключить к выводу 13 триггера DD3.1 (через токоограничительный резистор 820...1500 Ом) миниатюрный красный светодиод (с диаметром корпуса не более 3 мм — чем меньше диаметр, тем меньший ток для свечения им нужен), рис. 2.13. Светодиод будет светиться, когда на данном выходе присутствует лог. 0 (т. е. сигнализация еще не включена в режим охраны). К стоку транзистора VT2

также подключается светодиод (HL3), как это показано — его свечение говорит об окончании всех циклов охраны и полном отключении системы охраны. Еще один светодиод HL4 нужен для индикации появления сигнала включения сирены (вместо подключения самой сирены).

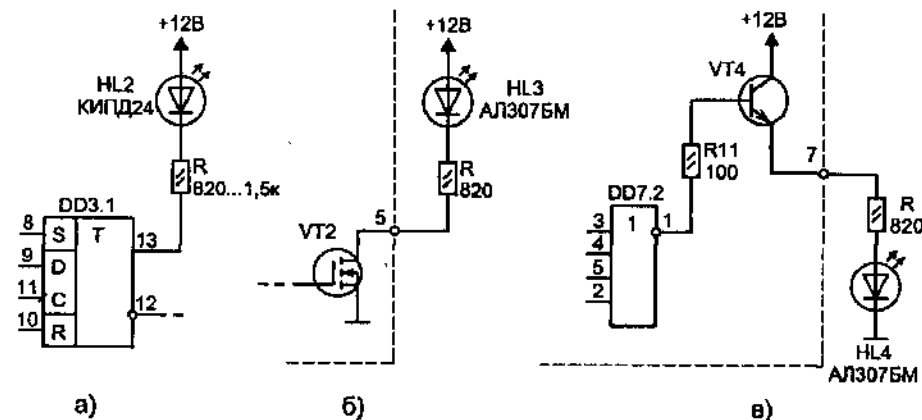


Рис. 2.13. Дополнения схемы для удобства настройки

Сначала подаем на узел А1 минимальное питающее напряжение 5 В и проконтролируем работу всех узлов. Проверяем наличие нулевых уровней на выходах DD1/11 и DD1/3 — он не должен зависеть от того, в каком состоянии были датчики в начальный момент. При переключении датчиков состояние соответствующих выходов DD1/11 и DD1/3 должно меняться на лог. 1. Проверяем переключение триггеров и работу остальных узлов в соответствии с описанием, приведенным выше.

С помощью секундомера проверяем интервал, в течение которого мигает светодиод HL1 (8...12 с). В случае необходимости его можно изменить при помощи R4 или C5. Все остальные интервалы связаны с этим, и их надо проверить на наличие, а также выключение системы после повторения 8 циклов охраны.

Электронная охрана квартиры

Если нужно охранять только помещение, то предыдущий вариант можно немного упростить. Ведь для стационарной системы обычно используют датчики только нормально-замкнутые, установленные внутри периметра зоны охраны (на двери и окна). В этом

случае можно убрать запоминающее устройство, как это показано на рис. 2.14. Из схемы также исключены полевые транзисторы — один из них стал не нужен, а роль второго выполняет логический элемент. Источник питания для этой схемы показан на рис. 2.15.

Основной алгоритм работы устройства остался тем же:

1. Нажимаем кнопку SB1 для включения питания блока охраны.
2. Когда вы выходите из квартиры, при первом срабатывании датчика F1 блок перейдет в режим охраны только через 8...12 с. Этого времени вполне достаточно, чтобы не спеша покинуть помещение и закрыть дверь.
3. В режиме «Охрана» срабатывание любого датчика приведет к включению мощного звукового сигнала (после F1 — с задержкой 8...12 с, а после F2 — сразу). При этом пока действует задержка — будет прерывисто работать напоминающий звуковой сигнал.
4. Чтобы выключить блок охраны, необходимо нажать скрытно установленную кнопку SB2.

Формирование временных интервалов происходит как и в схеме на рис. 2.2 — там процессы подробно описаны, поэтому здесь повторяться не будем (нумерация элементов на новой схеме специально сохранена такой же). Ну а о небольших отличиях стоит сказать чуть более подробно.

Время работы сигнала звукового оповещения при кратковременном срабатывании любого датчика будет около 2 мин, но если датчик F2 постоянно разомкнется, то сигнал тревоги станет работать непрерывно в течение примерно 16...18 мин — пока счетчик DD5.2 не досчитает до 8. После чего лог. 1 на выходе DD5/14 через элемент DD7.2 заблокирует работу сирены. Сигнал звукового оповещения может быть непрерывным или прерывистым, что зависит от положения переключателя «Сигнал» (SA1). Мощных звуковых сигнализатора лучше использовать два. Один на 12 В, а второй с питанием от сети. Сетевая сирена включается оптронным тиристором U1.

Схема коммутации кабеля между блоками А1 и А2 выполнена так, что любое отключение разъема приводит к непрерывному включению двух звуковых сигнализаторов (BA1, BA2).

Для сборки конструкции можно воспользоваться печатной платой, приведенной на рис. 2.16. Чтобы не усложнять изготовление платы, часть цепей соединены проводами. До начала монтажа радиодеталей сначала сделайте все перемычки (две не нарисованные перемычки тоже следует выполнить).

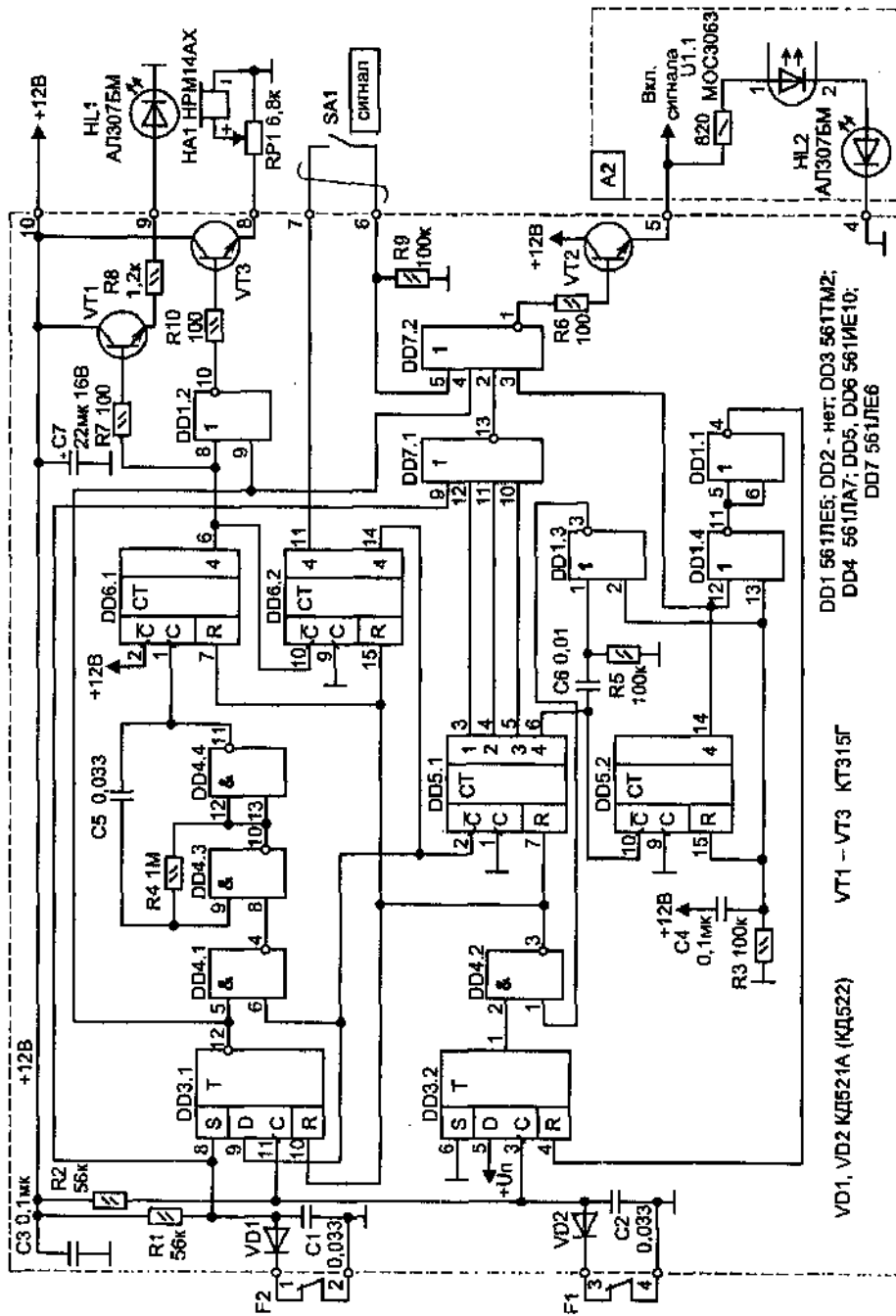


Рис. 2.14. Электрическая схема блока охраны для датчиков с нормально-замкнутыми контактами

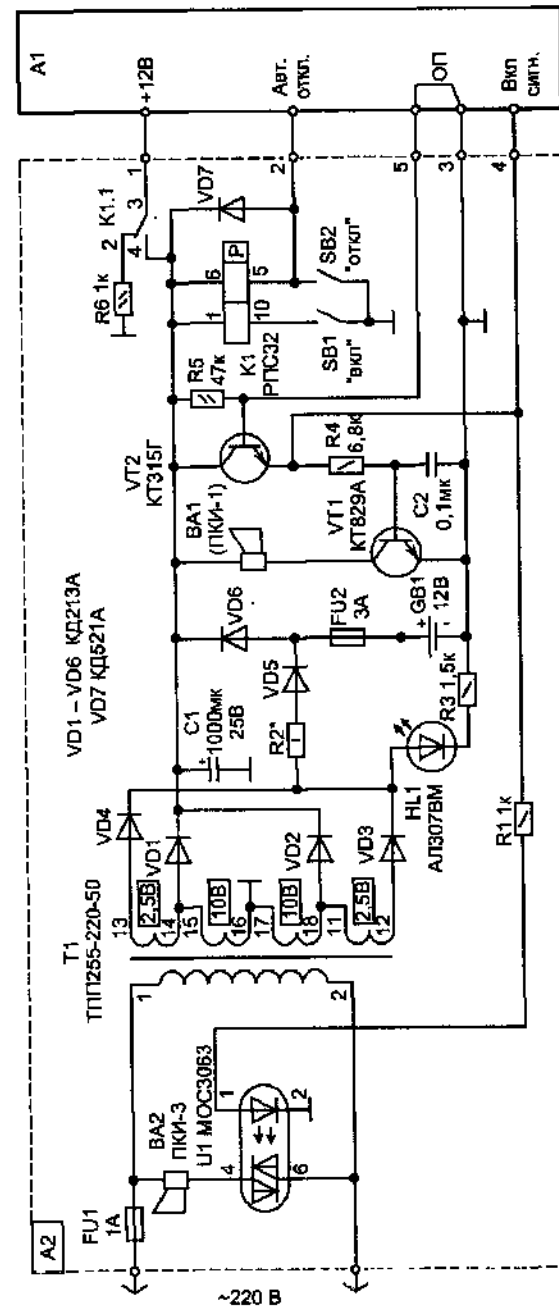


Рис. 2.15. Источник питания и силовая часть блока охраны

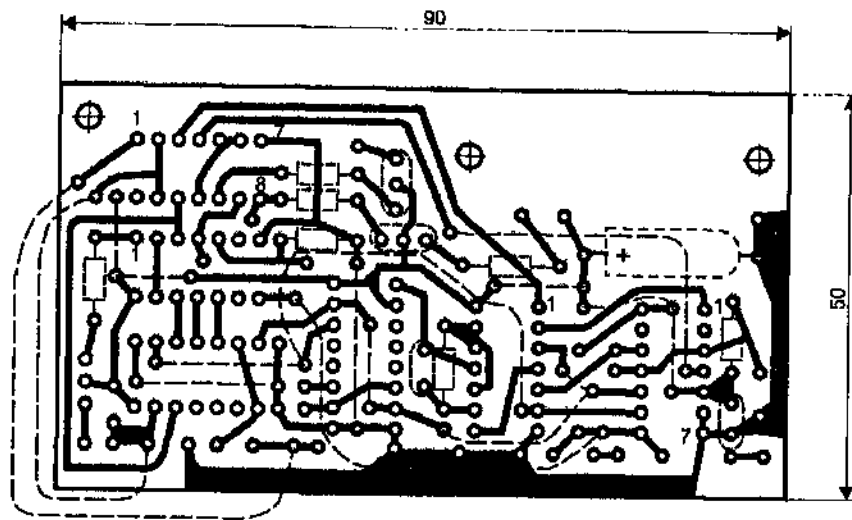


Рис. 2.16. Топология печатной платы
(перемычки DD7/4—DD4/5 и DD6/10—DD1/8 на ней не показаны)

О деталях. Требования к применяемым компонентам уже приводились ранее. Все транзисторы схемы работают в ключевом режиме и служат для усиления выходного тока логических микросхем — они могут заменяться любыми аналогичными.

Указанный на схеме звуковой пьезосигнализатор (НА1) можно заменить на любой со встроенным генератором (см. табл. 2.2), но

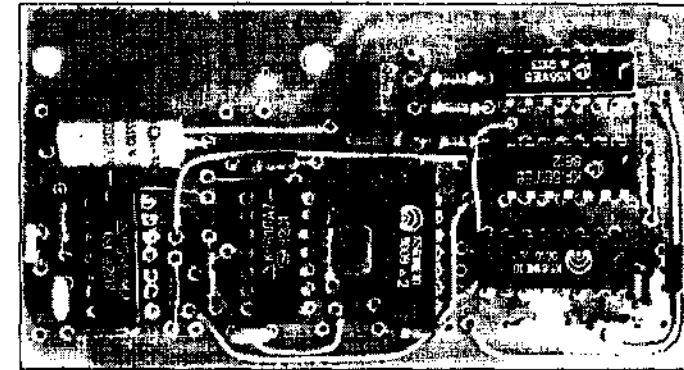


Рис. 2.17. Внешний вид монтажа платы основного блока
(без разъема)

если система всегда работает при фиксированном напряжении 12 В, то можно использовать и электромагнитные излучатели: НСМ1201Х, НСМ1203Х, НСМ1212Х (потребление тока при этом во время работы сигнала увеличится в 2 раза).

В качестве контактных датчиков, которые устанавливаются на дверь, можно взять любые промышленные или изготовить их самостоятельно на основе герконов с одной группой нормально-разомкнутых контактов (КЭМ-1, КЭМ-2). Более миниатюрные герконы, которые применяются в кнопках клавиатуры, использовать нежелательно, так как они более склонны к залипанию.

Датчик состоит из двух частей: геркона и магнита. На подвижной части двери крепится магнит, а на неподвижной — геркон. Если у вас дверь деревянная, то датчик легко можно сделать скрытым — для чего выполняется небольшой паз в каркасе коробки двери для геркона и углубление в самой двери для магнита. После распайки геркона к проводам и проверки срабатывания (замыкания цепи) при приближении магнита он клеится любым герметиком.

Для металлической двери геркон и магнит надо крепить через диэлектрическую прокладку, на расстоянии примерно 10 мм от металла (чтобы магнит не размагнитился со временем).

Методика настройки и проверки работы устройства, приведенная в предыдущей статье, для данной схемы тоже подойдет. Ведь отличия у них незначительные.

Автоподзаряд аккумулятора резервного питания

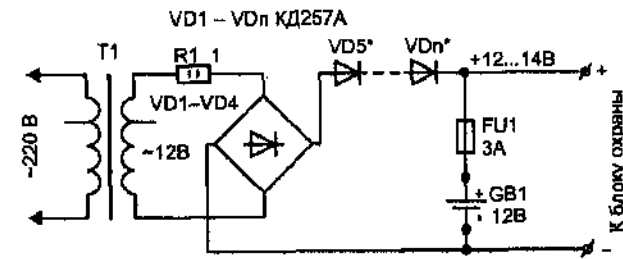
Для обеспечения надежной работы многих стационарных устройств необходимо применять резервное питание. Чаще всего для этих целей устанавливают аккумулятор, но за ним надо следить, не допуская сильного разряда и вовремя ставить на подзаряд. Удобнее эту обязанность поручить автоматике.

Для подзаряда аккумулятора необходимо соответствующее устройство (внутреннее или внешнее). Зарядное устройство можно выполнить в составе системы бесперебойного питания и полностью автоматизировать процесс, т. е. оно может включаться при снижении напряжения на аккумуляторе ниже порогового уровня¹, или же применить «плавающий» подзаряд [5]. Под плавающим зарядом подразумевают подключение аккумулятора параллельно с нагрузкой (рис. 2.18), когда источник питания служит только для компенсации токов саморазряда в элементах питания. В этом случае схема получается наиболее простой.

В этих схемах поступающее напряжение с трансформатора выбирается таким, чтобы зарядный ток, проходящий через аккумулятор, компенсировал ток естественного саморазряда. Нужно напряжение после выпрямителя можно подобрать экспериментально установкой дополнительных диодов или с помощью отводов от вторичной обмотки трансформатора (у некоторых унифицированных трансформаторов, например из серии ТН, ТПП и др., есть возможность немного изменить напряжение во вторичной цепи за счет переключения отводов в первичной обмотке). При этом контролируем ток в цепи аккумулятора по амперметру. Обычно значение тока «плавающего» подзаряда не должно превышать 0,005...0,01 номинального для аккумулятора. Уменьшение тока заряда приводит только к увеличению продолжительности процесса (в данном применении время заряда значения не имеет — оно всегда будет достаточным).

Такие схемы можно применять, если ваша сеть достаточно стабильна и питающее напряжение не выходит за рамки допуска

¹ Так как в охранном устройстве нагрузка аккумулятора потребляет микроток, то контролировать на нем напряжение в процессе работы нет смысла — в холостом ходу оно всегда будет номинальным. Такой контроль выполняют при имитации максимальной нагрузки аккумулятора, что для полной автоматизации процесса потребует усложнения схемы зарядного устройства.



* Нужны не всегда

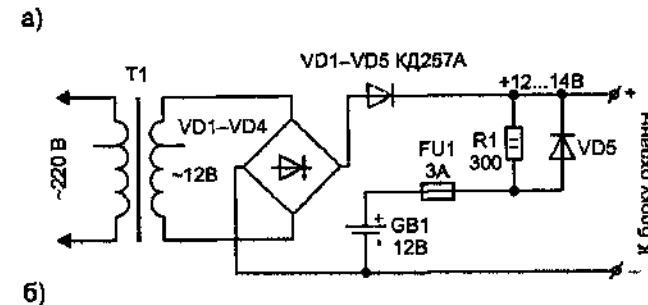


Рис. 2.18. Схемы, обеспечивающие плавающий подзаряд аккумулятора резервного питания

(в крупных городах за этим следят). В противном случае между трансформатором и аккумулятором устанавливается стабилизатор напряжения и диод, препятствующий прохождению тока аккумулятора в стабилизатор, когда трансформатор не включен (рис. 2.19). Микросхема КР142ЕН12 может быть заменена аналогичной импортной LM317.

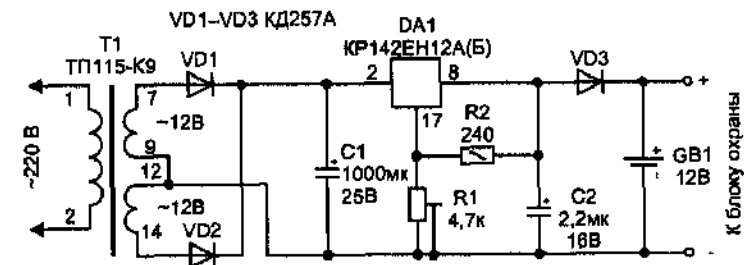


Рис. 2.19. Схема зарядного устройства со стабилизатором напряжения

Более совершенная схема зарядного устройства приведена на рис. 2.20. Она не только поддерживает стабильное напряжение на

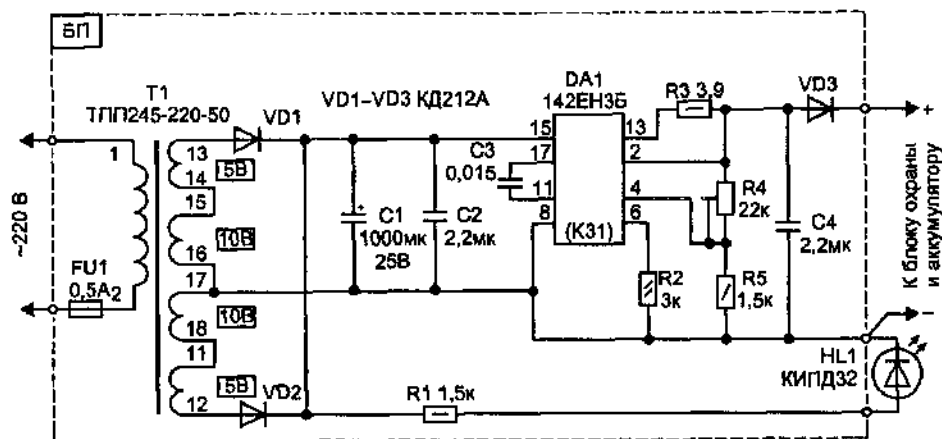


Рис. 2.20. Схема зарядного устройства с ограничением тока

аккумуляторе, но и имеет настраиваемую токовую защиту, которая предотвращает повреждение элементов в случае короткого замыкания на выходе (или неисправности аккумулятора). Ограничение тока полезно и в тех случаях, когда подключается новый аккумулятор (еще не заряженный или сильно разряженный ранее). В этом случае ограничение тока на нужном уровне предотвращает перегрузку питающего сетевого трансформатора (он может быть мало мощным — 14...30 Вт, так как в режиме «Тревога» необходимый ток вполне может обеспечить сам аккумулятор). Кроме того, внутри микросхемы есть температурная защита, отключающая ее выход при перегреве, что исключает повреждение компонентов.

Для сборки устройства можно воспользоваться односторонней печатной платой из стеклотекстолита, показанной на рис. 2.21, ее внешний вид приведен на рис. 2.22.

При монтаже применялись детали С1 — любой оксидный, С2—С4 — из серии К10. Подстроечный резистор R4 — многооборотный СП5-2В. В качестве микросхемы можно использовать любые из серии К142ЕН3 или К142ЕН4 — они имеют планарные выводы. Для установки микросхемы со стороны печатных проводников, в плате сделано окно размером 15 × 10 мм и отверстия для ее крепления. Между пластиной теплоотвода микросхемы и платой подкладываются диэлектрические шайбы так, чтобы выводы легли прямо на токопроводящие дорожки. Это позволит ко всей плоскости микросхемы закрепить отводящую тепло пластину.

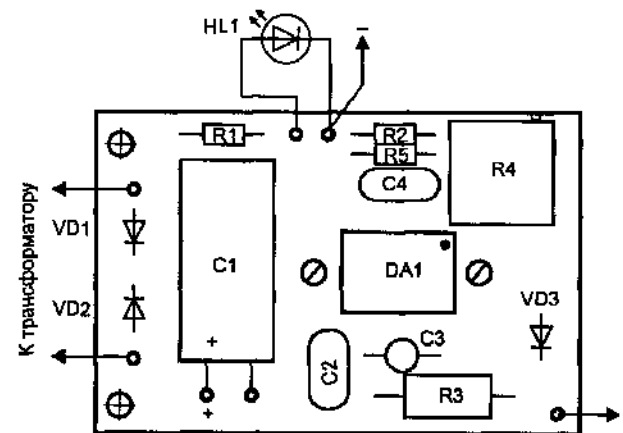
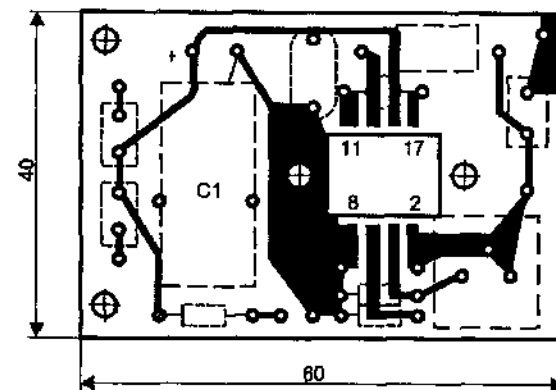


Рис. 2.21. Топология печатной платы и расположение элементов

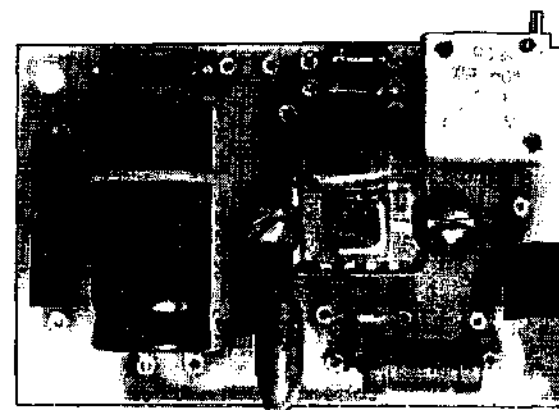


Рис. 2.22. Внешний вид монтажа элементов на плате

Трансформатор (Т1) можно заменить на ТП115-К9 — он имеет 2 обмотки по 12 В с допустимым током до 0,8 А. В холостом ходу на обмотке будет напряжение 16 В, а после выпрямления и сглаживания конденсатором — 19 В, что вполне достаточно для работы стабилизатора (основную часть времени схема будет работать как раз в режиме холостого хода).

Работающая аналогично еще одна схема приведена на рис. 2.23. Основой ее является микросхема L200 (отечественных аналогов нет), имеющая выводы (2 и 5) для контроля тока в нагрузке. Приведенное включение микросхемы является типовым: от номинала резистора R2 зависит максимальный ток в цепи нагрузки ($I_{max} = 0,45/R2$), а нужное напряжение выставляется резистором R3. Стабилизатор может обеспечить выходной ток от 0,1 до 2 А и имеет внутреннюю защиту от перегрева.

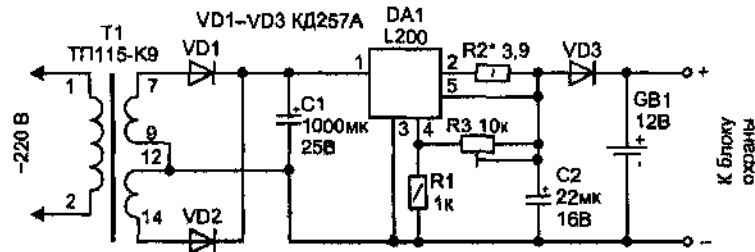


Рис. 2.23. Второй вариант схемы зарядного устройства с ограничением тока

Для монтажа элементов второй схемы зарядного устройства можно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 2.24.

О настройке всех схем со стабилизацией. Вам потребуется миллиамперметр, вольтметр (лучше цифровой) и имитирующая нагрузка мощный резистор. Все это соединяется по схеме, показанной на рис. 2.25.

Сначала при отключенном аккумуляторе соответствующим подстроечным резистором выставляем на выходе стабилизатора напряжение 13 В. После этого переключателем S1 включаем резистор Rн и проверяем ток ограничения. Его можно установить любым при помощи подбора резистора токовой обратной связи — R3 в схеме рис. 2.20 (например, для тока 220 мА — R3 = 3,9 Ом; для 300 мА — R3 = 3,3 Ом) или R2 в схеме на рис. 2.23.

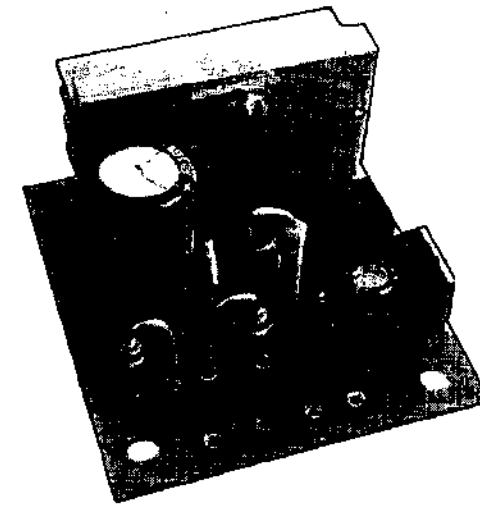
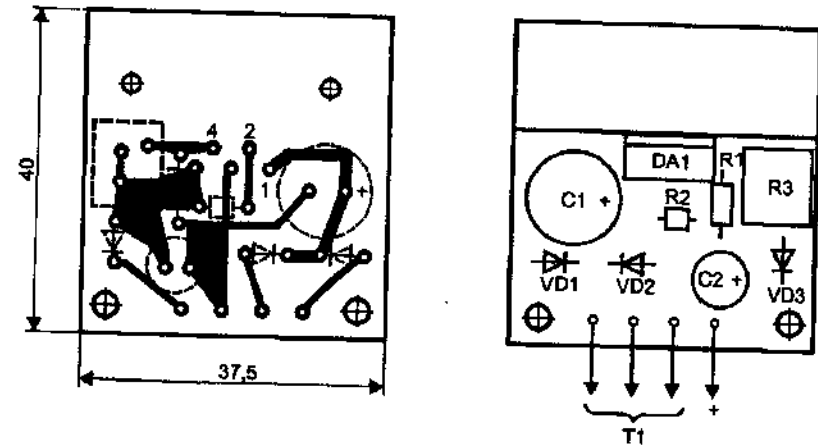


Рис. 2.24. Топология печатной платы и внешний вид монтажа

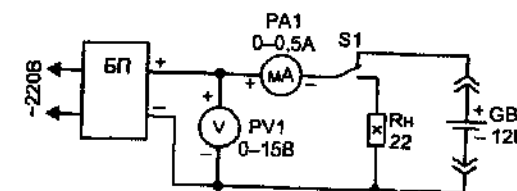


Рис. 2.25. Стенд для настройки и проверки зарядного устройства

Теперь вместо резистора Rн подключаем аккумулятор GB1. Необходимый ток в цепи заряда (для энергоемкости конкретного аккумулятора) устанавливаем подстройкой выходного напряжения. Окончательную установку следует делать уже после того, как аккумулятор полностью зарядится — этот ток должен компенсировать саморазряд GB1.

Дополнительная литература

1. *Кадино Э.* Электронные системы охраны. Пер. с франц. — М.: ДМК Пресс, 2001, с. 11.
2. *Шелестов И. П.* Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 1. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003, с. 84.
3. *Шелестов И. П.* Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 3. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003, с. 133.
4. Сайт фирмы:
<http://www.dart.ru/index5.shtml?cataloguenew/acoustics/oscillator.shtml>
5. *Хрусталева Д. А.* Аккумуляторы. — М.: Изумруд, 2003.

3

Управляем дистанционно

Довольно часто возникает потребность в дистанционном управлении различными электрическими приборами. Реализовать эту задачу можно четырьмя способами: по проложенным электрическим проводам; по радиоканалу; по оптическому каналу; акустическими сигналами в низкочастотной области (звуков или ультразвуков).

Первый вариант, несмотря на свою простоту и универсальность, не всегда удобен (иногда невозможна прокладка проводов). Второй более современен, например, на многих автомобилях управление сигнализацией осуществляется по радиоканалу, но радиоэфир в крупных городах сильно «заселен» и содержит много помех, что снижает надежность управления и усложняет реализацию приемника команд. Тем не менее системы с управлением по радиоканалу достаточно широко распространены там, где отсутствует прямая видимость между передатчиком и приемником. Третий вариант — наиболее простой и лишен недостатков предыдущих, но в этом случае управляемое устройство должно находиться в пределах прямой видимости.

Ретрансляторы команд управления

Уже стало привычным, когда большинство бытовой и профессиональной радиоаппаратуры имеет пульт, позволяющий с расстояния до 6...10 м управлять всеми режимами работы. Правда, необходимо, чтобы ничто не мешало прямой оптической связи между пультом и приемником ИК-лучей в радиоаппаратуре. В условиях современной городской квартиры разместить все так, чтобы данное условие идеально выполнялось, не всегда возможно. Кроме того, бывают также ситуации, когда необходимо управлять устройствами с расстояния большего, чем это предусмотрено изготовителем. Во всех этих случаях вас выручат схемы ретрансляторов ИК-команд, приведенные ниже.

Самая простая схема ретранслятора ИК-команд показана на рис. 3.1. Фотодиод VD1 преобразует ИК-импульсы в электрический ток, который усиливается транзистором VT1. Этот же ток проходит

и через излучающий в ИК-диапазоне светодиод BL1 (он обязательно располагается поблизости от ИК-приемника радиоаппаратуры). В такт с приемом команд мигает светодиод HL1.

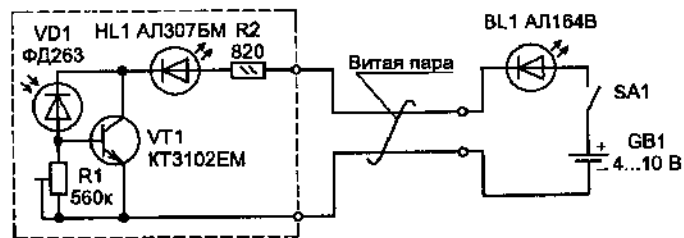


Рис. 3.1. Схема простого ретранслятор ИК-команд

Но так как усилитель всего однокаскадный, чувствительность у такой схемы небольшая. Для ее использования необходимо, чтобы приемник ретранслятора располагался поблизости от пульта ДУ (не далее чем на расстоянии 1 м). Если указанные ограничения по дальности вас не устраивают, то лучше воспользоваться более совершенной схемой, приведенной на рис. 3.2 или 3.3. Данная приставка может использоваться с любыми пультами дистанционного управления, работающими по протоколу RC-5. Этот протокол команд разработан фирмой Philips и наиболее популярен во всем мире у производителей бытовой техники: телевизоров, видеомагнитофонов, музыкальных центров, кондиционеров и т. п.

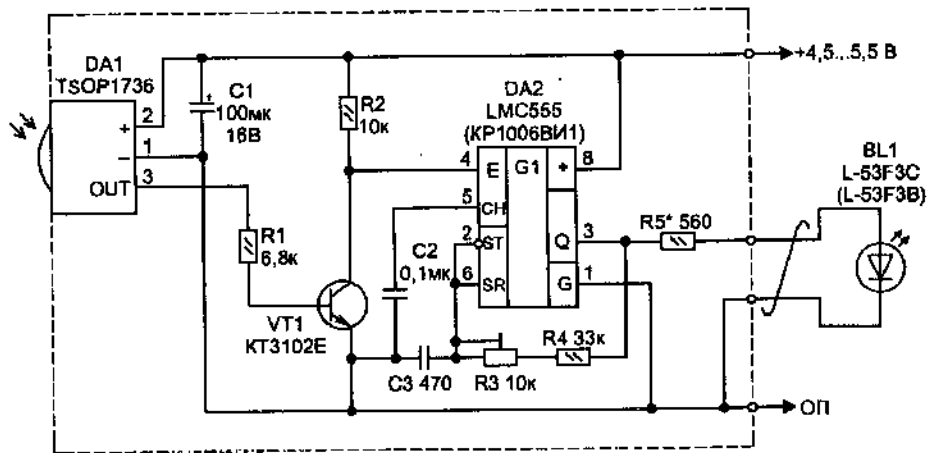


Рис. 3.2. Электрическая схема ретранслятора ИК-команд дистанционного управления с питанием со стороны приемника

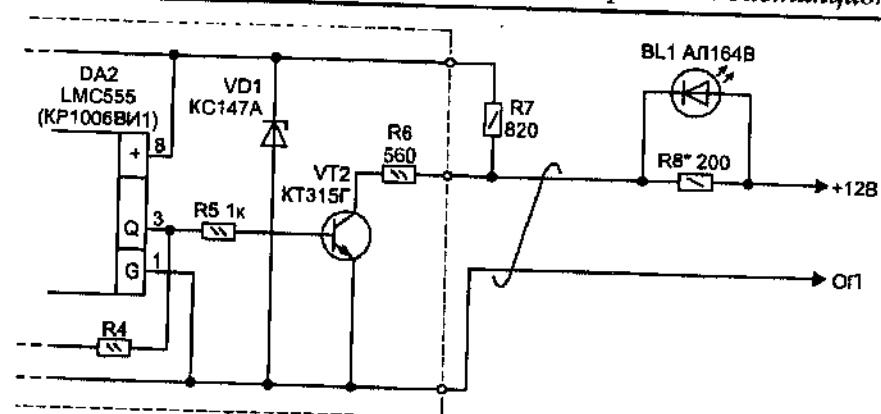


Рис. 3.3. Вариант подключения ретранслятора для его питания со стороны передатчика

Ретранслятор состоит из высокочувствительного стандартного интегрального ИК-приемника (DA1) (работа его подробно описана в справочном разделе) и автогенератора на аналоговом таймере DA2 (его работа рассмотрена в книге 5 из этой же серии). Запуск автогенератора синхронизирован с импульсами, приходящими от ИК-приемника. Как показали эксперименты, непосредственно подавать импульсы с выхода микросхемы DA1 через усилитель тока на ИК-диод — бесполезно. Объясняется это тем, что интегральный ИК-приемник не только усиливает и преобразует оптические импульсы в электрические сигналы, но и демодулирует их (превращает в более широкие), рис. 3.4. Генератор на таймере выполняет обратное действие (когда нет импульсов — на выходе DA2/3 будет нулевое напряжение). А так как выход таймера достаточно мощный, то эти импульсы сразу подаются на ИК-излучатель (BL1).

О деталях. Возможные эквивалентные замены ИК-приемника TSOP1736 (фирмы Vishay) приведены в справочном разделе. Аналоговый таймер можно использовать любой из серии 555, но лучше все же взять с пониженным энергопотреблением: ICL555, TLC555, TS555, KA555 и подобные. При поиске замены излучателя ИК-диод выбирать очень мощный не нужно, ведь он может располагаться поблизости от ИК-приемника радиоаппаратуры (к тому же с увеличением мощности излучающих диодов существенно увеличивается их стоимость). Но этот диод обязательно должен иметь оптический диапазон с максимумом излучения на длине волны 940 нм. Тип остальных деталей может быть любым.

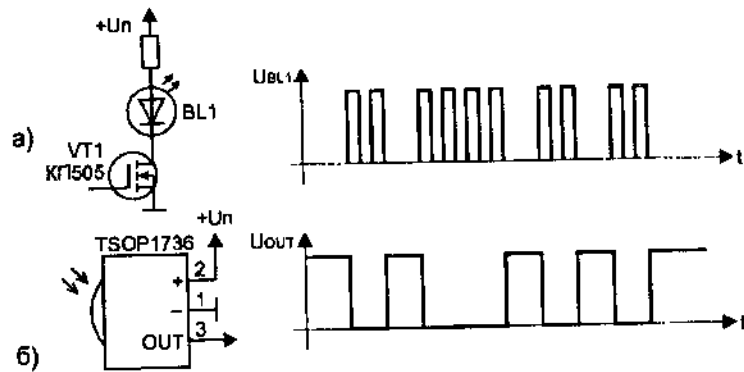


Рис. 3.4. Особенности передаваемого (а) и принимаемого после дешифратора (б) сигналов

Топология печатной платы показана на рис. 3.5 (имеет одну объемную перемычку). Она довольно простая и предусматривает сборку любого из приведенных вариантов ретрансляторов, собранных на таймере.

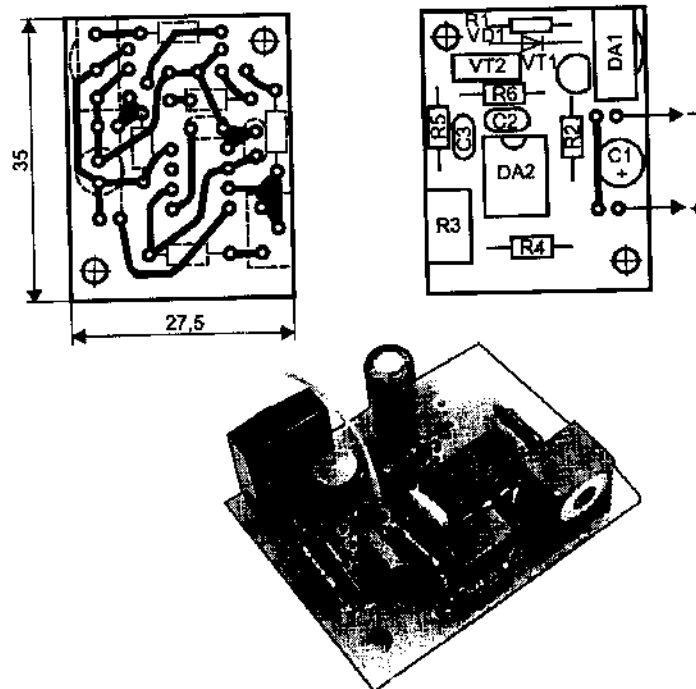


Рис. 3.5. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа ретранслятора команд

Регулировка устройства выполняется при помощи подстроечного резистора R3 по надежному срабатыванию радиоаппаратуры от команд, проходящих через ретранслятор, для чего постепенно увеличивают расстояние между излучающим ИК-диодом и приемником в радиоаппаратуре до 0,5 м. При эксплуатации излучатель (BL1) может находиться вблизи от ИК-приемника управляемого устройства, но если есть необходимость увеличения этого расстояния до 6...15 м, то можно установить однокаскадный усилитель импульсов. Удобно использовать в качестве усилителя транзистор КП505(А—В), включенный по схеме, как это показано на рис. 1.7.

Переключатель от ИК-лучей

Довольно удобно управлять включением/выключением многих устройств на расстоянии. К ним относятся освещение, электронная аппаратура, вентиляторы и т. п. Электрическая схема, обеспечивающая такую возможность, приведена на рис. 3.6. Она может работать совместно с большинством пультов ДУ на ИК-лучах, которые уже есть в каждом доме для управления радиоаппаратурой (дальность до 10 м). Это избавляет от необходимости изготавливать дополнительный пульт.

Алгоритм работы устройства очень прост. Достаточно любую кнопку пульта ДУ удерживать нажатой более 1 с, и произойдет срабатывание переключателя. (При традиционном использовании пульта длительные нажатия кнопок не используются.) Если же надо управлять нагрузкой, не включая основное устройство, для которого пульт и предназначен, можно воспользоваться кнопками вспомогательных режимов — они не приводят к существенным изменениям в основном устройстве.

Дистанционный переключатель состоит из стандартного ИК-приемника (DA1) и двух счетчиков (DD1.1, DD1.2) для счета проходящих с пульта ДУ импульсов. Все это питается через гасящий конденсатор прямо от сети. Низковольтное питающее напряжение стабилизировано стабилитроном VD2.

Использование современной элементной базы позволило сделать схему экономичной — блок управления потребляет из сети ток не более 6...7 мА, что существенно меньше, чем у всех опубликованных ранее в литературе схем. Этого удалось добиться двумя способами: во-первых, за счет применения симисторных оптронов

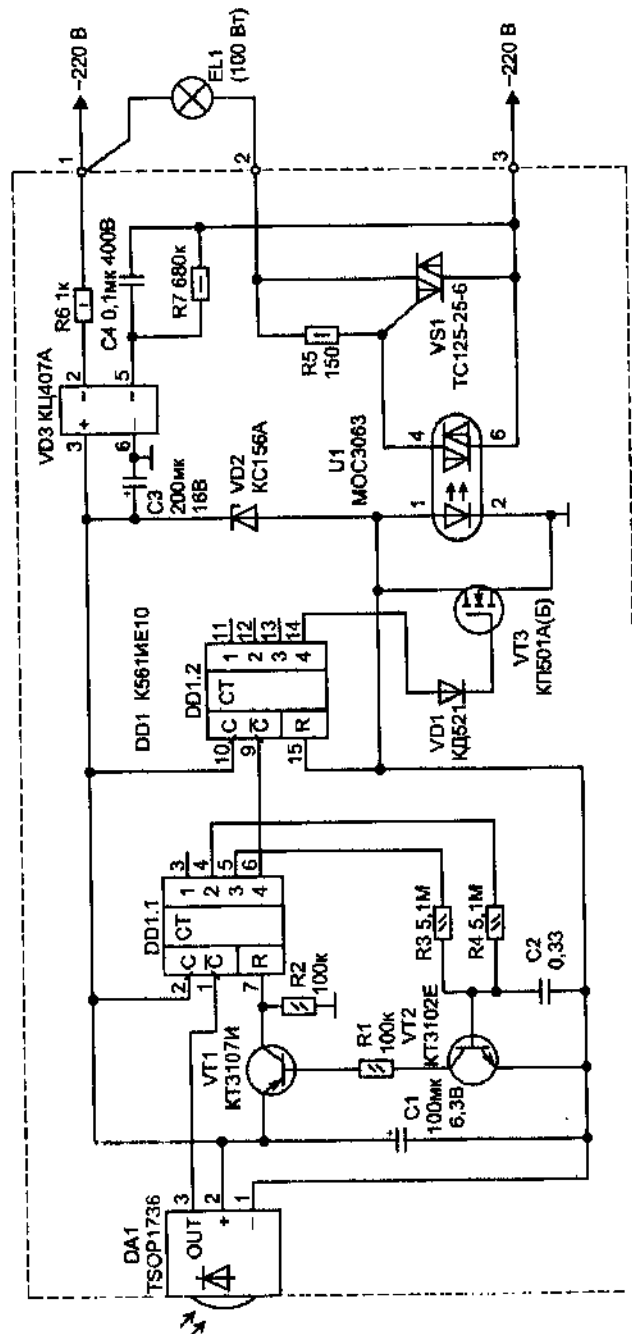


Рис. 3.6. Электрическая схема дистанционного переключателя

с током включения 5 мА — MOC3063 (его можно заменить аналогичным, но с большим допустимым коммутируемым напряжением — MOC3083), а также необычной схемой включения оптрона. Он стоит в цепи питания последовательно с основной схемой управления — это избавляет от необходимости брать из сети для его включения дополнительный ток. Оptron обеспечивает гальваническую развязку частей схемы и может управлять любым силовым симистором.

Применяемый оптрон имеет полезное свойство — встроенный нуль-орган, благодаря чему обеспечивает коммутацию управляющего тока только в момент перехода фазы напряжения через ноль, что избавляет от коммутационных помех.

Для уменьшения вероятности ошибочного срабатывания схемы при появлении на входе оптических помех (при включении лампы дневного света или применении пульта ДУ для управления радиоаппаратурой) предусмотрено автоматическое обнуление первой группы счетчиков в случае, если они находятся в статическом режиме более 1 с (обычно помехи бывают кратковременны) и счетчик DD1.1 не успевает досчитать до переключения DD1.2. Эту задачу выполняют элементы: R3, R4, VT2, VT1 (конденсатор C2 обеспечивает задержку появления открывающего транзистор VT2 напряжения). Если на выводах 4 или 5 счетчика DA1.1 по каким-то причинам долго присутствует лог. 1 — это вызовет открывание транзисторов VT1 и VT2 — короткий импульс напряжения на входе DA1/7 обнуляет счетчик.

При монтаже применялись радиодетали: резисторы МЛТ и С2-23, конденсаторы С1 и С3 — К50-16 (или их зарубежные аналоги из серий SR, GR), С2 — К10-17; С4 — К73-17 на 400 или 630 В. Диод VD1 можно заменить любым импульсным. Стабилитрон VD2 подойдет любой малогабаритный на 5,1 В.

Конструкцию можно сделать довольно миниатюрной. Элементы устройства расположены на печатной плате из стеклотекстолита размером 70 × 45 мм, рис. 3.7. Она содержит две объемные перемычки, которые устанавливаются в первую очередь. Для удобства подключения внешних цепей на плате предусмотрена установка контактных винтовых зажимов. Внешний вид сборки показан на рис. 3.8.

Корпус, куда устанавливается плата, может быть любым пластмассовым — все зависит от вашей фантазии. Если он не прозрач-

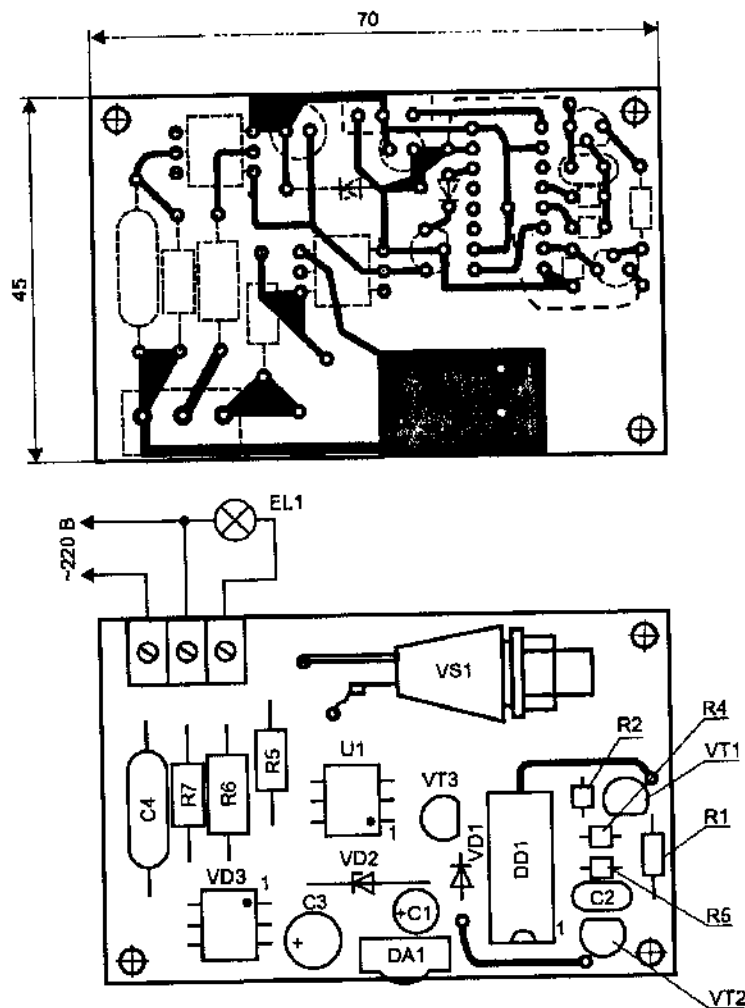


Рис. 3.7. Топология печатной платы и расположение элементов

ный, то напротив ИК-датчика делается отверстие, которое закрывается красным оргстеклом или пленкой.

Теперь немного о настройке. Чтобы ее упростить и уменьшить вероятность повреждения элементов из-за своих ошибок, лучше монтаж проводить в два этапа. Сначала устанавливаются только элементы бестрансформаторного источника питания (C3, VD3, R5—R7, C4), стабилитрон VD2 и оптопара U1. После чего включаем схему в сеть. Если все собрано правильно --- лампа (EL1), показан-

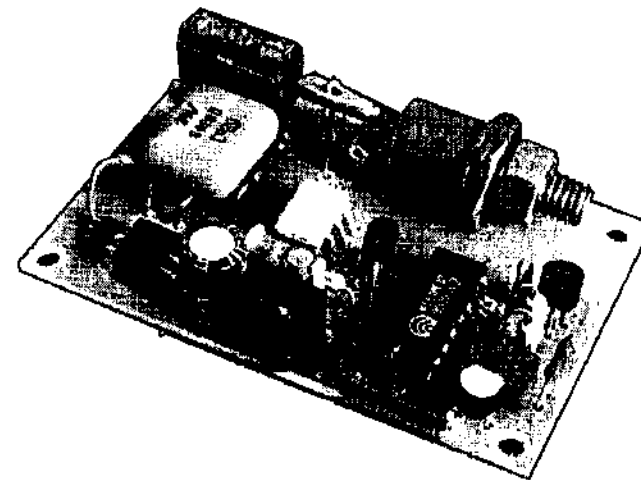


Рис. 3.8. Внешний вид собранной печатной платы

ная в качестве нагрузки, будет светиться. Проверяем напряжение на стабилитроне VD2 — оно должно быть около 5,2 В.

Теперь устанавливаем все оставшиеся компоненты и проверяем работу переключения от пульта ДУ.

Таймер с дистанционным управлением

Некоторые устройства должны работать ограниченное время после включения — от 15 до 60 мин. Например, к ним относится ионизатор, очиститель воздуха, вентилятор и др. Список можно продолжить, но у каждого свои потребности. Довольно удобно при этом дистанционно управлять включением устройств. Схема на рис. 3.9 обеспечивает такую возможность.

Это устройство позволит вам дистанционно включить на заданный интервал времени любую нагрузку мощностью до 500 Вт (при установке симистора VS1 на радиатор -- до 2 кВт). Данный вариант является модификацией предыдущего (см. рис. 1.24) таймера, и, чтобы не повторяться, здесь будут отмечены только его особенности. В схеме добавлен интегральный ИК-приемник, с помощью которого может осуществляться дистанционный перезапуск работы таймера. Так как ИК-модуль требует для питания меньшего напряжения, чем все остальные узлы, то соответствующее питание

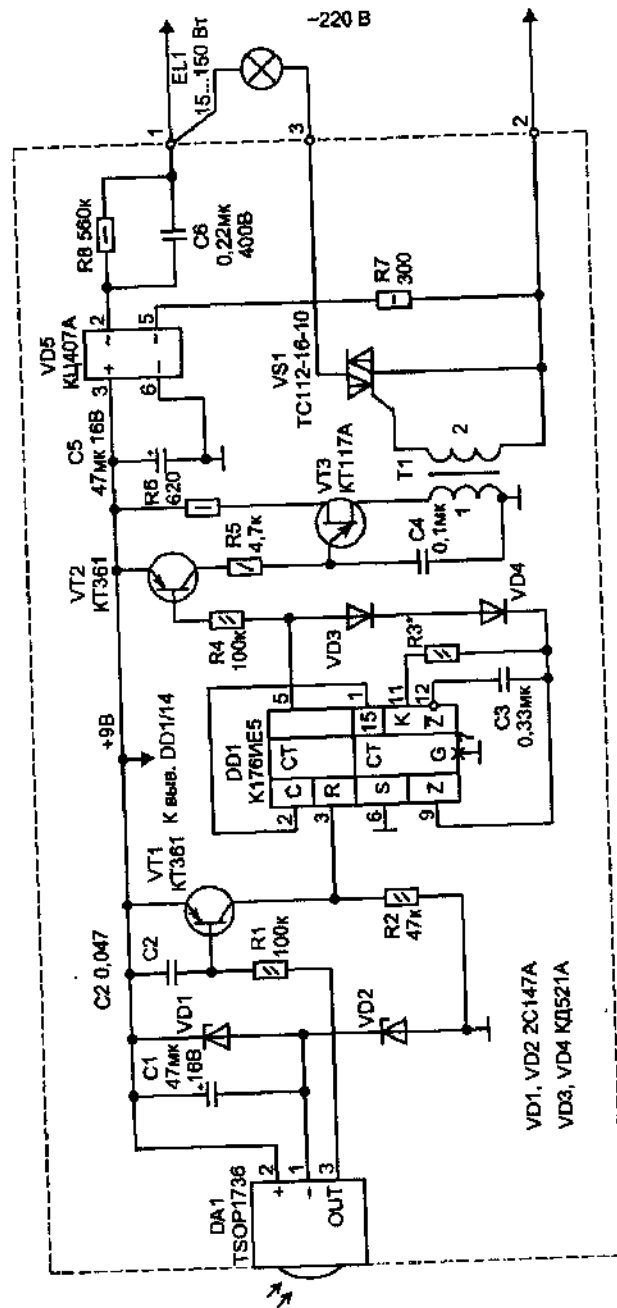


Рис. 3.9. Электрическая схема сетевого таймера с дистанционным управлением

получается на стабилитроне VD1. Транзистор VT1 служит для согласования сигналов. Как только на выходе 3 микросхемы DA1 появляется нулевой уровень, то на резисторе R2 будет лог. 1 (9 В), что приведет к перезапуску счетчика DD1. В начальный момент на выходе DD1/5 будет лог. 0, а значит, транзистор VT2 открыт и работает автогенератор, формирующий необходимые для открывания симистора импульсы.

Время, в течение которого будет включена нагрузка, зависит от номиналов элементов C3 и R3. В табл. 3.1 приведено несколько значений, полученных экспериментально, но так как конденсаторы могут иметь разброс номиналов в пределах допуска, то это значение у вас может несколько отличаться.

Таблица 3.1. Зависимость временного интервала от элементов

Резистор (R3), кОм	Емкость (C3), мкФ	Время, мин
200	0,047	4,5
200	0,1	12
200	0,33	29,5
560	0,33	75

Чтобы уменьшить погрешность, при формировании больших интервалов используется два последовательно включенных диода (VD3, VD4, что чуть уменьшает утечку тока через них в закрытом состоянии), но если вам нужен интервал не слишком большой (5... 15 мин), то вполне можно обойтись и одним диодом, как сделано в других аналогичных схемах.

Бестрансформаторное питание устройства от сети позволяет сделать конструкцию малогабаритной. Потребляемый ток в дежурном режиме не превышает 11... 13 мА.

Теперь о компонентах. Большинство из них выбраны с запасом по мощности — ведь схема будет постоянно находиться под напряжением. Конденсатор C6 высоковольтный — К73-11 на 400 В (подойдет также К73-17 на 400 или 630 В), остальные компоненты могут быть малогабаритные любых типов. Стабилитроны VD1 и VD2 необходимо приобрести в пластмассовом корпусе (они меньше по размерам и легко поместятся на плате).

Импульсный трансформатор T1 выполняется на ферритовом кольце типоразмера К16×10×4 мм марки М4000НМ1 или М2000НМ проводом ПЭЛШО диаметром 0,18 мм и содержит в об-

мотке 1 — 80 витков, 2 — 60 витков. Перед намоткой острые грани сердечника необходимо закруглить надфилем, иначе они прорежут провод и будет замыкание между обмотками.

Для сборки устройства можно воспользоваться печатной платой, топология которой приведена на рис. 3.10.

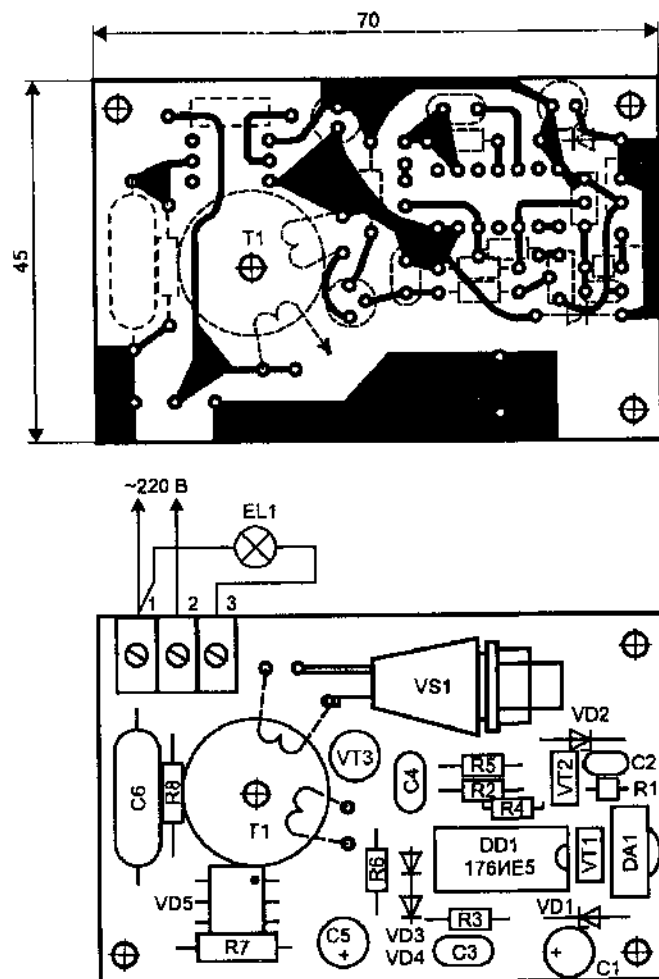


Рис. 3.10. Топология печатной платы и расположение элементов

Собранная конструкция размещена в прозрачной пластмассовой коробке размером 75 × 55 × 25 мм (от продаваемых в хозяйственном магазине шурупов), внешний вид показан на рис. 3.11

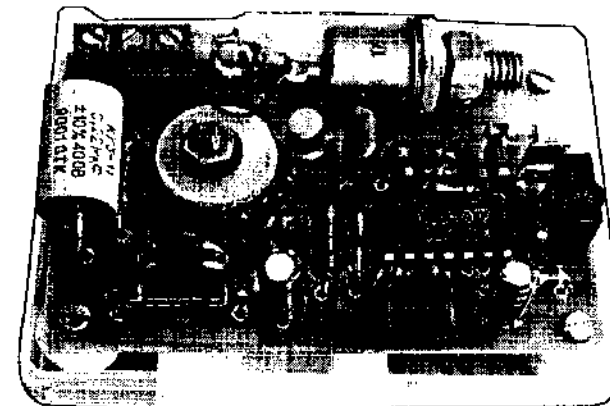


Рис. 3.11. Внешний вид собранной печатной платы (крышка снята)

В корпусе вся поверхность, кроме зоны расположения ИК-приемника, закрыта декоративной самоклеющейся пленкой под цвет дерева. В боковой стенке крышки около симистора сделан ряд отверстий для циркуляции воздуха. Внутри корпуса около ИК-приемника расположено два слоя красной пленки от цветных театральные фильтров. Они служат дополнительным оптическим фильтром.

О порядке настройки схемы. Конечно, если все правильно собрано и из исправных деталей, то настройка много времени не займет, но все же лучше на это не надеяться. Контролировать работу схемы надо на активной нагрузке, например, лампе накаливания мощностью 40...60 Вт. При первоначальном включении схемы в сеть лампа должна сразу светиться. Если это не так, то следует проверить питающее напряжение на стабилитронах (по 4,7 В) и напряжение на коллекторе VT2 (+9 В). В работе автогенератора можно убедиться при помощи пьезоизлучателя, включенного параллельно C4.

Работу цифровых счетчиков проще проверить в ускоренном режиме. Для этого следует подключить параллельно к основному номиналу времязадающего резистора R3 сопротивление около 200 кОм. Это избавит от необходимости долго ждать отработки интервала отключения и позволит быстрее полностью проверить устройство.

Теперь о яркости свечения лампы. Фазирующая управляющих импульсов, приходящих на симистор с импульсного трансформатора (T1) имеет значение, и если яркость лампы меньше, чем это должно быть, то следует поменять местами подключение выводов во вторичной обмотке.

Светорегулятор на ИК-лучах

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Перед вами еще один автомат, устанавливаемый в гостевой комнате, где есть телевизор или другой аппарат, с которым используется пульт дистанционного управления. В этом случае вам удастся этим же пультом ДУ регулировать яркость освещения в помещении, а также его включать и выключать. Пульт подойдет практически любой. Предусмотрено также и ручное управление от сенсорного контакта (E1).

Это устройство соединяется последовательно со штатным выключателем, рис. 3.12. Оно состоит из микросхемы K145АП2 с соответствующими цепями коррекции и интегрального фотоприемника ИК-команд (DA1) MS5360 — такие микросборки очень распространены, так как используются в современных телевизорах (ее параметры и описание особенностей работы вы найдете в справочном разделе книги). Можно также взять аналогичную микросборку TSOP1736.

Элементы R8, VD2, C3 — стабилизатор питания фотоприемника, с его выхода (вывод 3) импульсы поступают на формирователь широких импульсов (DD1). А чтобы автомат не реагировал на кратковременные помехи или импульсные ИК-посылки, когда вы пользуетесь пультом для управления радиоаппаратурой, в схему регулятора введена задержка на 3...5 с (цепь R9-C6). Начальный импульс включения формируется цепью C7-R13 (если это не нужно, то C7 можно не устанавливать). В устройстве также имеется звуковой сигнализатор приема команд (DD2.4) на пьезоизлучателе (BQ1), что удобно при эксплуатации.

Для индикации, что лампа EL1 исправна и устройство находится в режиме ожидания, служит светодиод HL1. Диод VD1 защищает светодиод от воздействия на него высокого обратного напряжения.

На рис. 3.13 показана печатная плата и расположение элементов светорегулятора. Ее габариты предусматривают размещение в стандартном корпусе выключателя. Только следует обратить внимание, что резистор R5 греется, т. е. в корпусе должны быть предусмотрены отверстия для вентиляции воздуха.

При сборке использовались постоянные резисторы МЛТ, подстроечный R6 типа СПЗ-38а (с выводами для установки пер-

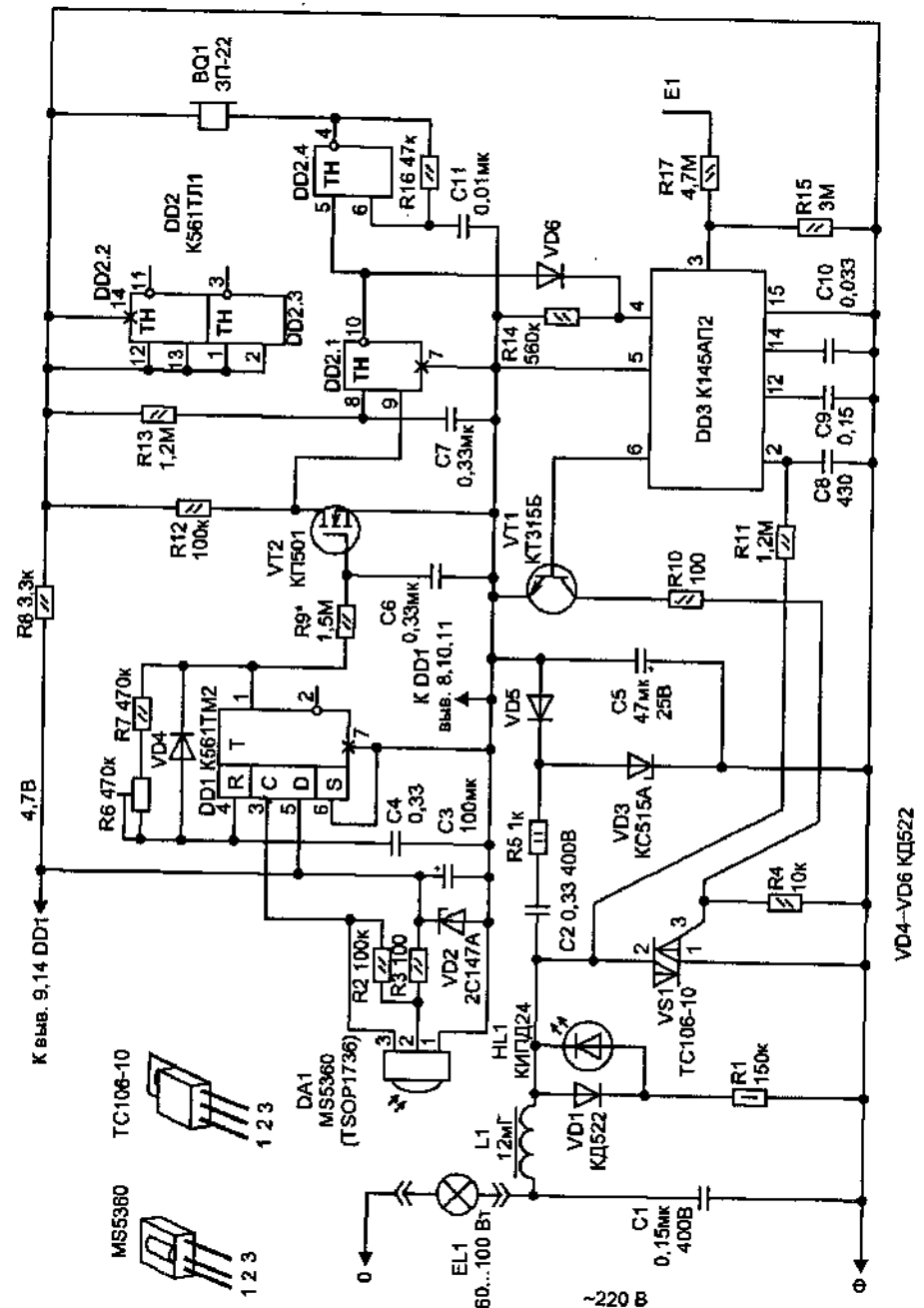


Рис. 3.12. Схема светорегулятора на ИК-лучах

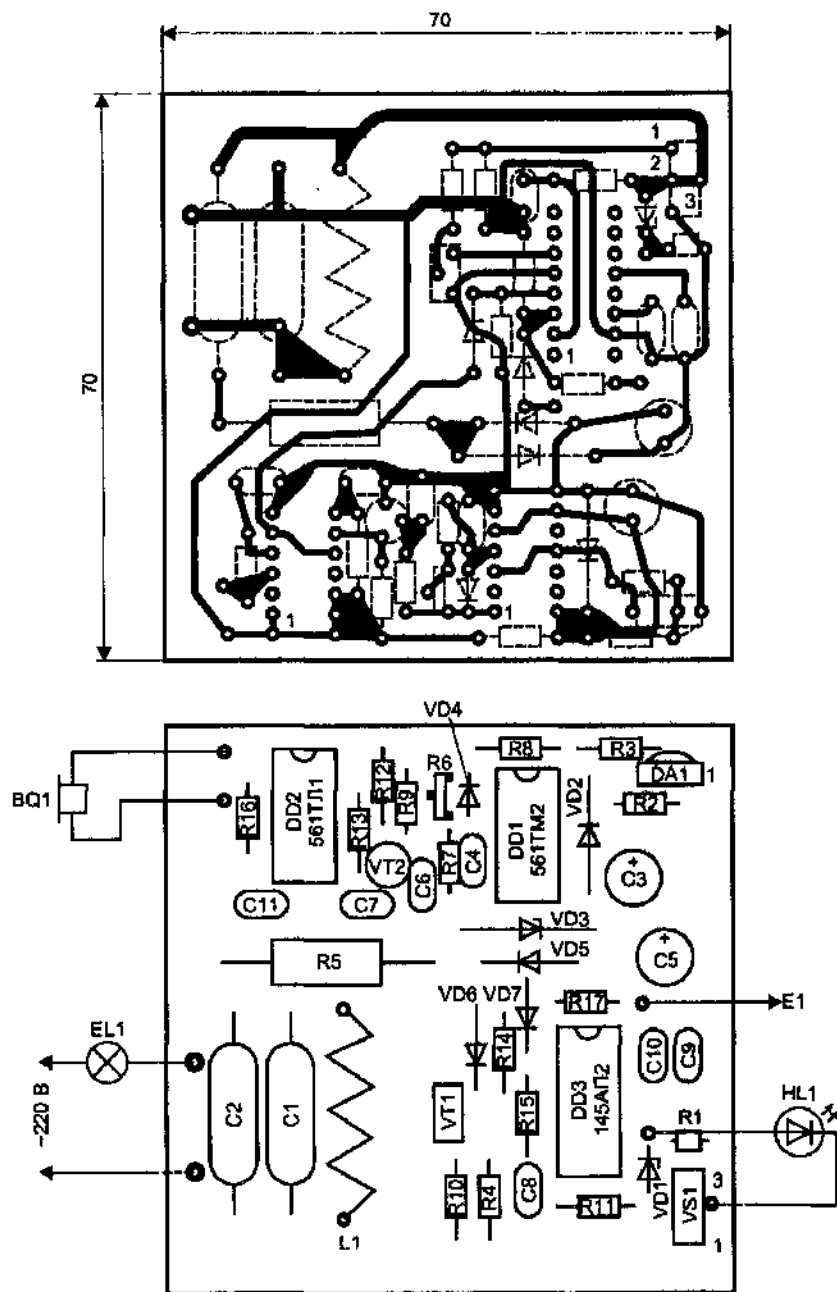


Рис. 3.13. Топология печатной платы и расположение элементов

пендикулярно плате). Если номинал у R6 увеличить до 1 МОм, то R7 можно заменить перемычкой. Полярные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные, неполярные типа К10-17 (исключением являются высоковольтные C1 и C2 — они типа К73-17 на 400 В).

В качестве стабилитрона VD3 подойдут и другие типы, которые обеспечат напряжение на конденсаторе C5 в пределах 14...15 В, но они должны быть в пластмассовых корпусах (мощность значения не имеет). Симисторы можно применять и другие, например, ТС106-10-6, ТС112-10-6, КУ602Г (при небольшой мощности лампы радиатор им не нужен).

Дроссель L1 приобрести готовым довольно сложно, поэтому он самодельный — наматывается на ферритовом стержне (2000НМ) диаметром 8 мм, длиной 30 мм (в качестве магнитопровода можно взять фрагмент от ферритовой антенны радиоприемника). Содержит 80...90 витков провода ПЭВ диаметром 0,3 мм, намотанных в навал на бумажном каркасе. После намотки дроссель необходимо пропитать лаком и приклеить к плате.

Устройство может быть незаметно и без пульта работает как обычный штатный выключатель с управлением от сенсора или кнопки, подключение которой показано на рис. 5.5 (стр. 154).

Управление при помощи лазерной указки

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Довольно удобно управлять светом при помощи простейших схем, использующих ИК-лучи. Ну а как быть, если в одной комнате нужно иметь два подобных устройства, например, для управления настольной лампой и люстрой. Или в детской комнате, где вообще не используется пульт ДУ. В этом случае вам поможет приставка к светорегулятору, позволяющая в качестве пульта ДУ использовать лазерную указку.

Электрическая схема приставки приемника показана на рис. 3.14. В ней преобразователем энергии луча в электрический сигнал служит фотодиод ФД263 (или ему подобный). Фотодиод подключен к инвертору DD1.1, и при его засветке на выводе логического элемента появится лог. 1, которая проходит через фильтр R3-C2 и инвертор DD1.2, DD1.3 запустит звуковой генератор

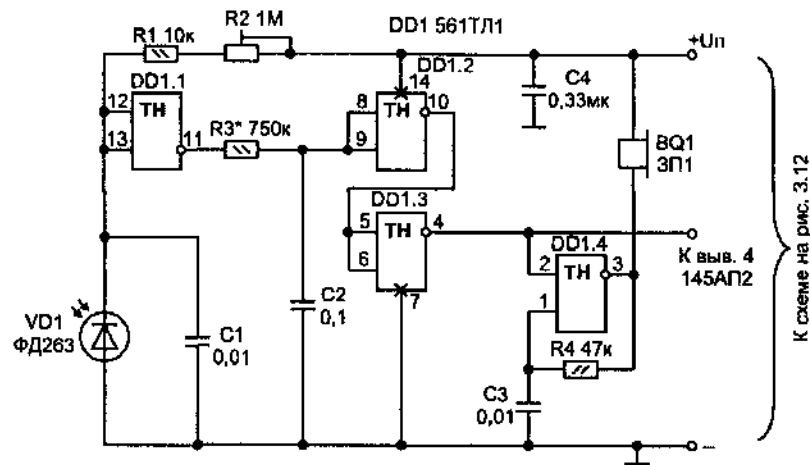


Рис. 3.14. Схема приемника для лазерного луча

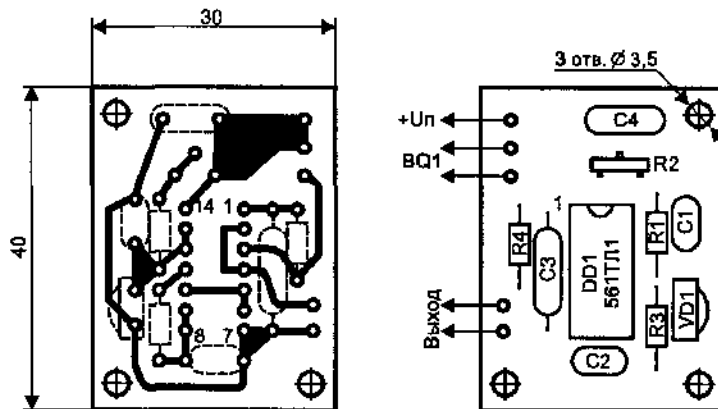


Рис. 3.15. Топология печатной платы и расположение элементов

DD1.4, C3, R4. Одновременно с вывода 4 подается управление на микросхему 145АП2 (рис. 3.12). Управление светорегулятором точно такое же, как и управление на ИК-лучах. Единственное неудобство — надо лазерным лучем точно попасть в окно фотодиода.

На основе этой схемы легко сделать и ряд других устройств. Например, можно дистанционно управлять режимом работы сигнализации, если замаскировать фотодиод и установить дополнительный триггер, работающий в счетном режиме.

При выполнении коробки для схемы, фотодиод надо поместить в небольшой тубус и накрыть темно-красным оптическим фильтром, для исключения его засветки от случайных источников. Нужная чувствительность устанавливается подстроечным резистором R1 (она должна быть такой, чтобы четкое срабатывание происходило только от лазерного луча).

Акустический переключатель нагрузки

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

При помощи такого устройства можно дистанционно управлять освещением или любой другой нагрузкой. Блок настраивается так, чтобы он срабатывал только от громкого звукового сигнала, например хлопка.

Схема автомата (рис. 3.16) состоит из микрофонного усилителя, умножителя напряжения на 2 (на диодах VD1, VD2 и конденсаторе C5 — этот конденсатор одновременно предотвращает ложные срабатывания от кратковременных помех), транзисторного ключа (VT3) и триггера на КМОП-микросхеме (DD1.1). Имеющийся в корпусе микросхемы второй элемент (DD1.2) может использоваться в качестве генератора для обеспечения прерывистой работы светового индикатора HL1, как это показано. Цепь из элементов C7-R9 обеспечивает формирование короткого импульса обнуления триггера в момент подачи питания.

Кнопка SB1 служит для ручного управления переключением и нужна в основном только для проверки работы автомата. При правильно собранной схеме настройка не требуется. Единственное, что нужно будет сделать, это установить необходимую чувствительность микрофонного усилителя (резисторами R1, R4), после чего автомат готов к работе.

Для монтажа всех элементов схемы можно воспользоваться печатной платой, приведенной на рис. 3.17.

Подстроечные резисторы R1 и R4 типа СПЗ-38а (0,125 Вт). К остальным радиодеталям особых требований нет — подойдут любые малогабаритные. Рабочее напряжение у реле К1 должно соответствовать уровню питания. Питаться схема может от любого стабилизированного источника с напряжением от 9 до 15 В.

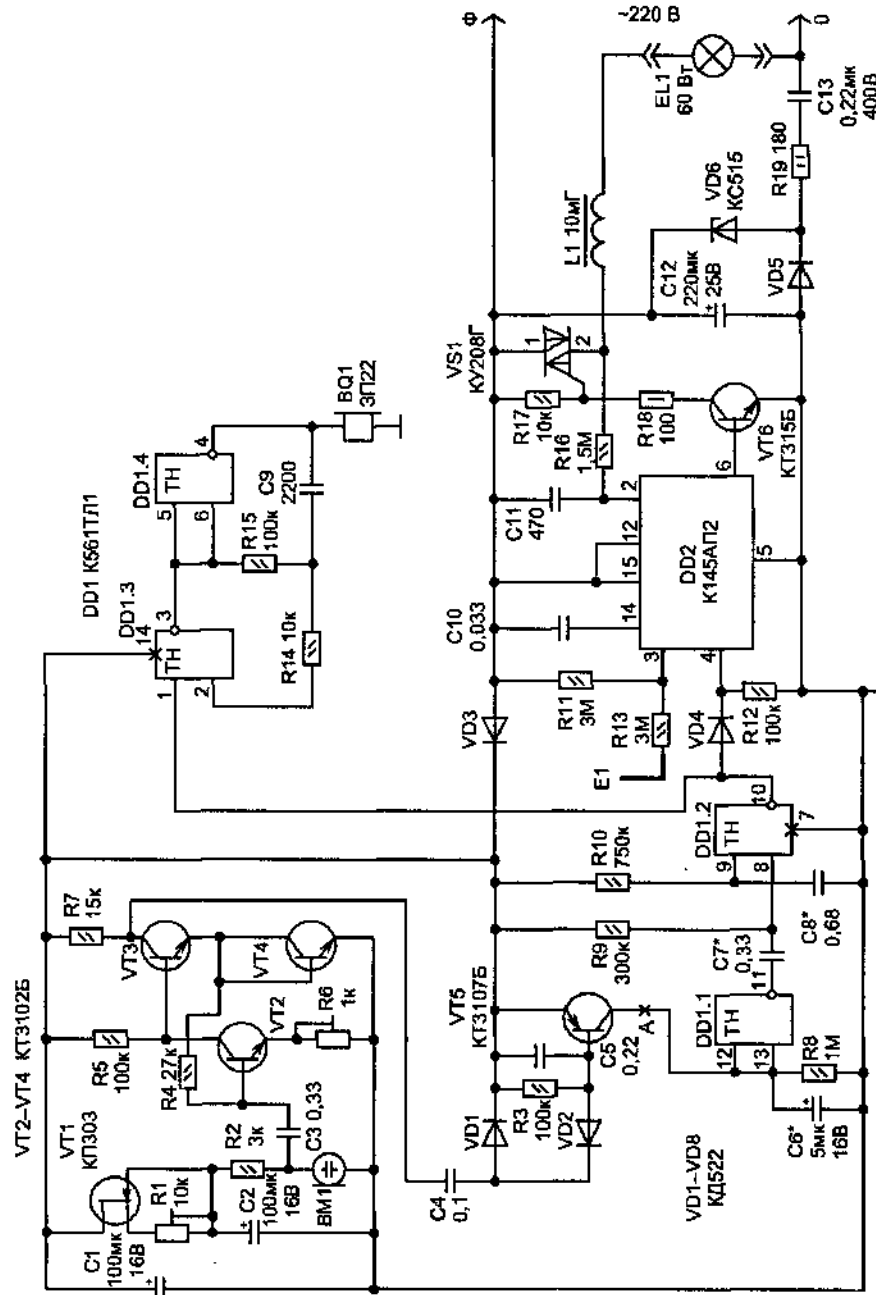


Рис. 3.18. Схема светового регулятора «Светофон»

тель управляющего сигнала (VT5, DD1.1, DD1.2) подключен микрофонный усилитель на транзисторах (VT1—VT4), рис. 3.18.

Назначение остальных элементов схемы следующее: микрофонный усилитель уже описывался ранее (R1 и R6 — регулируют чувствительность); C4—VD1—VD2—C5 — выпрямитель с умножением на 2 напряжения звукового сигнала; C6 — фильтрует кратковременные импульсные помехи для исключения случайных срабатываний; цепочка R10, C8 обеспечивает при включении формирование короткого импульса. Для индикации приема дистанционного управляющего сигнала выполнен звуковой генератор на элементах микросхемы DD1.3, DD1.4 и пьезоизлучателя BQ1; от элементов C7-R9 зависит длительность работы звукового генератора при приеме акустического управляющего сигнала.

О деталях. Все резисторы МЛТ, конденсаторы неполярные типа К10-17 (C13 высоковольтный — К73-17 на 400 В), полярные — К50-35. В качестве стабилитрона VD6 подойдут и другие типы, которые обеспечат напряжение на конденсаторе C12 в пределах 14...15 В. Симисторы можно применять ТС106-10-6, ТС112-10-6, КУ602Г.

Дроссель L1 наматывается на ферритовом стержне (2000НМ) диаметром 8 мм, длиной 30 мм (можно взять фрагмент от ферритовой антенны приемника). Содержит 80...90 витков провода ПЭВ диаметром 0,3 мм, намотанных в навал на бумажном каркасе. После намотки дроссель необходимо пропитать лаком.

При окончательном монтаже устройства соблюдайте фазировку подключения в сеть, иначе сенсор работать не будет.

Дистанционное управление УКВ-приемником

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Эта схема предназначена для приемника, конструкция которого описана далее. В этом приемнике все настройки выполняются без применения регулировочных переменных резисторов. Он вам пригодится в гараже или на даче, но приемником будет еще удобнее пользоваться, если подключить к нему дистанционное управление (ДУ). Согласитесь, дачные застолья без приемника не обходятся, а громкость регулировать нужно бывает довольно часто. Вот и

появилась идея сделать ДУ на ИК-лучах. Все ранее известные системы, в том числе от промышленной радиоаппаратуры, не подходили из-за относительной сложности и избыточности для данного применения.

Воспользовавшись легкодоступными КМОП-микросхемами, удалось изготовить довольно простое устройство на 6 команд. Для дачного приемника больше и не надо, хотя при желании число команд можно увеличить. С пульта ДУ, схема которого показана на рис. 3.19, можно управлять при помощи кнопок следующими режимами:

SB1 — Вкл /Выкл	SB4 — Настройкой на диапазоне +
SB2 — Громкость «+»	SB5 — Настройкой на диапазоне -
SB3 — Громкость «-»	SB6 — Выбор диапазона (или включение подсветки)

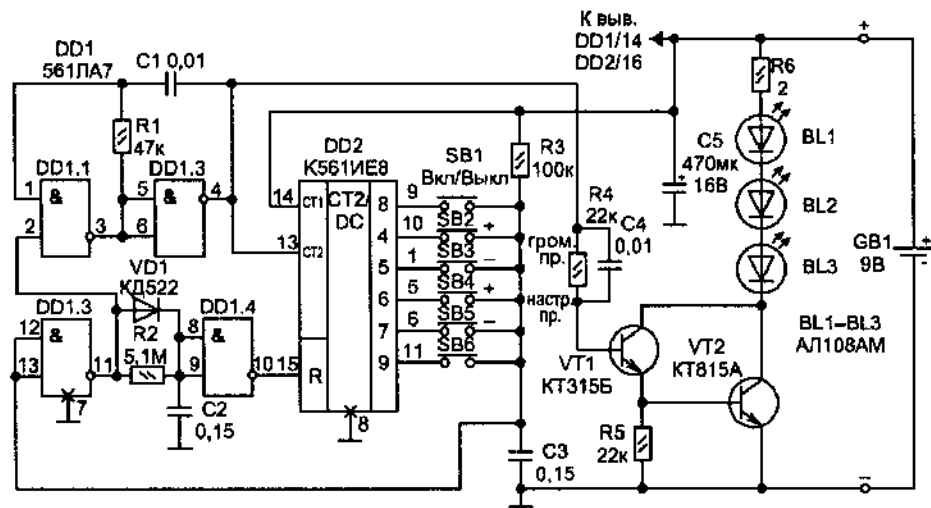


Рис. 3.19. Электрическая схема передатчика ИК-команд

Схема приемной части дистанционного управления приведена на рис. 3.20. Она легко подключается к описанному в разделе 5 приемнику. Все эти регулировки могут быть выполнены и с помощью кнопок, установленных на передней панели приемника.

Принцип работы такого управления хорошо известен по литературе [2], откуда собственно и позаимствована схема передатчика пульта ДУ. Он основан на подсчете числа принятых импульсов, где первый импульс стартовый для счетчика, второй и далее счет-

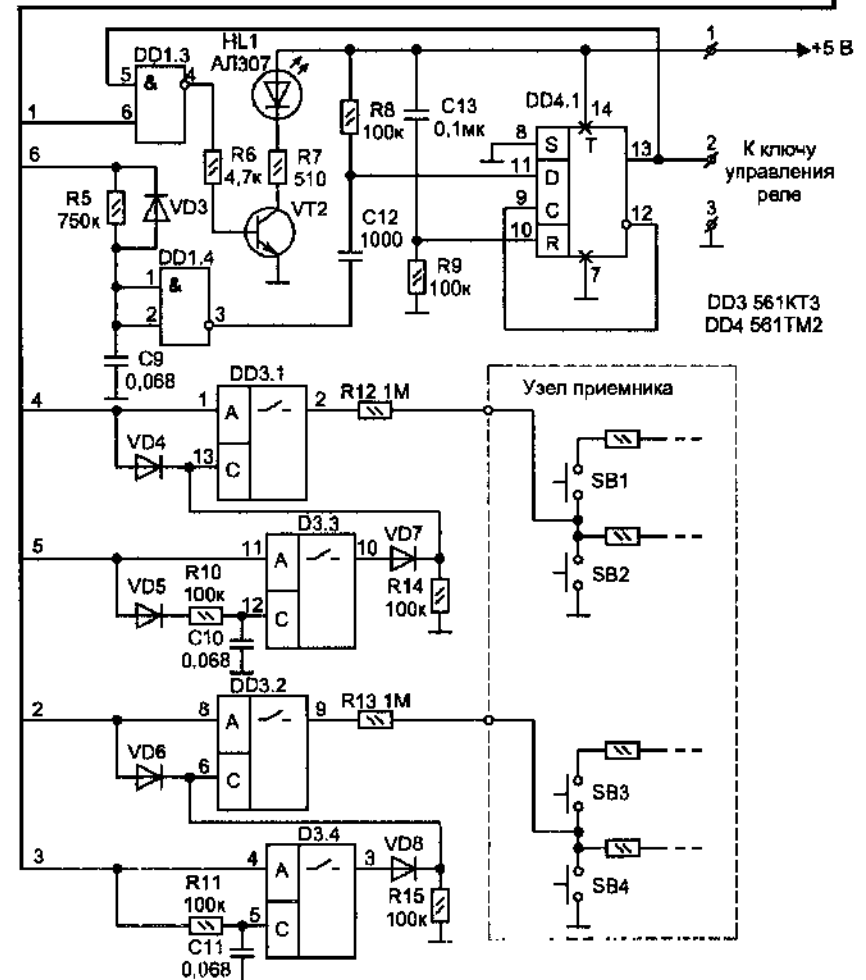
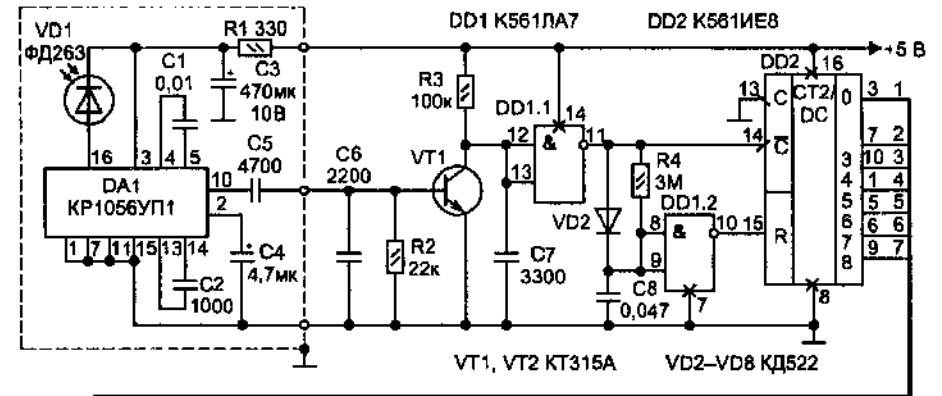


Рис. 3.20. Электрическая схема приемника ИК-команд

ные. Это означает, что в первой команде из двух импульсов первый импульс — стартовый, второй — счетный. Вторая команда — три импульса, и т. д. После приема команды приемное устройство возвращается в исходное состояние и ждет прихода следующей команды. Сигнальные импульсы передаются пачками и следуют с интервалом 0,5 с.

Передачик состоит из генератора импульсов с частотой 1 кГц на элементах DD1.1, DD1.2, ключа запуска (D1.4), электронного счетчика с дешифратором (DD2) типа К561ИЕ8 и выходного ключа на транзисторах VT1, VT2. Элемент D1.3 служит для установки счетчика DD2 в нулевое состояние.

При нажатии на любую из кнопок на выходе инвертора DD1.3 появляется лог. 1, что приводит к запуску генератора. Одновременно через инвертор DD1.4 снимается запрет на работу счетчика DD2. Импульсы с генератора подаются на выходной ключ и далее — на источник инфракрасного излучения.

Для приема ИК-излучения служит фотодиод с усилителем на специализированной микросхеме DA1 — она применяется в телевизорах 4-го поколения (эту часть схемы необходимо поместить в экран). Приемник получился малогабаритным, свето- и помехозащищенным. На транзисторе VT1 выполнен буферный каскад. Для удаления высокочастотных и импульсных помех по цепи питания поставлен конденсатор C3.

Счетчик на микросхеме DD2 является распределителем командных импульсов. В нормальном состоянии (без поступления команд) работа счетчика запрещена. При поступлении команды первый стартовый импульс разрешает счет, так как на выходе DD1.2 будет лог. 0. Первый импульс стартовый, второй и далее счетные. Поэтому на приеме импульсы идут на один меньше. Если передатчик выдал три импульса, на счетчике приемника будет соответствовать счету двух импульсов.

С выхода счетчика на нулевом выходе вывод 3 DD2 подключен элемент DD1.3, который обеспечивает работу световой индикации на светодиоде (HL1). В дежурном режиме HL1 светится, когда есть питание (приемник выключен), а при включении приемника HL1 гаснет, но при поступлении команд вспыхивает в такт с каждой командой.

Сигнал включения через инвертор DD2.4 управляет триггером DD5, который в свою очередь управляет через электронный ключ реле (рис. 3.20).

На рис. 3.21 показан блок питания для всего приемника и схемы ДУ. Трансформатор (Т1) выбран с выходным напряжением 10...14 В и допустимым током нагрузки не менее 1 А (ток в основном зависит от мощности выбранного оконечного звукового усилителя). Реле подойдет практически любое малогабаритное с напряжением срабатывания 9...12 В.

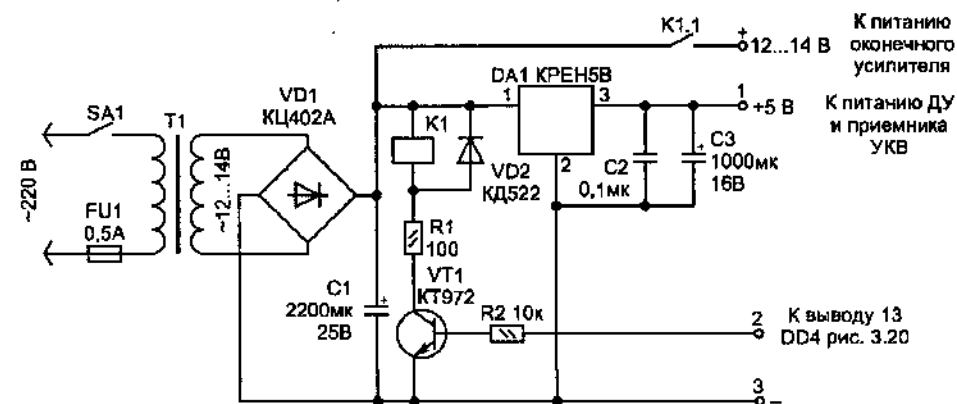


Рис. 3.21. Блок питания приемника и ДУ

Для управления ячейками памяти, т. е. электронной регулировкой, собранной на полевых транзисторах, применены управляемые ключи DD3.1—DD3.4. Когда нет команд (т. е. импульсов со счетчика DD4), они выключены — сопротивление между входом и выходом, также как и по отношению минусового и плюсового источника питания, очень большое (не вызывает заряда или разряда ячеек памяти на конденсаторах). При поступлении командных импульсов соответствующий ключ открывается и происходит либо подзаряд, либо разряд конденсаторов. Для открывания ключа надо, чтобы на его вход С поступила лог. 1.

На пульте кнопка SB6 не используется. Ее можно применить для переключения диапазона старого/нового или включения подсветки. Чтобы переключать диапазоны, можно воспользоваться схемой на рис. 3.22.

При установке элементов с указанными на схеме номиналами налаживания устройство практически не требует. После сборки следует проверить, совпадают ли импульсы с передатчика и с выходов счетчика DD4 приемника.

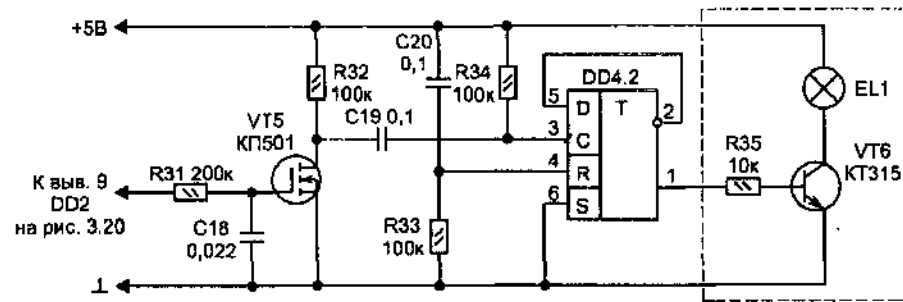


Рис. 3.22. Использование триггера для включения подсветки или переключения диапазона

Для сборки конструкций можно воспользоваться печатными платами, показанными на рис. 3.23 и 2.24. Отмеченные на них перемычки необходимо установить до начала монтажа. Все элементы приемника ИК-команд, кроме узла с триггером DD4, расположены на двух печатных платах.

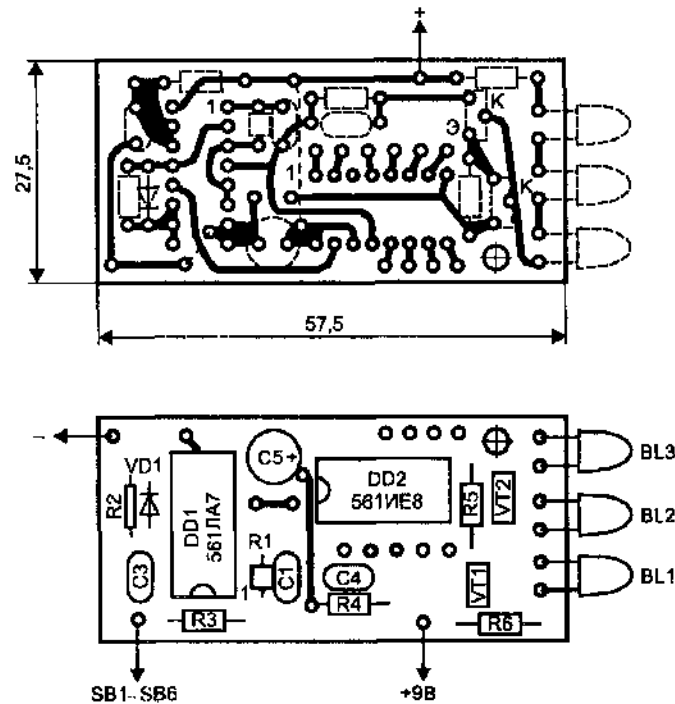


Рис. 3.23. Топология печатной платы и расположение элементов для пульта ДУ

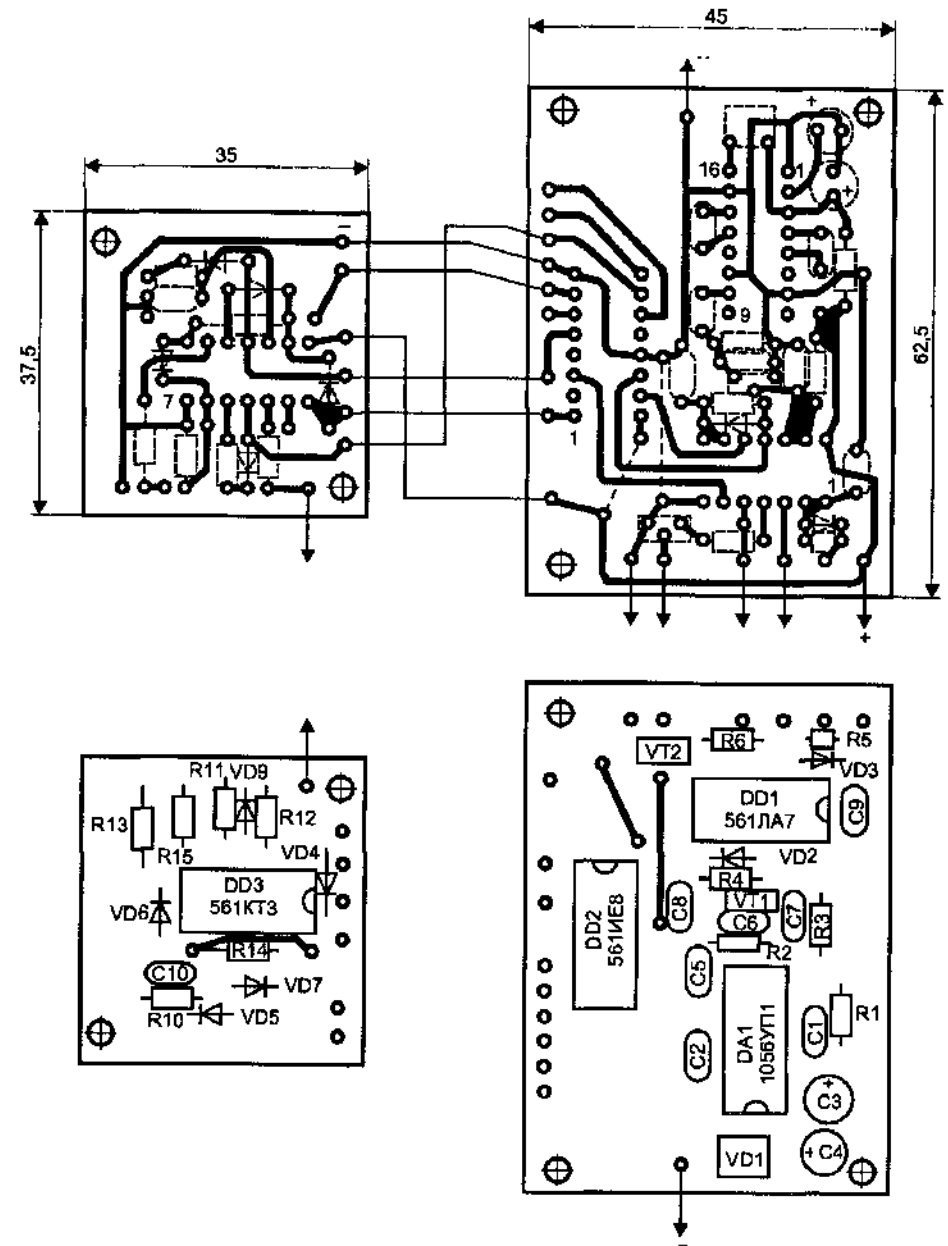


Рис. 3.24. Топология печатной платы и расположение элементов на плате приемника команд

Примечание

Выходной каскад ИК-передатчика можно существенно упростить, если вам удастся приобрести полевой *n*-канальный ключ КП505 (последняя буква в обозначении может быть любая). Один такой транзистор позволяет заменить два биполярных (VT1, VT2). Его схема включения показана на рис. 1.7. При этом увеличится допустимый диапазон рабочих напряжений схемы (для работы передатчика будет достаточно 4 В).

Дополнительная литература

1. Шелестов И. П. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 5. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003.
2. Гавриленко Ф. Трехполосный стереофонический усилительный комплекс «Кредо». В помощь радиолюбителю. Сборник. Выпуск 113. — М.: Патриот. 1992, с. 27.

4**Световые эффекты**

Оригинальное световое оформление помогает создать праздничное настроение. Оно широко используется не только на концертах и дискотеках, но и для привлечения внимания людей в рекламе товаров и услуг. Здесь вы познакомитесь, как можно «оживить» световые гирлянды и получить различные световые эффекты, а также изготовить ряд полезных устройств на основе импульсных световых ламп.

Импульсный свет

Слово ИМПУЛЬС происходит от латинского *impulsus* (удар, толчок, стремление, побуждение, побудительная причина). Зачем нужен импульсный свет? Вы наверняка видели работу фотовспышки, позволяющей делать фотографии при плохом освещении. Вспышки света могут применяться и для привлечения внимания окружающих к определенному месту, например, легко сделать периодически вспыхивающую звезду на елке. Многие уже видели в «деле» действие стробоскопической подсветки — на концерте, дискотеке или просто домашней вечеринке. Стробоскоп — световое устройство для получения стробоскопического эффекта. Суть его в том, что при импульсном освещении вращающегося объекта, например лопастей мотора или вентилятора, при определенной частоте вспышек нетрудно добиться иллюзии остановки вращения. Такой эффект наблюдается при совпадении частоты вспышек с частотой вращения (на этом принципе построен стробоскопический метод измерения скорости вращения). При освещении танцующих в затемненном помещении периодическими яркими вспышками движения кажутся как бы состоящими из отдельных, следующих одно за другим «застывших» забавных положений.

Во многих стробоскопах предусмотрена регулировка частоты вспышек. Их можно сделать соответствующими ритму музыки или же изменяющимися по случайному закону. Эту задачу выполняет либо сам оператор, либо же автоматическая схема. Еще лучше, когда имеются обе эти возможности.

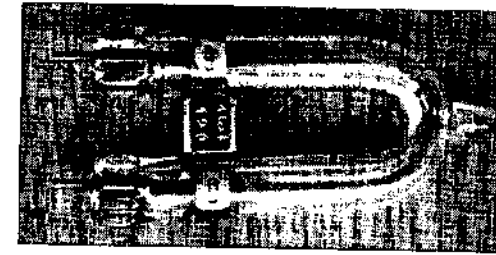
Особенности импульсных ламп

Чем светить? Обычная лампа для этих целей не подходит из-за своей инерционности. В таких случаях применяют специальные газоразрядные импульсные лампы. **Импульсная лампа** — источник света, предназначенный для получения кратковременных (длительностью в сотые доли секунды) световых вспышек высокой интенсивности (свет очень похож на вспышки молнии). Импульсные лампы выполнены так, чтобы спектр излучения был близок к солнечному свету (в них используется свечение низкотемпературной плазмы). Это позволяет применять такие лампы при плохом освещении для фотографирования, в метрологии, в качестве сигнальных огней спецтранспорта и многих других целей. Наши задачи как раз и относятся к этим другим применениям...

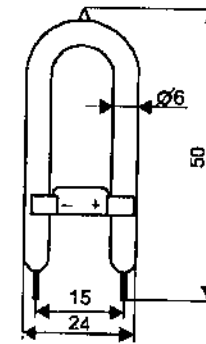
Импульсные лампы бывают **стробоскопические** (строботроны) и **фотоосветительные**. Такое разделение условное, так как связано только с основной областью применения и предельными режимами эксплуатации (лампы одинаковой конструкции часто взаимозаменяемы). Стробоскопические лампы отличаются от фотоосветительных мощностью, рассеиваемой без перегрева при непрерывной работе (т. е. при большем числе вспышек в секунду). Они не имеют инерции до частот 4...6 кГц. Фотоосветительный режим характеризуется значительно большей допустимой энергией одиночной вспышки, которая ограничивается только возможностью пропускать электродами лампы больших разрядных токов и теплостойкостью баллона.

Отечественная промышленность выпускает большой перечень импульсных фото- (ИФК-15/20/120/500/2000, ИФП-500/1500, ИФТ-200) и стробоскопических (ИСК-10/25/250, ИСП-10/25/70, ИСШ-100-1/100-2/100-3/500) ламп. Последняя цифра в обозначении указывает электрическую энергию вспышки в джоулях. При желании с их основными характеристиками вы сможете познакомиться в Интернете [1]. Параметры некоторых распространенных зарубежных импульсных ламп приведены в книге [2].

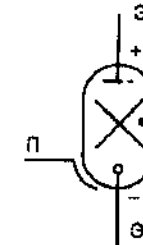
Несмотря на большой перечень импульсных ламп, для выполнения стробоскопа наиболее доступной (и дешевой) является фотолампа ИФК-120. Она имеет малые габариты, так как специально разрабатывалась для портативных переносных фотоосветителей, сигнализаторов и т. п. устройств (рис. 4.1). Этими достоинствами и объясняется широкое применение данной лампы в различных ра-



а)



б)



в)

Рис. 4.1. Расположение выводов у лампы ИФК-120 (Э — электроды «+» и «-», П — поджигатель) и ее обозначение на схеме

диолюбительских схемах (при выходе из строя лампу легко можно приобрести и заменить).

Для замены ИФК-120 вполне можно использовать ИСК-10 — она по своим размерам и техническим характеристикам наиболее близка. Общим для этих ламп для запуска не требуется на управляющем электроде напряжения более 1000 В.

Как работает импульсная лампа? Чтобы получить короткую (импульсную) вспышку, к электродам лампы, заполненной газом, подключен заряженный конденсатор. Расстояние между электродами лампы довольно большое и в исходном состоянии тока в цепи нет. Для начала ионизации внутреннего газа необходимо подать на управляющий электрод электрический потенциал. При этом сопротивление между электродами лавинообразно уменьшается с бесконечно большого почти до нуля (за счет образования в баллоне плазмы) и конденсатор быстро разряжается.

Для пояснения, что подразумевается под электрической энергией разряда (той, что указана в табл. 4.1), можно вспомнить георе-

Таблица 4.1. Основные технические параметры импульсных ламп

Наименование параметра	Значение для лампы			Единицы измерения
	ИСК-10	ИФК-120	ИФК-500	
Напряжение зажигания, не выше	180	180	400	В
Напряжения самопробоя, не менее	1000	1000	3500	В
Световая энергия, не менее	36	3600	3600	лм · с
Длительность светового импульса (вспышки)	200	1	0,008	мс
Рекомендуемая емкость конденсатора поджига	0,1	0,1	4	мкФ
Внутреннее сопротивление	0,8	0,8	4	Ом
Средняя рассеиваемая мощность	12	12	33	Вт
Минимальная наработка, не менее	(50)	10 000	10 000	импульсы излучения (часов)
Предельно допустимые режимы эксплуатации				
Энергия разряда электрическая	10	120	500	Дж
Емкость разрядного питающего конденсатора	220	2700 ±300	4000	мкФ
Напряжение на разрядном конденсаторе	300 ±20	300 ±20	500	В
Интервал между импульсами излучения	1	10	15	с
Фактор нагрузки, не более	25	25	250	мкФ · кВ
Примечание				
1. Фактор нагрузки — величина характеризует энергетические способности фотосветильных ламп, под этим понимается соотношение: $n = CU^4,$ где C — емкость разрядного конденсатора, мкФ; U — рабочее напряжение, кВ.				
2. При увеличении фактора нагрузки более чем на 25% от предельно допустимых параметров излучатель разрушается.				
3. Интервал между импульсами излучения может быть уменьшен пропорционально уменьшению фактора нагрузки на излучатель.				

тическую формулу для определения запасенной на конденсаторе электрической энергии W (в джоулях):

$$W = 0,5 \cdot C \cdot U^2,$$

где C — емкость конденсатора, Ф;

U — напряжение на конденсаторе, В.

Преобразовав ее относительно емкости, мы получим выражение:

$$C = \frac{W}{0,5 \cdot U^2} = \frac{2W}{U^2}.$$

Таким образом, если у нас лампа с максимально допустимой энергией 120 Дж, то при напряжении 300 В мы можем установить разрядный конденсатор 2667 мкФ — если лампа будет срабатывать не чаще чем один раз в 10 с (частота 0,1 Гц). Обычно для стробоскопа, работающего в циклическом режиме, необходимо срабатывание от 2 до 10 раз в секунду (частоты от 2 до 10 Гц), а чаще всего используется интервал частот 3...5 Гц. Поэтому, чтобы не перегреть лампу, приходится пропорционально уменьшать энергию светового импульса путем уменьшения емкости разрядного конденсатора или использовать несколько ламп, включающихся поочередно, тем самым увеличивая паузу в работе каждой.

Как установить и подключить лампу? При частых вспышках, как это имеет место в стробоскопическом режиме, происходит интенсивное выделение тепла. Поэтому место размещения лампы должно иметь хорошую циркуляцию воздуха для теплоотвода. Для всех работающих на предельной мощности строботронов разработчики рекомендуют применять принудительное охлаждение (это также относится и к используемым в аналогичном режиме фотолампам). Разогрев лампы не только снижает и так не очень большой для такого режима эксплуатационный ресурс (он составляет всего около 30...50 ч), но может привести к неприятному явлению, когда внутри баллона небольшим током поддерживается дуга. То есть лампа перестает запирается, слабо светится синим цветом и не работает в импульсном режиме. Правда, после остывания ее импульсные «способности» восстанавливаются, но для этого придется на некоторое время обесточить всю схему.

Для работы пространственное положение импульсных ламп безразлично, но обязательно должен обеспечиваться хороший кон-

такт с выводами — ведь через них проходят большие импульсные токи (лампа ИФК-120 в открытом состоянии имеет сопротивление 0,8 Ом). В противном случае возможно искрение и обгорание выводов, к тому же эти контакты должны обеспечивать удобство замены лампы.

Для каждого типа импульсной лампы нужен свой соответствующий контактный патрон, но приобретение их может оказаться большой проблемой. В таком случае изготовить контактные элементы легко можно самостоятельно. Для подключения лампы ИФК-120 можно взять керамические угловые зажимы, например, от распространенных отечественных держателей ламп накаливания, или же приобрести миниатюрные зажимные клеммы, имеющие между выводами шаг 5 мм (рис. 4.2).

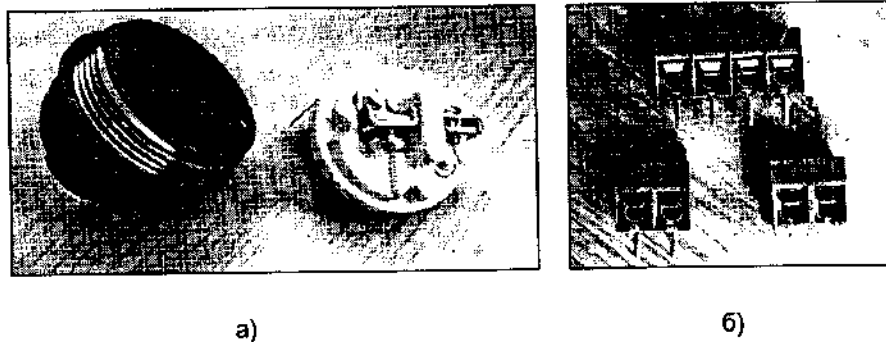


Рис. 4.2. Патрон от лампы накаливания, на основе зажимов которого можно сделать держатель для лампы ИФК-120 (а) и стандартные зажимные клеммы (б), тоже пригодные для закрепления лампы

Выводы основных электродов зажимаются винтами между контактными поверхностями. Подать напряжение на поджигающий электрод проще всего при помощи провода с миниатюрным «крокодилем». Поджигающий электрод в ИФК-120 выполнен в виде полочки токопроводящей мастики на внутренней стороне колбы лампы. При работе, когда лампа нагревается, этот электрод со временем может трескаться и отслаиваться. Такую лампу часто удается восстановить при помощи обматывания колбы редкими витками тонкой медной проволоки диаметром 0,1...0,2 мм. Концы провода с обеих сторон припаиваются к перемычке поджигающего электрода.

При подключении силовых выводов лампы следует соблюдать полярность электродов, так как катод выполняется из специально-

го более стойкого материала. У лампы ИФК-120 полярность электродов указана на обратной стороне металлической перемычки. В обратном включении лампа тоже работает, но при этом сокращается ее ресурс. Есть импульсные лампы, у которых нет маркировки знака напряжения, подаваемого на выводы. В этом случае при подключении можно ориентироваться на следующие признаки: анод часто выглядит как обычный стержень, а катод имеет ребристую поверхность.

Еще следует знать, что при монтаже не стоит касаться грязными руками баллона лампы при ее установке, а после закрепления излучатель должен быть закрыт прозрачным экраном, который защитит окружающих от осколков в случае разрушения баллона (предосторожность не помешает).

Чтобы увеличить интенсивность света, за лампой с обратной стороны часто размещается отражатель, в качестве которого вполне подойдет бытовая алюминиевая фольга. Это создает направленность луча.

Простейшие схемы управления

Как вы уже поняли, для получения световых импульсов, кроме самой лампы, потребуется еще и блок управления, формирующий в нужный момент времени высоковольтный запускающий импульс, подаваемый на управляющий электрод. Сначала мы рассмотрим несколько простейших узлов. Их модификации могут использоваться в составе более сложных схем управления.

Типовой вариант для включения любой импульсной лампы приведен на рис. 4.3. Номиналы элементов указаны для лампы ИФК-120.

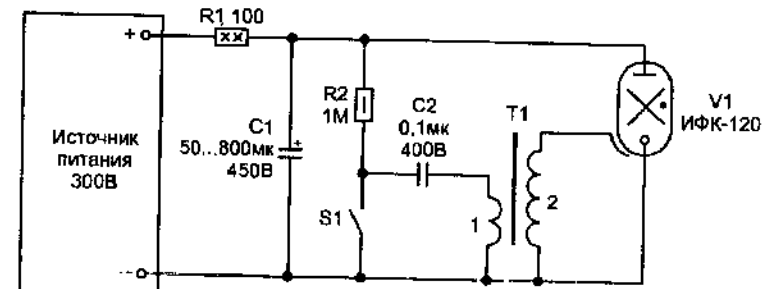


Рис. 4.3. Типовая схема включения импульсной лампы

Для работы этой схемы импульсный трансформатор может быть намотан на любом диэлектрическом каркасе (склеен из пластмассы или картона). Один из вариантов его конструкции показан на рис. 4.4. Намотка выполняется начиная со вторичной обмотки проводом ПЭЛ диаметром 0,08...0,12 мм — 630 витков в навал тремя слоями (с изоляцией между слоями). В качестве изоляции можно использовать лакоткань, фторопластовую ленту, конденсаторную бумагу или липкую изоляционную ленту. Первичная обмотка, состоящая из 5 витков провода диаметром около 1 мм, наматывается последней. В качестве магнитопровода подойдет любой малогабаритный ферритовый сердечник.

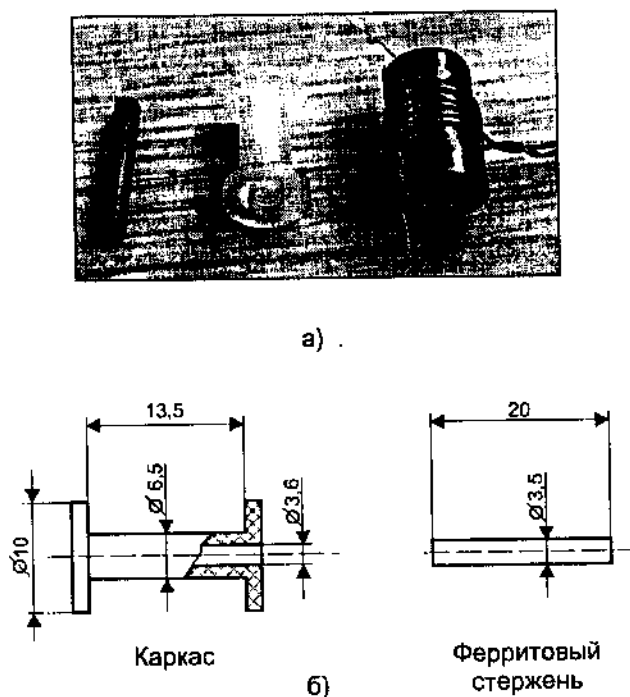


Рис. 4.4. Вид элементов конструкции и собранного трансформатора (а), а также размеры каркаса и ферритового сердечника (б)

Разрядный конденсатор С1 должен быть с рабочим напряжением не менее 350...400 В (его лучше составить из нескольких, включенных параллельно), С2 лучше использовать типа К73-17 (или К73-11) на 400 В.

При подаче напряжения конденсаторы С1 и С2 через резистор R1 быстро заряжаются до уровня питающего напряжения. Этот резистор ограничивает ток заряда конденсатора С1, а при вспышке — мощность, поступающую от источника на лампу. Замыкание механических контактов S1 разряжает конденсатор С2 через первичную обмотку трансформатора Т1. А так как соотношение между числом витков первичной и вторичной обмотки (Т1) выбирается не менее 1:100, то во вторичной цепи мы получаем высоковольтный импульс напряжения, необходимый для запуска процесса ионизации газа в баллоне.

На рис. 4.5 приведена схема от промышленной фотовспышки, выпускаемой для фотоаппаратов в качестве дополнительной приставки. Контактная группа S1 уже имеется в фотоаппарате — она обеспечивает синхронизацию, то есть срабатывание фотовспышки в нужный момент. Самый ненадежный в такой схеме элемент — контактная группа запуска.

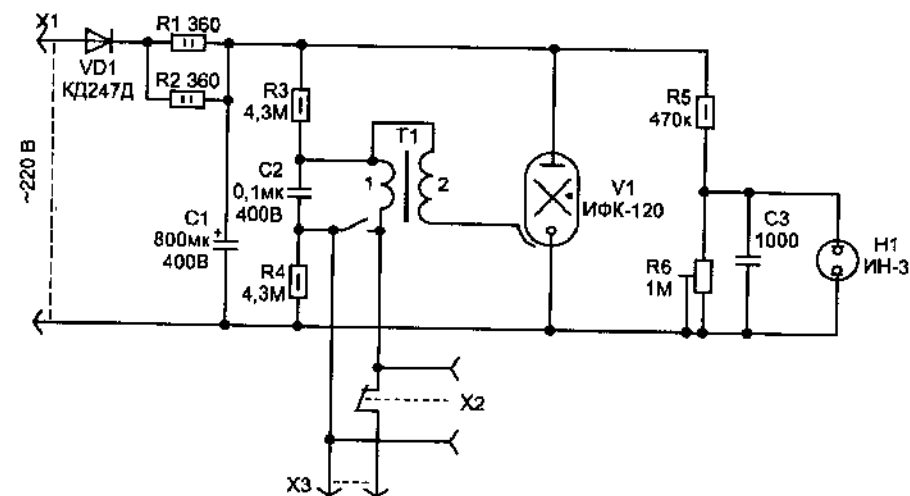


Рис. 4.5. Схема промышленной фотовспышки с питанием от сети 220 В (модель FIL-16)

Следует учесть, что для стробоскопа применять механические контакты не целесообразно из-за их низкой надежности и малого срока службы — ведь нам требуется частое срабатывание (к тому же реле щелкают при переключении). Поэтому вместо них устанавливают электронные ключи: тиристоры, динисторы или транзисторы, управляемые от генератора импульсов.

Наиболее удобно для дистанционного включения лампы использовать оптоэлектронную развязку, например как это показано на рис. 4.6. Применение гальванической развязки позволяет удалить блок управления от источника сигнала на десятки и даже сотни метров.

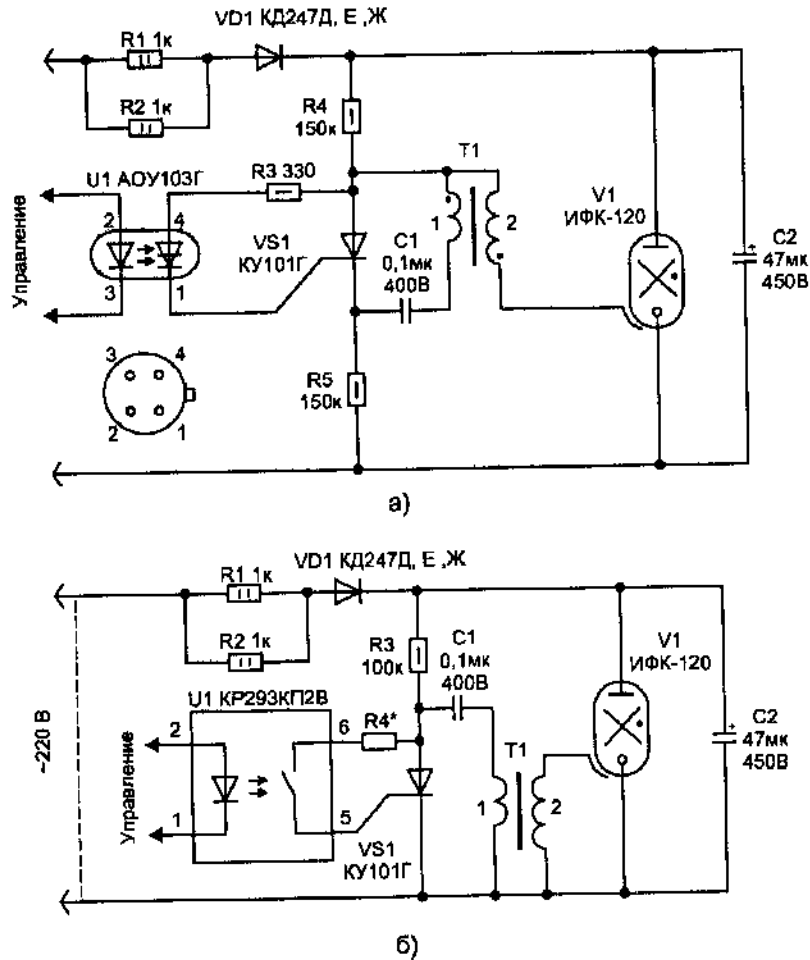


Рис. 4.6. Схемы управления включением импульсной лампы с гальванической развязкой

В литературе можно встретить немало других вариантов управления лампой. С некоторыми из них мы познакомимся в следующей статье на примере конкретных конструкций, хорошо себя

зарекомендовавших на практике. Те варианты стробоскопов, где некоторые элементы схемы используются в запрещенном режиме, здесь специально не приводятся.

Стробоскоп для елки

Стробоскоп может создавать вспышки на вершине елки или периодически подсвечивать ее со стороны. В любом случае необходимо обеспечить периодическое включение импульсной лампы, для чего и служат схемы, приведенные на рис. 4.7, они хорошо известны.

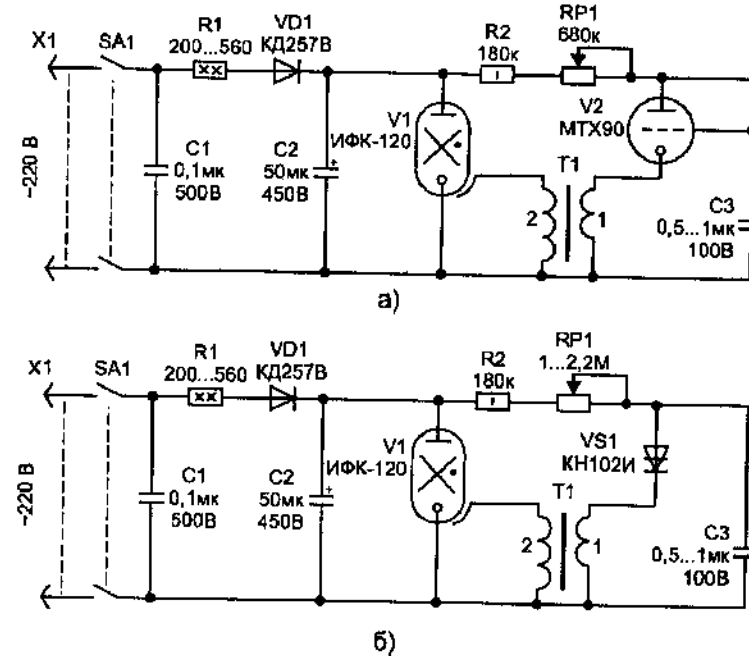


Рис. 4.7. Распространенные схемы запуска импульсной лампы

В основе таких схем лежит типовое включение (описанное ранее), а все различие заключается только в узле для формирования высоковольтных импульсов на поджигающий электрод и конструкциях импульсного высоковольтного трансформатора. Обе схемы не критичны к применяемым элементам и точности соответствия указанным на рисунке номиналов, что удобно при повторении.

Трансформатор Т1 может наматываться на любом ферритовом сердечнике с незамкнутым магнитопроводом, главное, соблюдать соотношение витков в обмотках 1/100. Например, на отрезке ферритового стержня от магнитной антенны приемника (длиной 40 мм, диаметром 8 мм). Наматываем обмотку 2 (400...500 витков провода $\varnothing 0,3...0,6$ мм), обертывая после каждого слоя изоляцией (или просто бумагой), а затем обмотку 1 (5...6 витков провода диаметром 0,8...1,0 мм).

Несколько замечаний насчет импульсного трансформатора. Строго говоря, большой разницы между ними нет, если в первичную обмотку подается импульс амплитудой не менее 90 В. Для этих схем годится любой из описанных, и исходить можно из наличия подходящих материалов. Но наименьшие габариты имеет вариант, приведенный на рис. 4.4.

Особенностью конструкции таких устройств является то, что сама схема управления должна находиться поблизости от импульсной лампы. Ведь длинные соединительные провода — это хорошая антенна, излучающая помехи в эфир. Для уменьшения излучаемых помех все элементы схемы, вместе с лампой, необходимо размещать в металлическом экранированном корпусе. А если питание стробоскопа выполняется непосредственно от сети, то потребуется установить сетевой фильтр для защиты от проникновения туда по проводам помехи, возникающей во время работы стробоскопа.

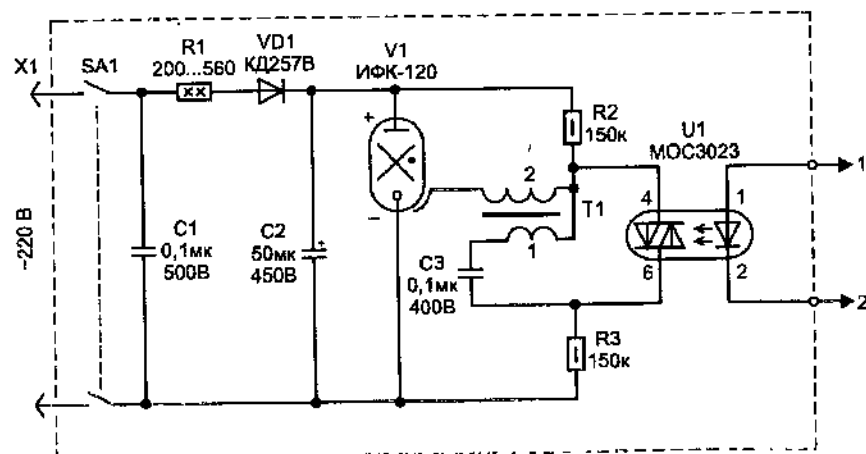


Рис. 4.8. Схема управления импульсной лампой

Еще одна схема для управления импульсной лампой показана на рис. 4.8. Частотозадающий узел у нее не показан — он может быть выполнен по любой схеме, так как здесь обеспечивается гальваническая развязка с высоковольтными цепями запуска лампы. В отличие от предыдущих схем, она позволяет схему управления сделать дистанционной и в более широком диапазоне изменять частоту вспышек. Если сигнал на оптопару подавать с микрофонного усилителя, то частота вспышек получится синхронизированной с громкими звуками (хлопками или музыкой). Для управления запуском вспышки света достаточно импульсного тока через ИК-диод оптопары U1 всего 5 мА.

В заключение раздела, посвященного импульсным лампам, можно порекомендовать читателям познакомиться с книгой [3], где описаны конструкции с применением стробоскопов для организации дискотеки.

Декоративное освещение

Световое оформление помещения «оживляет» применение различных динамических эффектов. Световые эффекты могут быть очень разнообразны и с некоторыми из них вы познакомитесь в данном разделе на примере практических устройств.

Мерцающая лампа

Любую лампу накаливания можно заставить хаотично изменять яркость свечения, воспользовавшись схемой на рис. 4.9. Такой эффект может пригодиться для подсветки в искусственном ка-

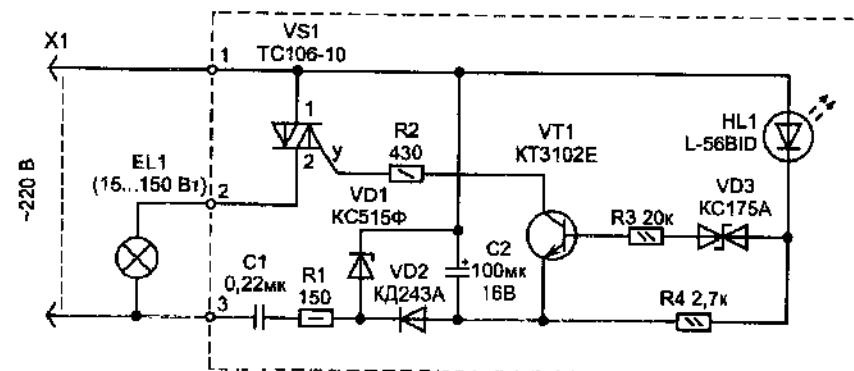


Рис. 4.9. Схема, выполненная на основе мигающего светодиода

мине или в качестве оригинального фонового светильника. А так как изменение яркости лампы происходит довольно часто и хаотично, то может создаваться иллюзия, что эффект связан с музыкальным сопровождением (если оно есть).

Для получения такого эффекта схема выполнена на основе мигающего светодиода (со встроенным прерывателем) типа L-56 фирмы Kingbright (полное название может быть: L-56BID, L-56BHD, L-56BYD, L-56BGD — все имеют диаметр корпуса 5 мм) или L-36 (L-36BID, L-36BHD, L-36BYD, L-36BGD — диаметр корпуса 3 мм).

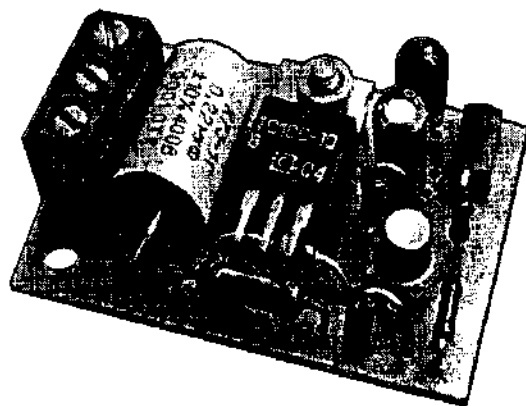
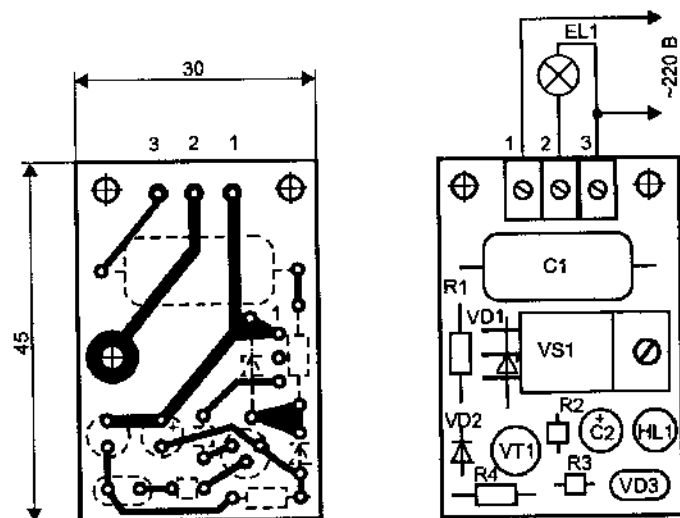


Рис. 4.10. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

Они могут отличаться цветом свечения [4]. В продаже можно найти много видов таких светодиодов, производимых разными фирмами. Отличия заключаются в форме корпуса, частоте мигания и потребляемом токе (скорее всего, подойдет любой, хотя с другими типами работа схемы не проверялась). Импульсы тока в цепи светодиода HL1 управляют открыванием транзистора VT1. Этот транзистор усиливает ток в цепи управления силового ключа VS1.

Так как время (частота) импульсов, сформированных мигающим светодиодом, накладывается на постоянную времени цепи заряда конденсатора C2, то в результате и получается необычный эффект.

Бестрансформаторное питание схемы позволяет сделать конструкцию устройства миниатюрной. Для сборки схемы можно воспользоваться односторонней печатной платой из стеклотекстолита, показанной на рис. 4.10.

Для увеличения плотности монтажа стабилитрон VD1 (в пластмассовом корпусе) расположен под выводами симистора VS1 (см. фотографию). Теплоотвод для симистора не требуется — он крепится через металлическую прокладку (втулку или гайку высотой 4...5 мм) прямо к плате. На плате для удобства подключения предусмотрена установка 3-контактных зажимов.

О деталях. Конденсатор C1 может быть установлен типа K73-11 или K73-17 на 400 В; электролитический C2 с односторонним расположением выводов любого типа. Резисторы МЛТ или С2-23 указанной на схеме мощности. Стабилитроны VD1 и VD3 можно заменить любыми импортными (обязательно в пластмассовом корпусе) на соответствующее рабочее напряжение; диод VD2 — 1N4001.

Мигающая подсветка

Иногда бывает необходимо получить прерывистую работу одной лампы или гирлянды из ламп, используемых в декоративном оформлении помещения. В этом случае можно воспользоваться простой схемой, выполненной на основе микромощного аналогового таймера, рис. 4.11.

Устройство получилось малогабаритным за счет того, что схема управления с бестрансформаторным питанием. Таймер DA1 имеет типовое включение (как работает аналоговый таймер, подробно описано в книге 5 из этой же серии) и периодически сам подает напряжение на управляющий электрод симистора. Частота мигания лампы EL1 зависит от элементов C2-R3. С указанными на схеме номинала-

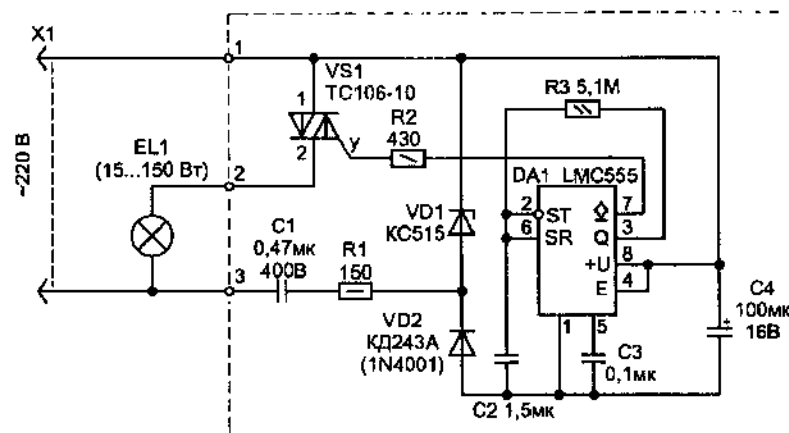


Рис. 4.11. Схема, выполненная на основе аналогового таймера

ми свечение будет — 5 с; пауза — 2 с. Эти значения отличаются от расчетных величин за счет того, что в момент открывания симистора происходит «просадка» питающего напряжения на таймере.

Для монтажа схемы можно изготовить печатную плату из одностороннего стеклотекстолита, рис. 4.12 (она имеет одну объемную перемычку). Требования к элементам такие же, как и в схеме на рис. 4.9.

Трехцветная светодиодная гирлянда

Для ее изготовления вам потребуются имеющие всего 2 вывода двухцветные сдвоенные светодиоды (рис. 4.13). Как видно из структуры, фактически у них в одном корпусе находятся два светодиода и в зависимости от полярности приложенного напряжения цвет свечения будет какой-то один — красный или зеленый. Таких светодиодов выпускается довольно много типов — подойдет любой [4]. Правда, при покупке следует знать, что выпускаются также сдвоенные одноцветные светодиоды или с другой комбинацией цветов — они не годятся для гирлянды.

Светодиодная гирлянда, по сравнению с широко распространенными на лампочках, имеет ряд преимуществ:

1. Ресурс непрерывной работы в 100 раз больше, чем у ламп накаливания.
2. Обладают механической прочностью и не боятся тряски, вибрации, падения.

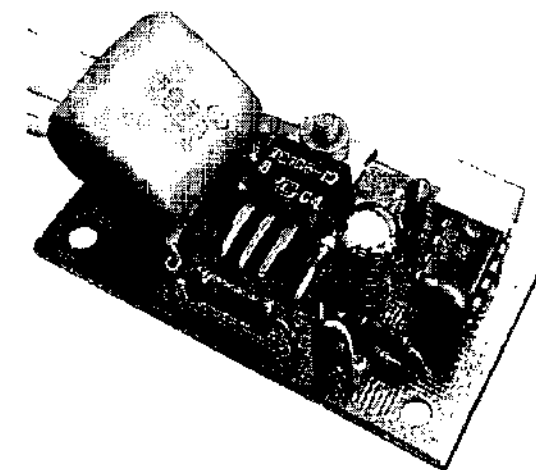
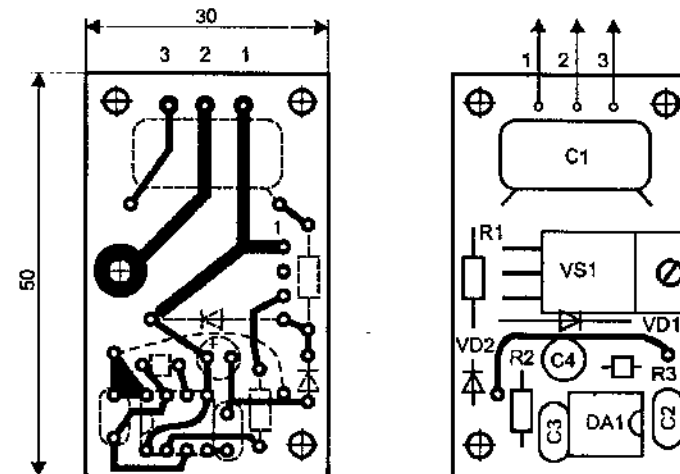


Рис. 4.12. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

3. Малые габариты и привлекательный внешний вид корпуса не требуют дополнительных элементов оформления.

4. Способны светиться достаточно ярко одним из двух цветов на постоянном токе.

5. Третий цвет будет, если подать питающее переменное напряжение, за счет смешивания двух цветов при зрительном восприятии — инерции зрения. Так, при смешивании красного и зеленого мы получим желтый цвет.

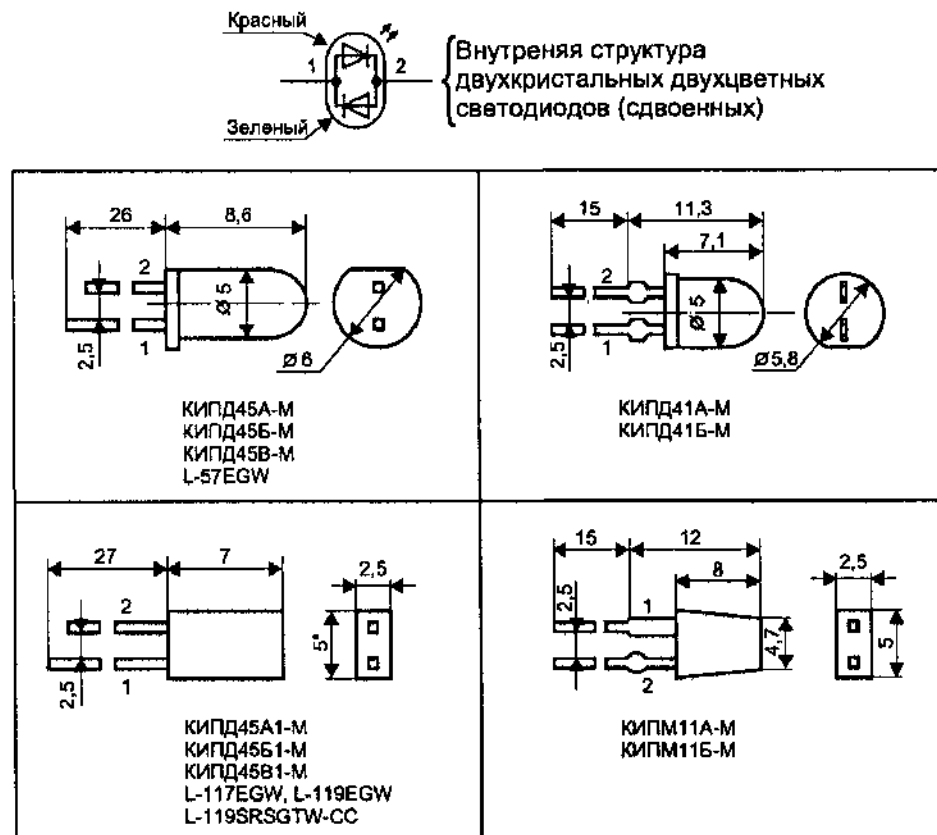


Рис. 4.13. Внутренняя структура сдвоенных двухцветных светодиодов и особенности конструкции разных типов

По внешнему виду прозрачного или матового корпуса двухцветные светодиоды ничем не отличаются от обычных светодиодов. Для яркого свечения им достаточно тока всего 10...20 мА. Для ограничения тока последовательно в цепь гирлянды из светодиодов ставится токоограничивающий резистор, величина которого зависит от действующего напряжения в питающей цепи (U_n). Учитывая, что на каждом светодиоде при протекании тока выделяется напряжение 1,6 В, для определения величины добавочного резистора при питании гирлянды из N светодиодов непосредственно от сети 220 В можно воспользоваться законом Ома:

$$R = \frac{U_n - 1,6N}{I} = \frac{220 - 1,6 \cdot 100}{0,015} = 3750 \text{ Ом.}$$

Выбираем резистор 3,6 кОм (результат расчета номинала R_1 получен для $N = 100$ при токе в цепи $I = 15$ мА).

Два цвета свечения получить довольно просто — такие варианты можно найти в литературе. Теперь о том, как управлять такой гирляндой для того, чтобы сделать ее трехцветной. Схема, обеспечивающая эту возможность, приведена на рис. 4.14. В ней удалось

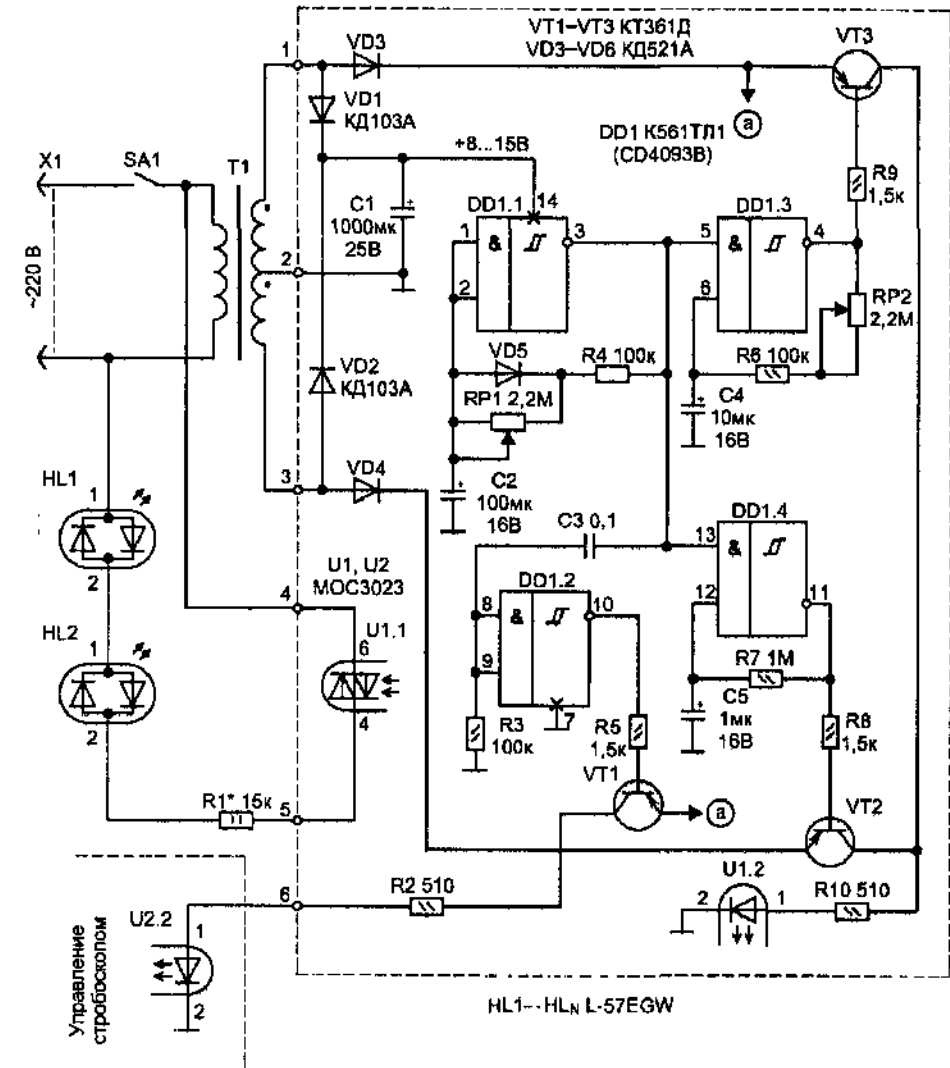


Рис. 4.14. Схема управления гирляндой из сдвоенных светодиодов

обойтись всего одной оптопарой для коммутации в нужный момент направления тока в гирлянде.

Схема состоит из трех генераторов импульсов, выполненных на элементах DD1.1, DD1.3 и DD1.4. Самый низкочастотный из них (DD1.1) управляет работой двух других — от него зависит пауза между сериями световых импульсов (пауза регулируется резистором RP1). Генераторы DD1.2 и DD1.4 формируют на выходах меандр, который управляет работой транзисторных ключей VT2, VT3. Каждый из транзисторов питается от своей полуволны выпрямленного сетевого напряжения (т. е. они работают по очереди) — так осуществляется синхронизация с полярностью сетевого напряжения для управления нужным цветом работы гирлянды. Транзисторы могут открыться, только когда на соответствующих выходах микросхем появляется лог. 0. При этом, в зависимости от временных интервалов работы генераторов, гирлянда может находиться в следующих состояниях:

- нет свечения;
- светится красным цветом;
- светится зеленым цветом;
- светится желтым цветом.

Смена цвета происходит циклически с частотой, регулируемой переменными резисторами (RP1, RP2). От них же зависит продолжительность каждого состояния и очередность вариантов комбинаций свечения. Как видите, все довольно просто.

Теперь о назначении «лишнего» элемента DD1.2, имеющегося в корпусе микросхемы. На нем, совместно с цепью C3-R3, собран формирователь коротких импульсов (по переднему фронту импульсов с выхода генератора DD1.1). Эти импульсы можно использовать для управления работой любой другой нагрузки: лампой звезды на елке, вспышками стробоскопа, одноцветной гирляндой и другими. Для передачи управляющих импульсов служит транзистор VT1 и оптопара U2.

Монтаж всех элементов устройства, которые попали в пунктирный контур на электрической схеме, можно выполнить на одно-сторонней печатной плате, приведенной на рис. 4.15.

Особых требований к деталям нет — при монтаже можно использовать малогабаритные компоненты любых типов. Номиналы допустимо устанавливать ближайšie к указанным на схеме. Сетевой трансформатор Т1 обязательно должен иметь две симметричные вторичные обмотки на напряжение 5...10 В и обеспечивать ток во

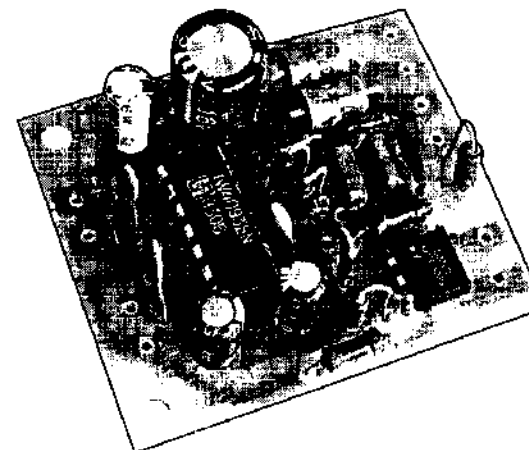
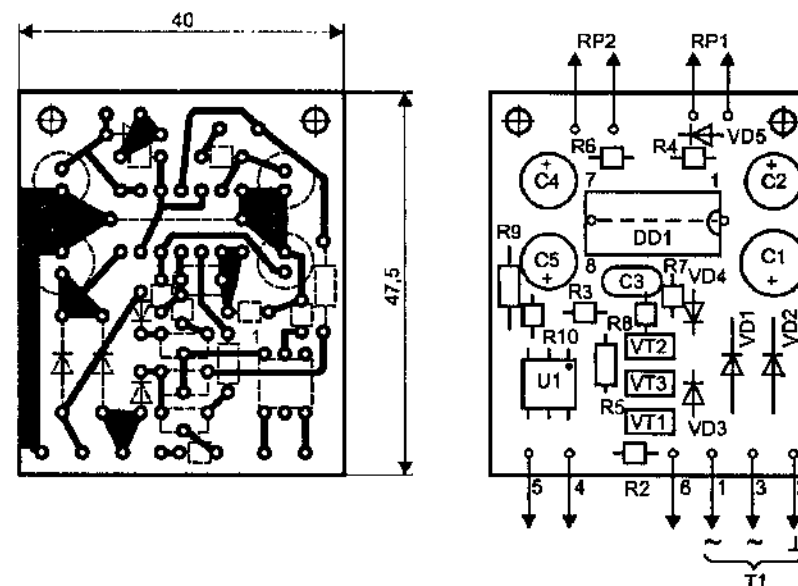


Рис. 4.15. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

вторичной обмотке не менее 50 мА. Оптопары (U1, U2) также имеют много вариантов для замены (см. справочный раздел книги), но так как все они могут немного отличаться по рабочему току входного светодиода, то, возможно, потребуется подбор резисторов R2, R10. При правильном монтаже в других регулировках нет необходимости — все будет надежно работать.

Пульсирующий свет

Передвижение света в гирляндах может происходить циклически с определенной заданной частотой или синхронно в такт с музыкой. Обе эти возможности обеспечивает схема, приведенная на рис. 4.16. Она позволяет управлять по 5 каналам любой подключенной нагрузкой: лампами или гирляндами.

Устройство получилось довольно простым, так как содержит стандартную микросхему логарифмического 5-порогового индикатора уровня сигнала (фирмы Сапуо). Микросхема управляет работой не только индикаторных светодиодов (как это происходит обычно), но и включением оптронных коммутаторов. По мере увеличения входного сигнала последовательно будут загораться светодиоды, начиная с HL5 до HL1. Соответственно оптронами U5—U1 включатся и симисторы VS5—VS1 (если ток в цепи нагрузки не превышает 60 мА, то силовые симисторы можно не устанавливать — достаточно только оптронов, как это показано в предыдущей статье). Для снижения коммутационных помех оптроны использованы со встроенной схемой, обеспечивающей включение их только в начале полуволны питающего сетевого напряжения.

Микросхема LB1416 может быть заменена на LB1426 или LB1436, но при этом следует учитывать, что они немного отличаются по максимально допустимому выходному току (табл. 4.2). Выходной ток зависит от резисторов R4—R8, и он должен быть достаточным для включения выбранных оптопар. По этой причине лучше всего применять LB1436 — это позволит использовать многие другие оптроны: МОС3042, МОС3043, МОС3062, МОС3082 (см. справочный раздел).

Таблица 4.2. Технические характеристики микросхем

Тип	Ток выходов	Ток потребления	Рабочее напряжение
LB1416	6 мА	12 мА	5...16 В
LB1426	12 мА	12 мА	5...16 В
LB1436	16 мА	12 мА	5...16 В

Выбранная группа микросхем удобна еще и тем, что имеет два независимых входа. На один вход через любой полосовой фильтр (активный или пассивный, т. е. состоящий из RC-цепей) подается сигнал с выхода усилителя, а второй вход может использоваться

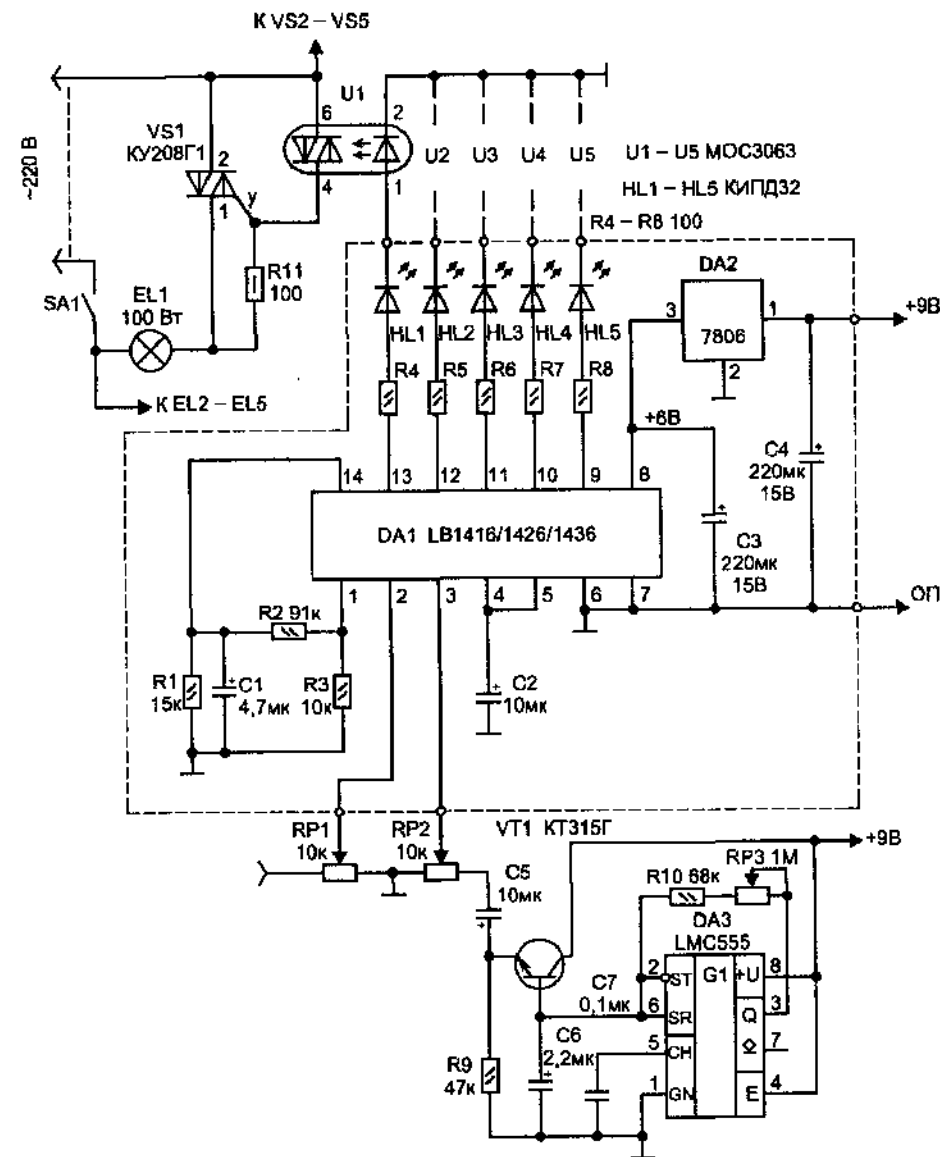


Рис. 4.16. Схема, выполненная на основе индикаторных светодиодных микросхем

для подачи напряжения от генератора медленно изменяющегося напряжения треугольной формы. На рис. 4.14 показан такой генератор, выполненный на аналоговом таймере (DA3). Его частоту работы можно изменять в широких пределах резистором RP3. Тран-

зистор VT1 служит для устранения влияния низкого входного сопротивления микросхемы DA1 на частоту работы генератора.

При изготовлении устройства особых требований к радиодеталям схемы нет — подойдут любые малогабаритные. Источник питания напряжением 9...12 В можно взять не стабилизированный, но он должен обеспечивать номинальный ток не менее 200 мА.

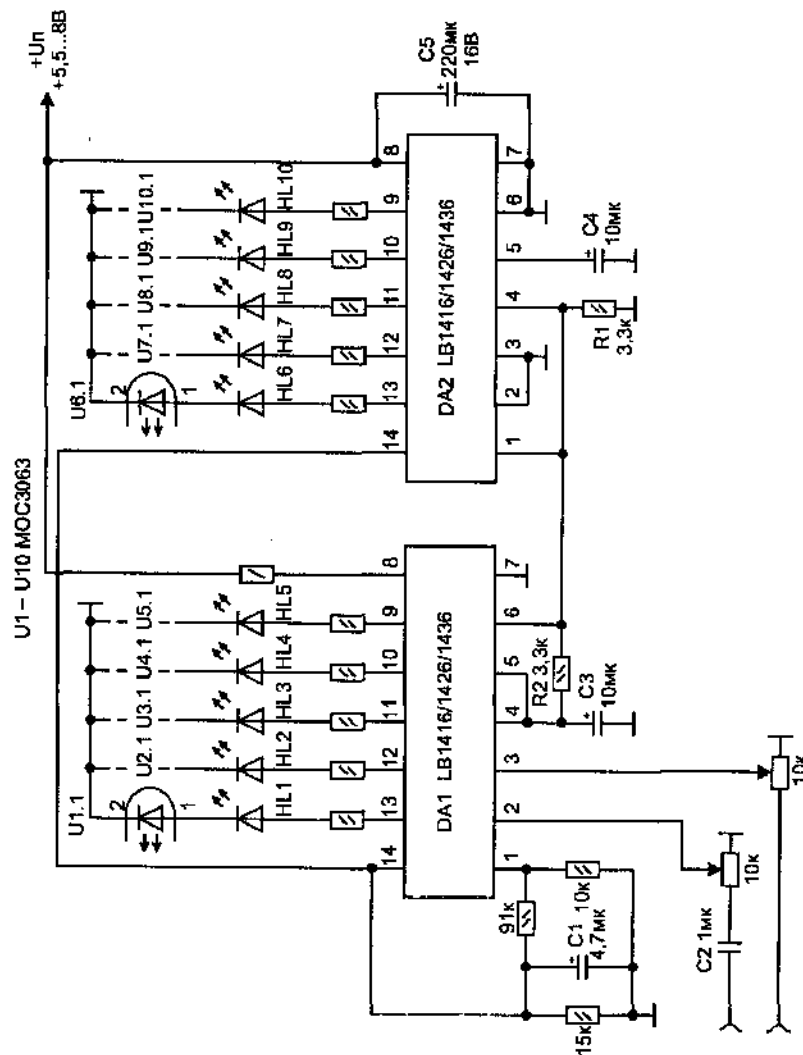


Рис. 4.17. Типовая схема каскадного включения двух микросхем (рекомендуется изготовителем)

Топология печатной платы не разрабатывалась. Для монтажа основных элементов устройства удобнее воспользоваться универсальной «макеткой» (это облегчит в дальнейшем модификацию схемы под разные задачи), а силовые элементы (симисторы VS1—VS5 и оптроны U1—U8) лучше располагать отдельно — вблизи устройств управления. Это избавит от необходимости вести высоковольтные провода на большие расстояния, ведь обычно требуется разнести световые гирлянды от усилителя. Правда, задачу уменьшения длины соединительных проводов можно решить и другим способом — звуковой сигнал на вход схемы подавать с микрофонного усилителя. В этом случае управляющее устройство будет реагировать на любой громкий звук в помещении.

При необходимости число уровней индикации в канале можно увеличить в 2 раза, воспользовавшись каскадным включением микросхем LB1416 (LB1426 или LB1436), как это показано на рис. 4.17 (уровни индикации зависят от соотношения резисторов R1, R2).

В заключение следует отметить, что с небольшими изменениями аналогичная схема может быть выполнена на основе большинства микросхем усилителей индикации с линейной или логарифмической шкалой. Среди них есть микросхемы и с большим числом выходов [5].

Акустический переключатель гирлянд

Мальшев С. Ю.

г. Мариуполь

На фоне многочисленных коммутаторов для световых гирлянд, в том числе и китайского производства, предлагаемый вариант наиболее оригинален. У большинства схем для управления новогодними гирляндами используется принцип автоматического переключения по заданной программе, что, в конце концов, требует изменения режима ввиду утомляемости или, проще говоря, надоедания. Данное устройство лишено такого недостатка, так как в нем используется акустический способ изменения режима работы. Это означает, что разговор, музыка или просто выкрики меняют работу коммутатора. Гирлянды будут переключаться в такт любого поступающего шума. Это забавляет детей и взрослых, так как создается впечатление, что новогодняя елка реагирует на обращение к ней.

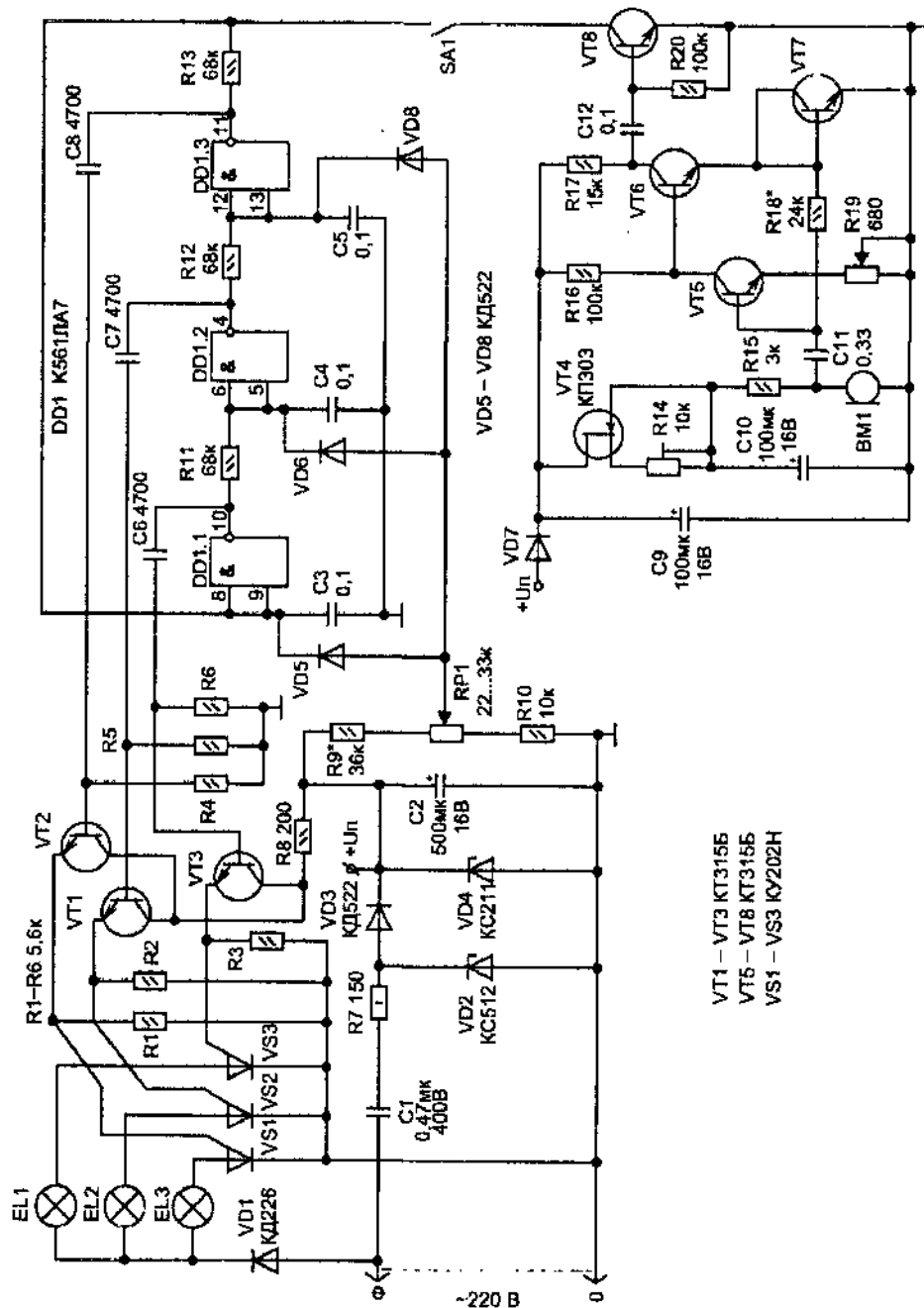


Рис. 4.18. Схема акустического переключателя гирлянд

В тишине гирлянды медленно переключаются поочередно. Скорость переключения бегущего огня, также как и чувствительность к шуму, легко изменить соответствующими регуляторами.

Электрическая схема устройства, приведенная на рис. 4.18, не содержит дефицитных деталей и достаточно проста. На микросхеме DD1 собран трехфазный управляемый генератор, аналогичный опубликованному в литературе [6]. Его частота зависит от поступающего на входы с резистора R9 уровня напряжения. На всех выходах логических элементов форма импульсов генератора прямоугольная и они сдвинуты относительно друг друга, как это показано на рис. 4.19.

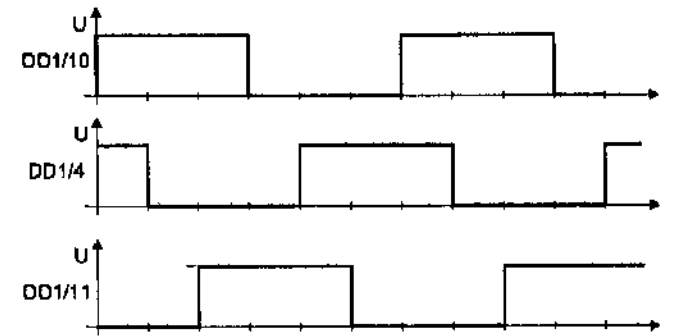


Рис. 4.19. Последовательность появления импульсов на выходах генератора

Далее через разделительные конденсаторы С6—С8, образующие дифференцирующие цепочки для формирования более коротких импульсов, и эмиттерные повторители на транзисторах VT1—VT3 сигнал поступает к управляющим электродам тиристоров VS1—VS3. В качестве нагрузки для них условно показаны по одной лампе в каждом канале.

К одному из выходов генератора подключен ключ на транзисторе VT8, управляемый усилителем звуковых сигналов. При «всплесках» звуковых сигналов он нарушает нормальную работу генератора — приостанавливает на некоторое время. Так как амплитуда у звуковых сигналов разная и действуют они кратковременно, создается эффект мелькания.

Регулировка чувствительности к акустическим сигналам задается резистором R19, который вместе с регулятором частоты генератора R9 выводится на переднюю панель устройства. Рядом, в

удобном месте, вставляют микрофон ВМ1. При установке устройства под елкой в углу комнаты, чувствительности микрофонного усилителя хватает для реагирования на обычный разговор в пределах средней комнаты.

Для сборки можно воспользоваться печатной платой, приведенной на рис. 4.20. На ней располагаются все радиодетали, кроме силовых элементов — тиристоров, микрофона и регулировочных резисторов.

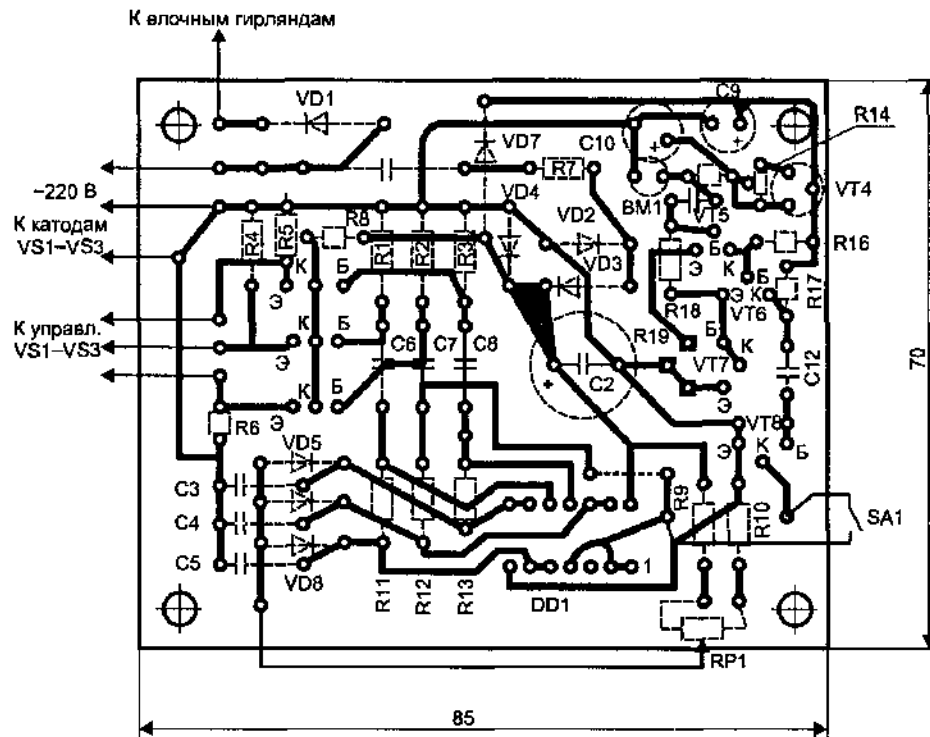


Рис. 4.20. Топология печатной платы для акустического переключателя

К деталям особых требований нет, подойдут любые малогабаритные. Конденсаторы С3—С5 желательно использовать с минимальным ТКЕ. Тумблер SA1 нужен только для удобства настройки, после чего его можно заменить перемычкой.

Настройка схемы заключается в следующем. Подключаем гирлянды и подаем питание на схему (тумблер SA1 отключен). Если монтаж выполнен правильно, то частота переключения должна ре-

зистором R9 регулироваться от самого медленного, примерно в среднем положении до мерцания в крайних положениях. Регулятором добиваемся самого медленного переключения гирлянд. При этом может потребоваться подбор R8. Если после таких действий все же не удастся добиться замедленного переключения, то нужно припаять параллельно С3 емкость примерно 0,022...0,033 мкФ и повторить настройку.

Теперь о настройке микрофонного усилителя. Тумблер SA1 должен быть включен. Для удобства установки оптимального тока через микрофон служит подстроечный резистор R14. При выведении резистора R19 (его нулевым сопротивлением) регулируем R14 в сторону увеличения — по наиболее слабому шуму вблизи микрофона. Наблюдая за переключателем гирлянд. Можно также выполнить настройку этого усилителя, как это описано в книге 4 [7, стр. 30].

После окончания настройки пользоваться устройством следует так. Подключаем гирлянды, после чего (при выключенном тумблере SA1) подаем питание на схему и настраиваем резистором R9 требуемую частоту мигания, например, на медленное переключение. Включаем SA1 и резистором R19 увеличиваем или уменьшаем чувствительность микрофона. Все, устройство готово к работе.

Примечание

1. Так как схема имеет бестрансформаторное питание, в целях электробезопасности, лучше, если при подключении ее в сеть будет соблюдаться указанная на рисунке фазировка, т. е. когда на общих цепях присутствует «нулевое» напряжение. Но конструкция корпуса и регулировочные ручки для переменных резисторов все равно должны быть сделаны из хороших диэлектрических материалов.

2. Следует отметить еще одну особенность схемы. Из-за того, что питаются гирлянды только от одной полуволны сетевого напряжения, яркость свечения ламп будет пониженной. Чтобы увеличить яркость свечения вместо тиристоров можно воспользоваться симисторами типа КУ208Г. В отличие от многих других симисторов, эти могут управляться однополярным сигналом при работе на переменном напряжении. Вариант выполнения на них силовой части показан на рис. 4.21. В этом случае диод VD1 не нужен — через гирлянды смогут проходить оба полупериода сетевого напряжения.

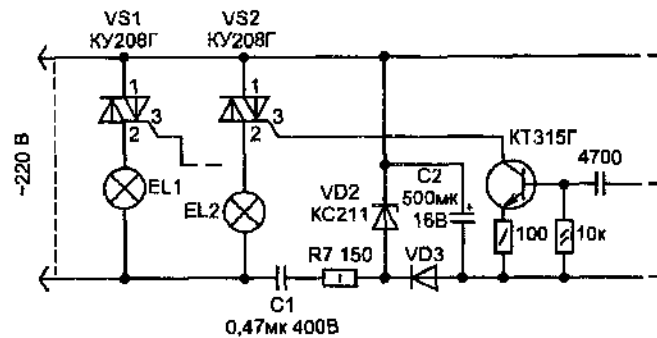


Рис. 4.21. Изменения в силовой части для подключения вместо тиристоров — симистора КУ208Г

Дополнительная литература

1. Сайт Евгения Свищева
<http://cetronika.narod.ru/Inform/implamp/index.html>
2. Кадино Э. Цветомузыкальные установки. Пер. с франц. — М.: ДМК Пресс, 2000.
3. Семенов Б. Ю. Дискотека своими руками. — М.: СОЛОН-Пресс, 2005.
4. Сайт фирмы-производителя светодиодов:
<http://www.kingbright.com>
5. Турута Е. Ф. Предварительные усилители низкой частоты. Регуляторы громкости и тембра. Усилители индикации. — М.: ДМК Пресс, 2001.
6. Литке Э. Цветомузыкальный переключатель гирлянд. В помощь радиолюбителю. Сборник. Выпуск 91. — М.: ДОСААФ, 1985, с. 69.
7. Шелестов И. П. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 4. — М.: СОЛОН-Р, 2003.

5

Разные практические конструкции

Современная радиоэлектроника столь многообразна, что охватывает все области человеческой деятельности. Иногда довольно сложно классифицировать устройства по тематике, так как многие из них вполне подходят к разным разделам или же ни к одному из имеющихся. Поэтому сюда вошли схемы различного назначения, которые больше заслуживают отдельного места.

«Серебряная» вода и ее получение

С древних времен известно, что если в воду поместить серебро, то через некоторое время она становится чистой и пригодной для питья. Серебряные сосуды брали с собой многие путешественники и завоеватели для длительного сохранения запасов питьевой воды. Не понимая причину «магической силы», тем не менее ее широко использовали, в том числе и церковь. Такую воду до сих пор применяют в храмах.

В чем же секрет этого явления, ведь химический состав воды не меняется, да и вкус остается тот же. Такими необычными свойствами не могли не заинтересоваться ученые. Заглянем в историю изучения такой воды.

Первым, кто экспериментально доказал, что в воде под влиянием серебра гибнут бактерии и микроорганизмы, был швейцарский ботаник К. Негели. Произошло это еще в 1893 г. Значительно позже, в 1920 г., выяснилось, что в воду при контакте с серебром переходят ионы серебра, которые и придают ей уникальные бактерицидные свойства. Дальнейшие исследования привели к выводу, что дезинфицирующий эффект такой воды находится в прямой зависимости от концентрации в ней ионов. Вода, содержащая концентрацию ионов серебра 0,2...0,5 мг/л, уже через 0,5...2 ч убивает многие вредные бактерии и опасные для здоровья вирусы. То есть ее вполне можно использовать для консервирования соков и продуктов, а также обеззараживания посуды и предметов. Для дезинфекции открытых ран концентрация ионов может быть существенно увеличена — до 5...30 мг/л.

В результате проведенных учеными всесторонних исследований сегодня известно, что серебро — микроэлемент, необходимый для нормальной деятельности желез внутренней секреции, мозга, печени и костной ткани. В концентрации 0,05...0,1 мг/л оно оказывает омолаживающее воздействие на кровь и благотворно влияет на протекание физиологических процессов в организме [1]. Установлено, что малые дозы серебра не токсичны для живого организма, в то же время они уничтожают многие микроорганизмы.

Период сознательного применения воды с ионами серебра и медицинских препаратов, изготовленных на ее основе, начался с 1907 г. Но в естественных условиях обогащение воды ионами серебра идет очень медленно. Чтобы ускорить растворение ионов в воде, исследователями было предложено много разных методов, принцип действия которых заключался в увеличении площади соприкосновения воды с металлом. Например, достигалось это путем введения в сосуд серебрянной проволоки, серебрянного песка и других ухищрений, но даже в лучших изобретениях бактерицидный эффект проявлялся лишь через 2...4 ч. При этом оказалось очень сложно контролировать процесс, чтобы добиться нужной концентрации ионов. Ведь она зависела еще и от чистоты самой воды.

Первым, кто догадался ускорить ионизацию воды при помощи электрического тока, был академик Л. П. Кульский. В 1930 г. он получил такую воду способом электролитического разложения металлического серебра (проще говоря, электролизом) [2]. Для выделения серебра достаточно ЭДС в пределах от 1,8 до 2,06. В литературе эту воду принято называть «серебряной», а устройство для ее быстрого получения — «серебряным ионатором». Такой прибор имеет серебряные электроды (вес которых может быть всего около 20 г), с которых и растворяются ионы серебра в воде. Ведь сегодня, как и в древние времена, мало кто может себе позволить иметь посуду из чистого серебра — уж слишком она дорогая. В то же время ионатор значительно эффективней любой серебрянной посуды, так как позволяет быстро получить любую нужную концентрацию ионов в известном объеме. А для применения такой воды в лечебных целях концентрацию знать очень важно.

Но первыми, кто заметил способность металлов растворяться в воде под действием электрического тока, были английские физики У. Никольсон и А. Карлейль (в 1800 г.).

Тут следует вспомнить еще одного всем известного талантливого английского ученого М. Фарадея. Он в 1833 г. эксперимен-

тально вывел формулу, связывающую количество растворенного металла с силой электрического тока:

$$m = k \cdot \Delta q = k \cdot I \cdot \Delta t,$$

где m — масса вещества, г; k — электрохимический эквивалент вещества, который для серебра равен 0,0011281 г/Кл; Δq — заряд, переносимый электрическим током, Кл; Δt — время процесса, с; I — ток в цепи, А.

Но подобные вычисления обычно дают лишь приблизительный результат, так как не учитывают свойств самой воды, где происходит электролиз, из-за которых коэффициент полезного действия тока бывает почти всегда меньше 100% [3]. Для большей точности полученное значение умножается на поправочный коэффициент 0,9 [4]. В результате мы можем получить более удобную для практического применения формулу, позволяющую рассчитать количество растворившегося серебра сразу в миллиграммах на литр, зная ток в цепи и время, в течение которого проходит процесс:

$$m = 1,0062 \cdot I \cdot \Delta t$$

Воспользовавшись этой формулой, получаем, что для растворения 1 мг серебра в 1 литре воды достаточно в течение 60 с тока 16,6 мА. При работе ионатора растворение ионов серебра (Ag — химический знак серебра) происходит около положительного электрода. Поэтому для равномерного износа электродов желательно периодически менять полярность подводимого к ним напряжения (вручную или автоматически — последнее предпочтительнее).

Целебным свойствам и особенностям применения воды с ионами серебра посвящено немало книг. При желании с ними вы познакомитесь самостоятельно. В настоящее время ионаторы широко используются в пищевой промышленности, на океанских кораблях для сохранения запасов воды, для дезинфекции бассейнов и многих других целей. Наша промышленность выпускает и бытовые ионаторы, но стоят они дороговато. В то же время изготовить такой прибор по силам любому желающему.

В литературе уже было описано довольно много разных конструкций устройств для получения «серебряной» воды [4—6]. Здесь вам предлагается еще одна довольно простая схема, которая обладает такими возможностями, как стабилизация режима и цифровой таймер для автоматического отключения процесса.

Схема собрана всего на одной МОП-микросхеме, потребляющей микроток, рис. 5.1. Внутри нее есть генератор и счетчики импульсов, благодаря которым обеспечивается периодическая смена полярности на электродах и формирование нужного интервала времени работы устройства.

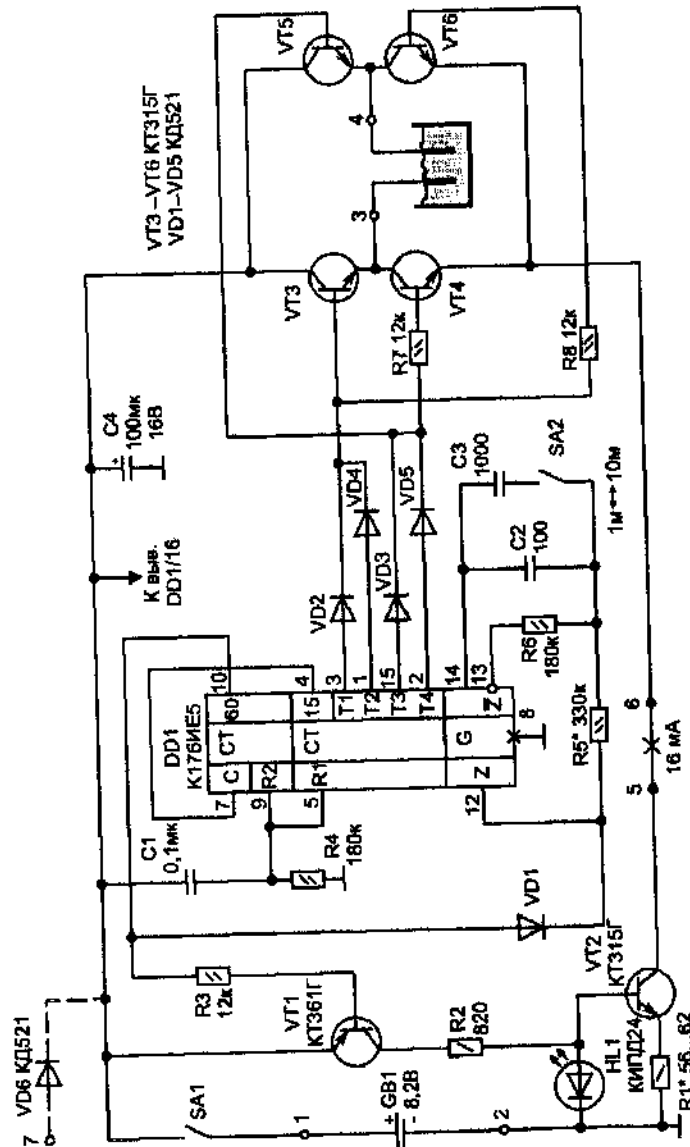


Рис. 5.1. Электрическая схема ионатора воды

У микросхемы на выходах Т1—Т4 появляются импульсы, которые управляют мостовым коммутатором, собранным на транзисторах VT3—VT6 (поочередно открываются VT4 и VT5 или VT3 и VT6, обеспечивая периодическое изменение направления прохождения тока через электроды). Через некоторое время, как только на выходе счетчика (вывод 10) появится лог. 1 — через диод VD1 она подается на вход генератора, блокируя его работу (этот же сигнал включает VT1 и VT2).

Ток в цепи зависит не только от площади и расстояния между электродами, но и электропроводности (чистоты) воды. К тому же по мере насыщения воды ионами ее сопротивление уменьшается. Так как нам надо обеспечить заданный ток независимо от внешних условий, в схему ионатора введен стабилизатор тока на уровне 16 мА (элементы стабилизатора — транзистор VT2 и светодиод HL1). При таком токе концентрация ионов серебра в воде увеличивается со скоростью 1 мг/л в минуту. Меняя время процесса, мы можем добиться нужной концентрации.

Для монтажа устройства удобно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 5.2. Радиодетали подойдут любые малогабаритные. Транзисторы КТ315 могут иметь любую последнюю букву в обозначении или заменены на КТ3102.

Питаться устройство может в автономном варианте от батареи типа «Крона» (6F22), а в стационарном — от любого источника постоянного напряжения 6...9 В (он подключается через диод VD6).

Настройка схемы заключается в получении двух точных временных интервалов 1 и 10 мин и установки тока стабилизации 16 мА.

Сначала при разомкнутом выключателе SA2 подбором резистора R5 по секундомеру настраивается интервал 1 мин. После чего включаем SA2 и подбором номинала емкости конденсатора C3 добиваемся временного интервала работы устройства 10 мин (для удобства настройки на плате предусмотрена установка дополнительного конденсатора C3* параллельно основному).

Настройка стабилизатора тока выполняется резистором R1 при включенном в разрыв цепи между точками 5 и 6 схемы миллиамперметре (0...100 мА). При этом между электродами должна быть вода или эквивалентная нагрузка — резистор номиналом 150...300 Ом. Во время работы ионатора светится HL1.

Применение устройства. В качестве резервуара для воды лучше взять стеклянную банку объемом в 1 литр, где на краях закрепить (например, при помощи контактных зажимов «крокодилов») две маленьких серебряных ложки или электроды из более хи-

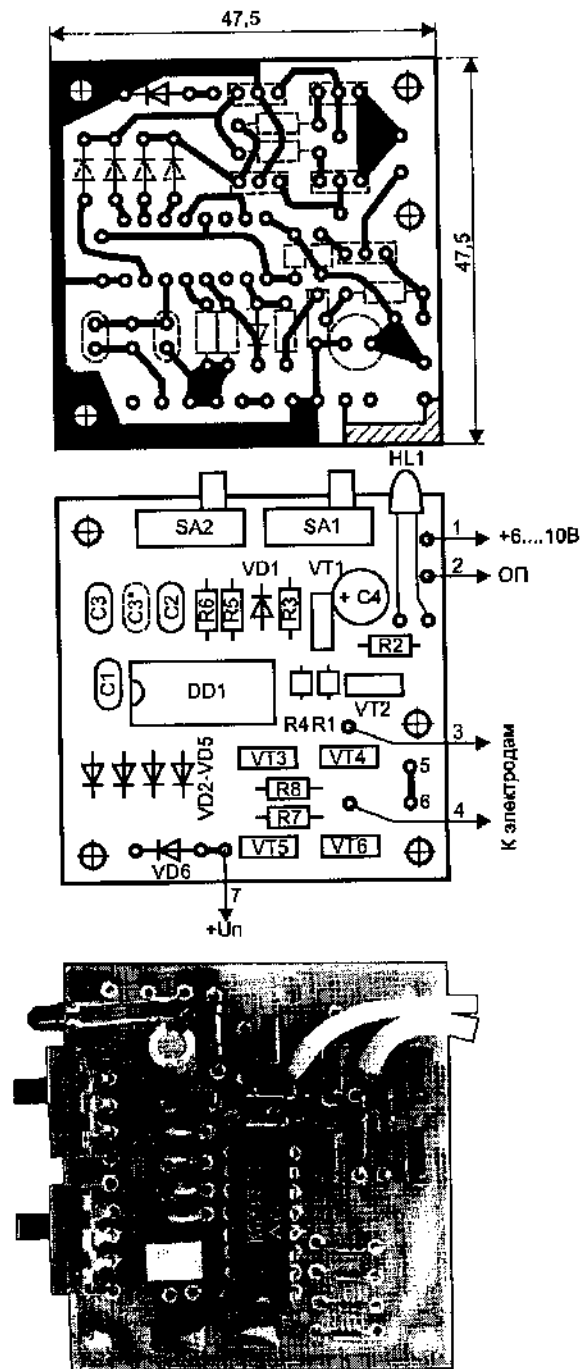


Рис. 5.2. Топология печатной платы, расположение элементов и внешний вид монтажа

мически чистого серебра (достаточно площади электродов в 1 см^2). При этом в воде должны находиться только сами электроды. Тут следует сказать несколько слов о чистоте электродов. Для внутреннего употребления воды лучше, если проба серебра будет 999 или 975. Если вода предназначена для применения только наружно, то проба серебра может быть и ниже (925).

Для приготовления ионированной питьевой воды ее надо брать **без примесей** хлора и других органических и неорганических соединений. Иначе последствия от употребления такой воды в активированном состоянии могут быть непредсказуемыми. Идеально подходит для ионизации родниковая вода. В крайнем случае хлорированную водопроводную воду необходимо отстоять в течение 12 часов в открытой емкости (для испарения хлора), после чего пропустить через бытовой угольный фильтр для очистки от других посторонних примесей.

Полученная «серебряная» вода хранится в темной посуде или в месте, закрытом от света. Концентрированный раствор (до $35...40 \text{ мг/л}$) рекомендуется хранить не более 3 месяцев и использовать по мере необходимости, разбавляя до нужной концентрации обычной водой.

В заключение следует отметить, что ионированную воду можно создать и без примесей серебра — так называемую «живую» и «мертвую» воду [7]. Способы ее получения достаточно подробно описаны в литературе. Она тоже обладает повышенной биологической активностью.

Сенсорный регулятор освещения

Нередко бывает необходимо иметь регулировку яркости свечения ламп накаливания. Довольно простой сенсорный регулятор удастся сделать, если воспользоваться недорогой отечественной микросхемой K145AP2. Она специально была разработана для фазового управления моментом открывания силового элемента (тиристора или симистора) в светорегуляторах. Микросхема выпускается в 16-выводном пластмассовом корпусе (DIP16) и изготовлена по МОП-технологии, за счет чего потребляет не более 2 мА . У нее имеется импортный аналог фирмы Siemens — SLB0576 (правда, там она уже снята с производства). К сожалению, полное описание этих микросхем нигде найти не удалось, поэтому приходится обходиться включением, близким к типовому, рис. 5.3.

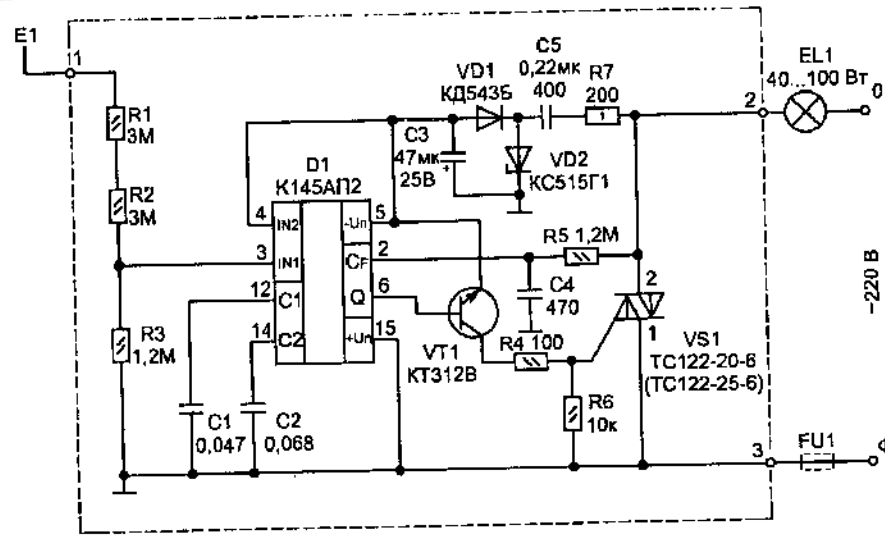


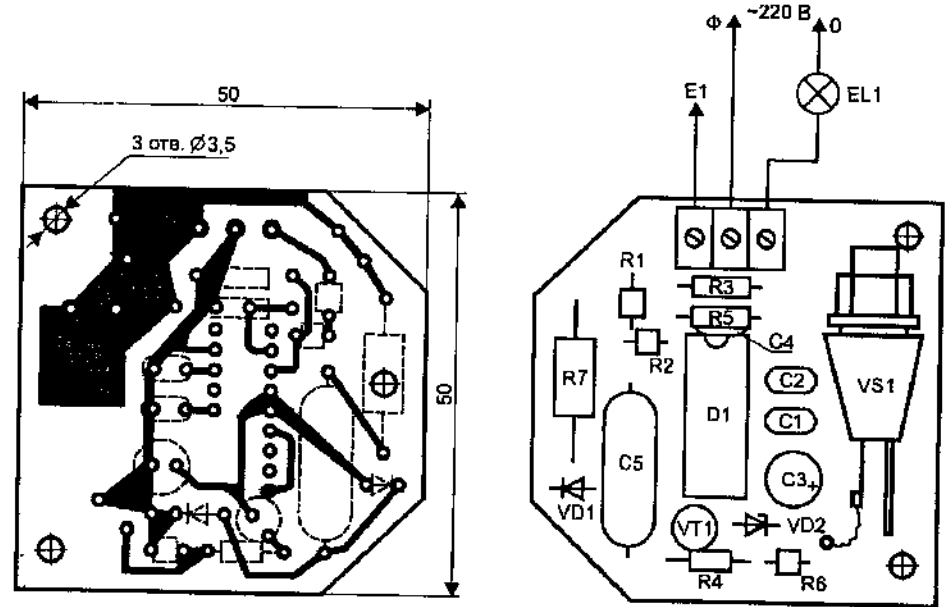
Рис. 5.3. Электрическая схема сенсорного регулятора освещения

Устройство позволяет при кратковременном касании (0,5 с) сенсора E1 включать или выключать нагрузку, а при более длительных прикосновениях (в течение 2...4 с) плавно устанавливать яркость лампы накаливания от минимума к максимуму и наоборот (по кругу). При выключении светорегулятор обладает способностью запоминать свое предыдущее состояние до следующего касания сенсора (включения). Нагрузка у такого регулятора должна быть только чисто активной (лампа накаливания, нагреватель).

Питается светорегулятор непосредственно от сети 220 В через простейший однополупериодный выпрямитель, состоящий из гасящей напряжение реактивной цепочки C5-R7 и параметрического стабилизатора на стабилитроне VD2 (вся схема управления потребляет не более 10...12 мА). Стабилизированное напряжение питания через диод VD1 подается на вывод 5 микросхемы. Элементы C3 — фильтр питания; C1, C2 — частотная коррекция для микросхемы; цепь C4-R5 обеспечивает формирование синхроимпульса внутри микросхемы для фазового управления симистором. Узел на транзисторе VT1 усиливает управляющие импульсы с выхода 6 микросхемы и через R4 подает их на управление симистором VS1.

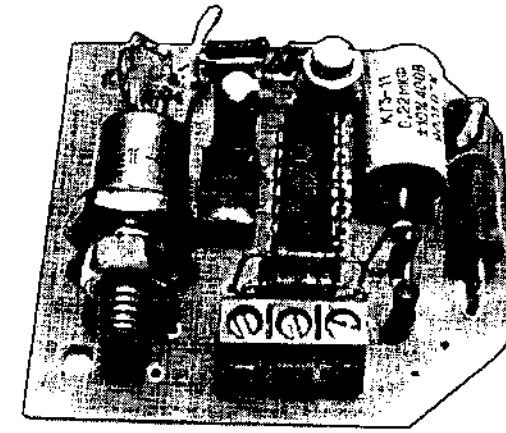
Регулятор не содержит дефицитных и дорогостоящих деталей. Все резисторы типа МЛТ на 0,25 Вт, только R7 — мощностью 1 Вт. Так как сопротивления с номиналом более 5,1 МОм найти в прода-

же сложно (например, в сериях МЛТ и С2-23 они не выпускаются), то добавочный резистор в цепи сенсора составлен из двух, включенных последовательно. Конденсаторы C1, C2, C4 — любые керамические из серий КМ, К10; C3 — электролит емкостью



а)

б)



в)

Рис. 5.4. Топология печатной платы (а), монтаж элементов (б) и внешний вид собранной конструкции (в)

50...100 мкФ на 25 В (например К53-35). Конденсатор С5 типа К73-11 или К73-17 на напряжение не ниже 400 — его номинал может находиться в диапазоне 0,1...0,25 мкФ. Стабилитрон VD2 в пластмассовом корпусе (он занимает меньше места на плате) может заменяться на КС215Ж, диод VD1 — КД247Б. Транзистор подойдет любой из серий КТ3117, КТ3102, КТ315Г. В качестве силового коммутатора, кроме указанного на схеме ТС122-20-6, можно использовать симисторы: ТС122-25-6, ТС112-16-6, ТС112-10-6, ТС106-10-6, КУ208Г1 (он в пластмассовом корпусе) или КУ602Г, но в последних двух случаях печатную плату придется немного подкорректировать. Симисторы специально взяты большей мощности, чем необходимо, так как это позволяет обойтись без теплоотвода.

Для монтажа всех элементов схемы можно воспользоваться показанной на рис. 5.4 печатной платой. Для удобства подключения внешних цепей на плате установлены зажимные клеммы, а для увеличения плотности монтаж выполнен на двух уровнях — резисторы R5 и R3 расположены над конденсатором С4.

Устройство может быть оформлено в виде приставки к стационарному светильнику или размещено в корпусе от обычного механического выключателя (приведенная печатная плата позволяет это сделать).

В качестве сенсора подойдет любая красивая металлическая пластинка, но сенсор применять не обязательно — его можно заменить выключателем без фиксации (кнопкой), замыкающим выводы 3 и 4 микросхемы (рис. 5.5). В этом случае резисторы R1, R2 не нужны (они стоят для электробезопасности).

При подключении схемы к сети обязательно нужно соблюдать указанную на рисунке фазировку. Неправильная фазировка не приведет к необратимым последствиям, но и работать устройство не будет, но если вы собираетесь управлять схемой при помощи кнопки, как это было описано выше, то фазировка подключения значения не имеет.

При установке платы нигде ничего заземлять или экранировать не нужно. Если вы все сделали аккуратно и без ошибок, то регулятор начинает работать сразу.

При установке платы нигде ничего заземлять или экранировать не нужно. Если вы все сделали аккуратно и без ошибок, то регулятор начинает работать сразу.

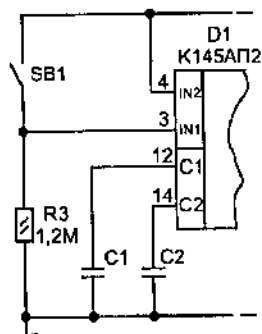


Рис. 5.5. Подключение кнопки вместо сенсора к регулятору освещения

Особенности микросхем музыкальных сигнализаторов

Потребность в музыкальных сигнализаторах была всегда. Их используют не только в квартирных звонках, но и музыкальных открытках, музыкальных шкатулках, разных игрушках. Эти микросхемы находят применение и в более сложной радиоаппаратуре для оповещения приятным сигналом вместо раздражающего одно- или двухтонального. Ведь сегодня, чтобы привлечь покупателя, разработчики вынуждены идти на разные ухищрения, улучшая сервисные возможности.

Долгое время на отечественном рынке были доступны только микросхемы звуковых сигнализаторов из серии УМС (УМС-7-хх, УМС-8-хх и аналогичных). Все они выпускаются в стандартных пластмассовых корпусах DIP-14. Для их работы требуется устанавливать внешние задающие тактовую частоту элементы.

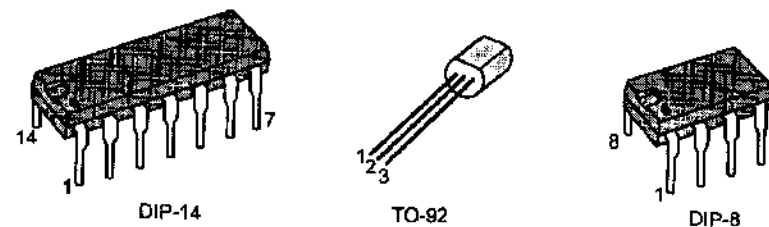


Рис. 5.6. Расположение выводов у микросхем музыкальных синтезаторов

Сегодня можно приобрести и ряд других микросхем, даже более малогабаритных и удобных. Мировая промышленность выпускает огромный ассортимент синтезаторов музыкальных фрагментов мелодий. Многие из них имеют трехвыводный корпус TO-92 (как у маломощных транзисторов) или DIP-8 (рис. 5.6) за счет того, что содержат все частото задающие элементы внутри корпуса. Следует знать, что некоторые из микросхем выпускаются и в бескорпусном исполнении (по параметрам они ничем не отличаются от основных вариантов в корпусе, но менее удобны для применения в самодельных конструкциях), поэтому их мы рассматривать не будем.

Для сравнения основные технические параметры некоторых самых распространенных микросхем указаны в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Основные параметры микросхем звуковых сигнализаторов

Обозначение	Максимальное число мелодий (число нот)	Усс, В	Потребляемый ток в режиме работы, мкА		Тип корпуса
			Мелодия	Остановка	
УМС-7-хх	3 (192)	2,7...3,0	200	5	DIP-14
УМС-8-хх	8 (192)	1,35...2,0	100	10	DIP-14
УМС-9-хх	8 (192)	1,35...2,0	100	10	4313.14-B*
УМС-10-хх	8 (192)	1,35...2,0	100	10	4313.14-B*
УМС-11-хх	8 (192)	2,7...3,0	200	5	4313.14-B*
УМС-14-хх	16 (512)	1,35...2,0	500	10	DIP-14, 4313.14-B*
BT66T-хх	1 (127)	1,5...3,3	60	0,5	TO-92
BT802B-хх	1 (127)	1,5...3,3	60	0,5	TO-92, DIP-8
BT8031	2 (127)	3,3	1	0,5	TO-92, DIP-8
HT38хх	1 (127)	2,5...5,0			TO-92

* Планарные выводы для поверхностного монтажа

Все музыкальные микросхемы выполнены по МОП-технологии и выпускаются с разными мелодиями. Изготовитель кодирует мелодию номером, который стоит на месте знаков **хх** в обозначении. Для микросхем из серии BT802B-хх и BT66T-ххL названия мелодии и время звучания записанного фрагмента указаны в табл. 5.2 и 5.3. Последняя буква, стоящая в маркировке, обозначает: L (Level-hold mode) — играет, пока подано питание, или S (One shot mode) — однократный запуск.

Типовые схемы включения звуковых синтезаторов показаны на рис. 5.7 и 5.8. Все они рассчитаны на непосредственную работу с высокоомной нагрузкой, которой является пьезоизлучатель. Для увеличения громкости звука рекомендуется подключать транзистор, как это показано.

Микросхемы серии УМС-7, УМС-11 имеют одинаковую внутреннюю структуру, аналогичные схемы и у УМС-8, УМС-9, УМС-10 —

Таблица 5.2. Время звучания мелодий у звуковых синтезаторов

Обозначение микросхемы	Оригинальное название мелодии (tone)	Перевод английского названия	Время звучания мелодии, с
BT802B-001	For Else	К Элизе	30
BT802B-003	Happy Birthday	С днем рождения	13
BT802B-004	Jingle Bell	Колокольчики звенят	12
BT802B-005	It's Small World	Этот маленький мир	21
BT802B-006	3 Children Song	3 детские мелодии	13
BT802B-007	Cuckoo Waltz	Кукушкин вальс	10
BT802B-008	London Bridge is Falling Down	Лондонский мост падает	16
BT802B-009	Trains Running Fast	Поезд едет быстро	11
BT802B-010	Love Me Tender Love Me True	Люби меня нежно, люби меня верно	38
BT802B-011	Love Story	История любви	23
BT802B-012	Old McDonald Had a Farm	Старая ферма Макдональда	25
BT802B-013	Jingle Bells/Santa Claus/We wish you a Merry Christmas	Мы желаем вам счастливого Рождества	28
BT802B-014	You are My Sunshine	Ты мое Солнце	12
BT802B-015	Santa Claus is Coming to Town	Санта Клаус приходит в ваш город	20
BT802B-016	Silent Night	Ночь молчания	26

все они могут подключаться, как это показано на рис. 5.8 (такие микросхемы достаточно полно описаны в литературе). При подключении к этим микросхемам усилителя следует учитывать, что выход с номером 14 более мощный и допускает ток до 20 мА. Поэтому усилительный транзистор лучше подключать именно к нему.

Таблица 5.3. Эквивалентная замена микросхем синтезаторов мелодий

Обозначение микросхемы		Оригинальное название исполняемой мелодии (топе)	Перевод английского названия
Вариант 1	Вариант 2		
BT66T-01	BT8028-13	We Wish You A Merry Christmas	Мы желаем вам счастливого Рождества
BT66T-02	BT8028-04	Jingle Bell	Колокольчики звенят
BT66T-03	BT8028-16	Silent Night	Ночь молчания
BT66T-06	BT8028-15	Santa Claus Is Coming To Town	Санта Клаус приходит в ваш город
BT66T-07	BT8028-14	You Are My Sunshine	Ты мое Солнце
BT66T-08	BT8028-03	Happy Birthday	С днем рождения
BT66T-11	BT8028-10	Love Me tender Love Me True	Люби меня нежно, люби меня верно
BT66T-12	BT8028-11	Love Story	История любви
BT66T-17	BT8028-13	We Wish You A Merry Christmas	Мы желаем вам счастливого Рождества
BT66T-19	BT8028-01	For Elise	К Элизе
BT66T-24	BT8028-17	Twinkle Twinkle Little Star	Мерцай, мерцай, маленькая звезда
BT66T-30	BT8028-08	London Bridge Is Falling Down	Лондонский мост падает
BT66T-32	BT8028-07	Cuckoo Waltz	Кукушкин вальс
BT66T-33	BT8028-12	Old Macdonald Had A Farm	Старая ферма Макдональда
BT66T-34	BT8028-09	Train Is Running Fast	Поезд едет быстро
BT66T-68	BT8028-05	Its a small world	Этот маленький мир

Время звучания фрагмента мелодии у микросхем серии УМС составляет 10...20 с, после чего все циклически повторяется. Очередное нажатие кнопки «Выбор» позволяет переключать мелодии из тех, что записаны в памяти. Мелодии могут переключаться и автоматически, но для этого схему включения придется немного изменить (эти варианты уже публиковались в предыдущих книгах).

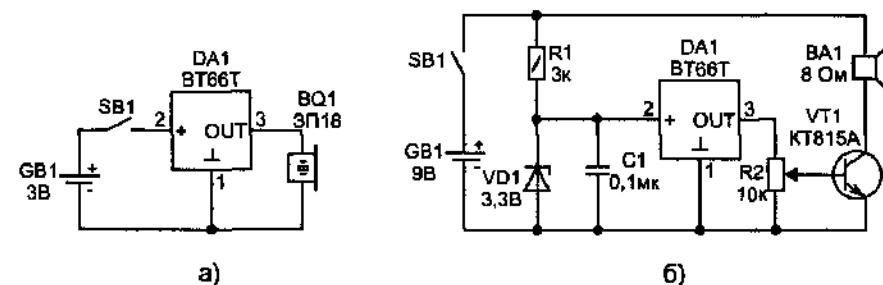


Рис. 5.7. Типовые схемы включения сигнализаторов из серии BT8028 и BT66T

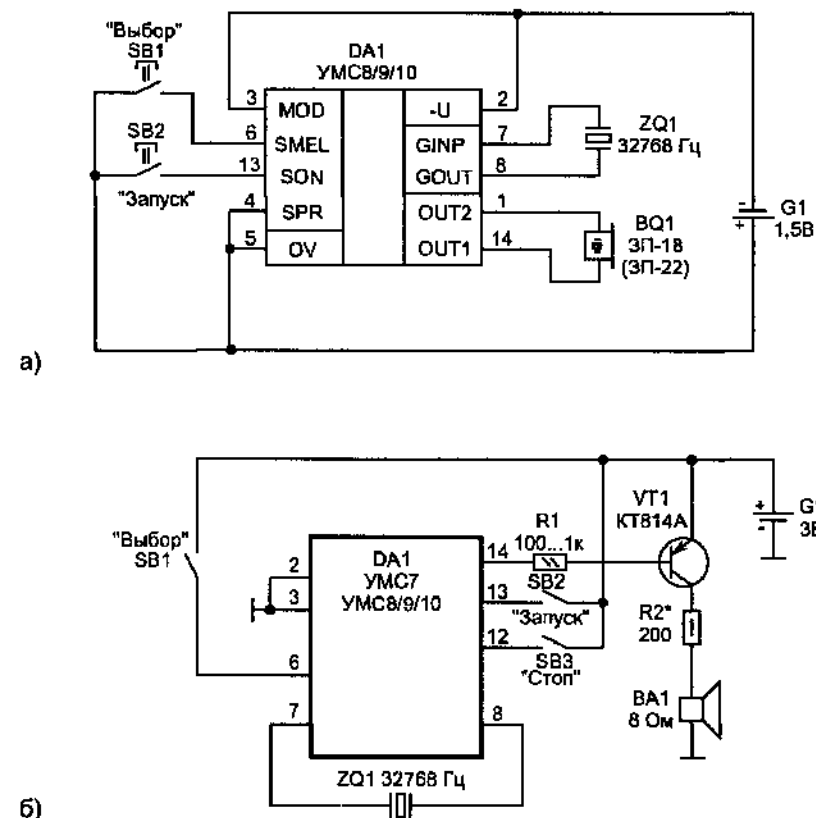


Рис. 5.8. Типовые схемы включения сигнализаторов из серии УМС

Музыкальный звонок

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Это устройство является самым простым и экономичным из всех, что опубликованы в литературе. В основном такой звонок предназначен для использования в качестве квартирного, хотя может найти и другие применения, например в игрушках или как звонок будильника.

Схема выполнена на основе микросхемы музыкального синтезатора BT66T-2L (рис. 5.9). Внутри у нее есть RC-генератор и формирователь мелодии, которая состоит из 127 нот и периодически повторяется. Элементы C1, R2, VT1, VT2 задают время работы зву-

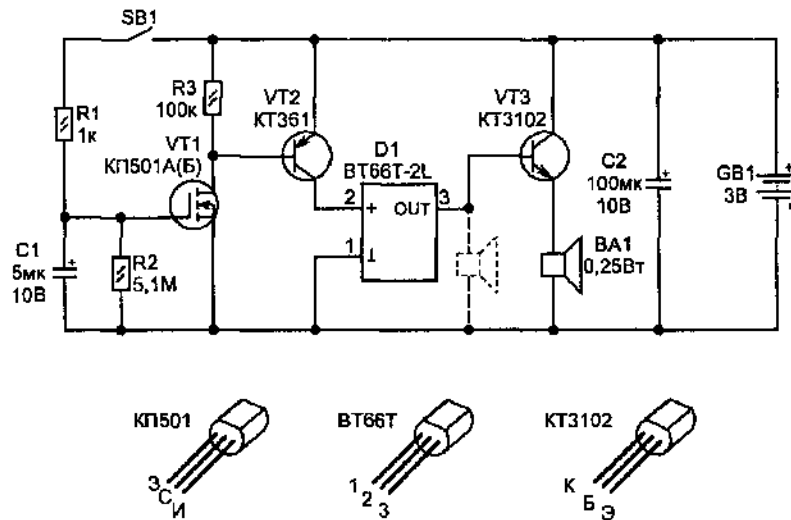


Рис. 5.9. Электрическая схема музыкального звонка

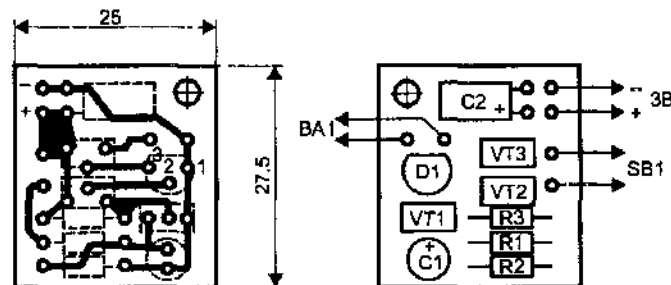


Рис. 5.10. Топология печатной платы и расположение элементов

ка, а VT3 — усилитель мощности. Последний транзистор устанавливается, только если надо увеличить громкость работы звукового излучателя (BA1 можно подключать непосредственно к выходу синтезатора, как это показано пунктиром).

После нажатия на кнопку SB1 время звучания сигнала зависит от емкости C1 и сопротивления R2 (с указанными на схеме номиналами составляет примерно 2...3 с). При желании можно увеличить время звучания, увеличив C1.

Питание осуществляется от двух гальванических элементов по 1,5 В. В режиме ожидания энергопотребление практически равно нулю, так как все транзисторы находятся в закрытом состоянии (будет равняться току утечки конденсатора C2), поэтому выключатель не требуется.

Для монтажа элементов можно воспользоваться печатной платой, показанной на рис. 5.10. Детали подойдут любые.

Звонок для лазерной указки

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Данное устройство позволяет найти полезное применение любой лазерной указке. Оно может использоваться для развлечения в качестве игры-тира или для дистанционного оповещения в жилых домах, где установлены металлические двери — в этом случае приемник оптического сигнала устанавливается за окном в тени, рис. 5.11. Для того чтобы зазвучал звонок, достаточно направить луч лазерной указки на фотодиод приемника.

Как показал опыт практической эксплуатации, при дневном освещении устройство нормально работает даже на расстоянии выше 5 этажа.

Электрическая схема приемника оптического сигнала приведена на рис. 5.12. Она достаточно простая. В качестве



Рис. 5.11. Расположение приемника при использовании устройства в качестве звонка

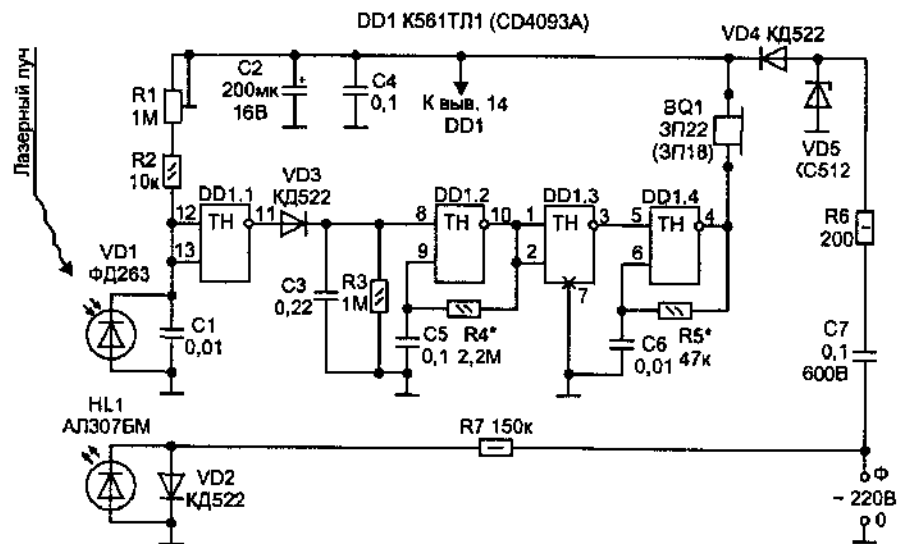


Рис. 5.12. Схема звонка для лазерной указки

датчика оптического излучения используется фотодиод VD1. При попадании луча на фотодиод — на выходе элемента DD1.1 появится лог. 1, которая и запускает два связанных между собой генератора. Генератор на элементе DD1.2 обеспечивает прерывистую работу второго генератора на DD1.4, работающего на резонансной частоте пьезоизлучателя BQ1.

О деталях. Подстроечный резистор R1 типа СПЗ-38а или СПЗ-19а (б). Остальные резисторы и конденсаторы могут применяться любые малогабаритные. Вместо фотодиода ФД263 можно использовать подобные, подойдут также и фототранзисторы КТФ102, 104.

Для монтажа можно воспользоваться печатной платой, приведенной на рис. 5.13. Схема помещается во влагозащищенный корпус, в котором проделывается небольшое окно под светодиод и индикаторный светодиод. Светодиод показывает направление для луча и одновременно сигнализирует о работе устройства. Фотодиод и светодиод помещаются в небольшой тубус, чтобы исключить попадание на них прямых солнечных лучей.

Схема питается непосредственно от сети и требует осторожности при проверке и настройке. Настройка схемы заключается в установке чувствительности фотодатчика подстроечным резистором R1 при дневном свете так, чтобы устройство «молчало». Таким

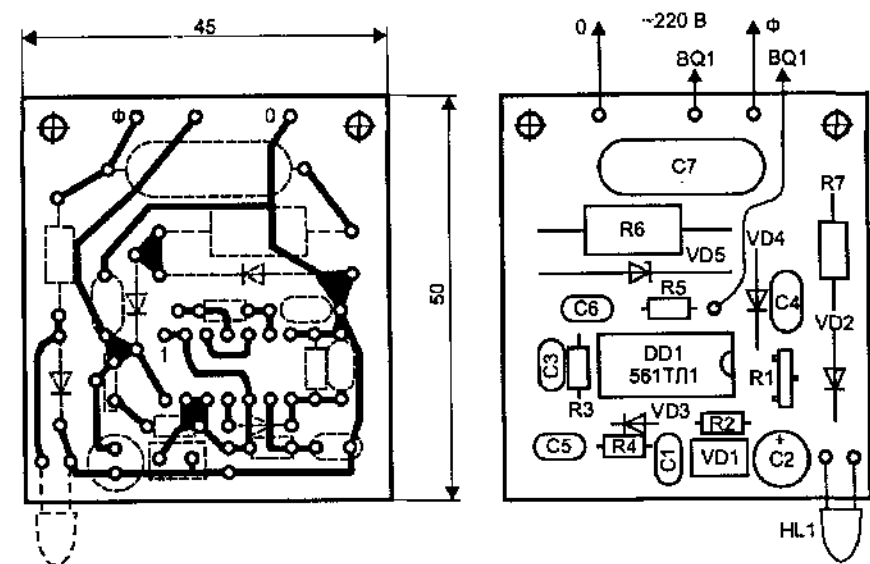


Рис. 5.13. Топология печатной платы и расположение элементов

образом, устанавливается уровень допустимой внешней засветки. Далее направляем любой источник ИК-излучения на фотодатчик и настраиваем период повторения звукового сигнала (R4) и тональность звука (R5). Звуковая частота подстраивается резистором R5 по максимальной громкости звука.

Электронная настройка для УКВ-приемника

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

В домашних условиях, при самостоятельной сборке радиоприемника, возникает проблема изготовления для него шкалы настройки. Наличие шкалы делает более удобным эксплуатацию радиоприемника. В простых конструкциях настройку приемника на станции часто выполняют при помощи многооборотных переменных резисторов, которые к тому же недолговечны, так как не имеют защиты от грязи и пыли. В этой статье предлагается вариант реализации электронной настройки на нужные частоты (при помощи одних кнопок). При этом удастся обойтись без переменного резистора и легко выполнить шкалу настройки.

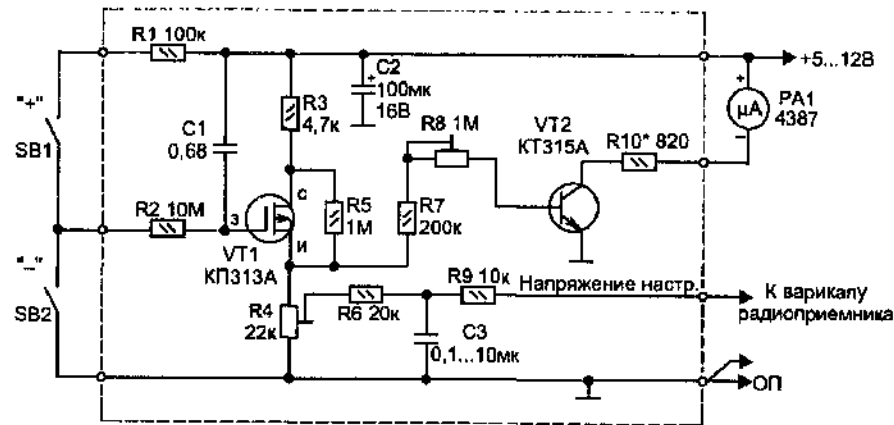


Рис. 5.14. Схема для электронной настройки приемника при помощи кнопок

Простое устройство для этих целей приведено на рис. 5.14. Схема необычна и обладает такими преимуществами, как плавность настройки и долговечность. Предусмотрена возможность подключения ее к дистанционному управлению на ИК-лучах (об этом рассказано в разделе 3).

Основой схемы является полевой транзистор типа КП313, к затвору которого подключен конденсатор С1, выполняющий функцию ячейки памяти. При замыкании одной из кнопок (SB1, SB2) управления напряжение на затворе VT1 по мере заряда (разряда) конденсатора С1 через резистор R2 будет либо увеличиваться, либо уменьшаться. Если ни одна из кнопок не нажата, то С1 хранит потенциал (он должен быть подобран с как можно меньшим током утечки). От величины напряжения на затворе VT1 зависит напряжение на истоке, которое через резисторы R6, R9 подается на варикапы настройки приемника и индикатор шкалы. Резистор R4 устанавливает верхний предел подаваемого на варикапы напряжения. Перестройка напряжения осуществляется в диапазоне 0,2...3 В.

Индикация шкалы выполнена при помощи стрелочного микроамперметра РА1 типа МА4387. Такие индикаторы применялись для контроля уровня сигналов в старых магнитофонах, например, в «Юпитере» и ему подобных. Сам индикатор аккуратно вскрываем и ножом стираем ненужные обозначения, после чего наносим другие. Границы диапазона отклонения стрелки прибора зависят от подстроечного резистора R8 и резистора в цепи коллектора транзистора VT2 — R10. Их подбор выполняется в последнюю очередь.

Конденсатор С1 лучше применять металлопленочный или оксидный, остальные конденсаторы и резисторы могут быть любые малогабаритные.

УКВ-радиоприемник можно использовать, например, опубликованный в книге 4 этой же серии [8, рис. 3.18]. Он хорошо зарекомендовал себя при эксплуатации. Доработка заключается в удалении там резисторов R6, R5 и подключении к варикапу VD1 новой схемы.

После сборки предыдущей конструкции мы можем пойти еще дальше в совершенствовании нашего приемника. Давайте полностью исключим переменные резисторы из своей конструкции, т. е. и в звуковом усилителе заменим обычный резистор электронным регулятором громкости.

На рис. 5.15 показан вариант схемы для электронного управления громкостью. Сам узел управления аналогичен тому, что описан для настройки УКВ-приемника и работает так же (нажимая кнопки «+» и «-», можно изменять уровень сигнала). Только управляющее напряжение подается на каскад предварительного НЧ-усилителя, в котором полевой транзистор VT2 управляет коэффициентом усиления каскада.

О деталях. Следует обратить внимание на конденсатор С3 — он должен быть с как можно меньшим током утечки (подойдут любые керамические). Вместо полевого транзистора VT2 типа КП103 можно поставить КП501, но тогда резистор R2 необходимо уменьшить до 4,7 кОм.

Идущие к кнопкам SB1 и SB2 провода должны иметь минимальную длину. Кнопки подойдут любые малогабаритные (вместо кнопок можно установить сенсорные площадки). Скорость изменения громкости при регулировке зависит от величины резистора R4 — его можно подобрать экспериментально.

Настройка схемы заключается в следующем. Подключаем правильно собранное устройство к приемнику и входу УНЧ. Ползунком резистора R6 ставим в верхнее по схеме положение. Кнопкой SB1 заряжаем конденсатор С3 до максимума, что будет соответствовать верхнему пределу громкости. Резистором R1 подбираем номинал, при котором в УНЧ не будет искажений и захлебывания динамика. Затем резистором R6 более точно устанавливаем верхнюю и нижнюю громкость. Нижний предел контролируем при разряде С3 кнопкой SB2. Затем кнопкой увеличиваем громкость до верхнего предела и, если она не соответствует максимальной — уменьшаем

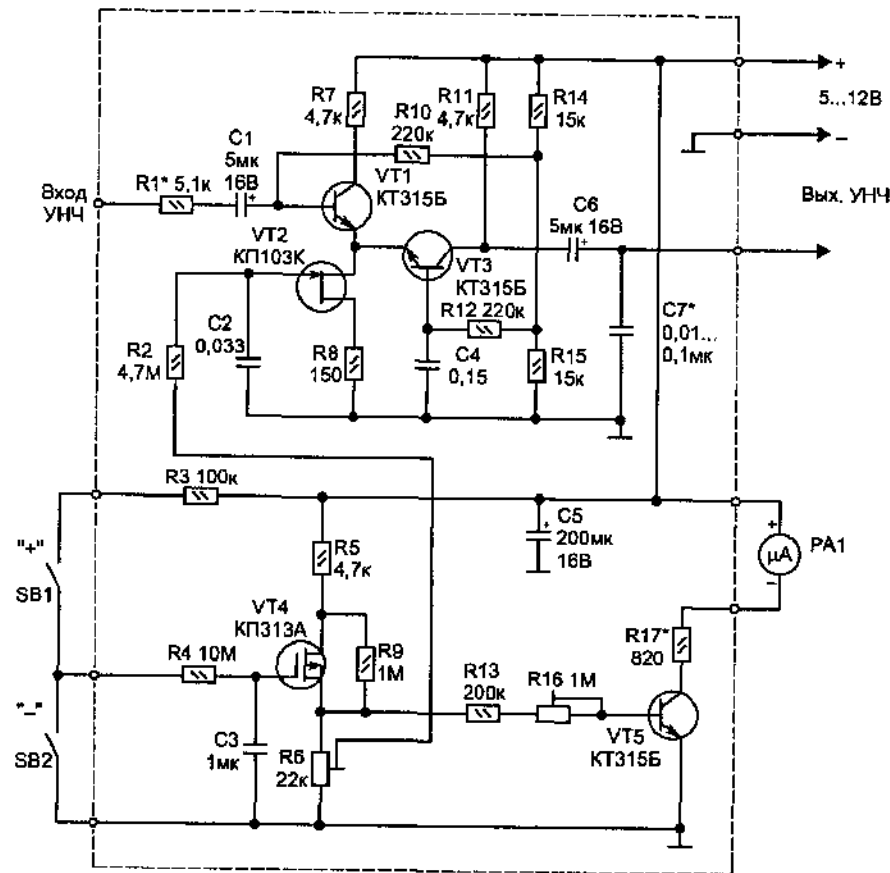


Рис. 5.15. Схема управления громкостью работы приемника при помощи двух кнопок

R1 до нужной величины. После этих операций регулируем шкалу индикатора уровня громкости (PA1) резисторами R16, R17.

Звуковой усилитель с электронным регулятором громкости

Малышев С. Ю.

г. Мариуполь

Этот звуковой усилитель обеспечивает выходную мощность до 1 Вт (рис. 5.16). Он может использоваться с любым стационарным радиоприемником. В отличие от других схем, здесь предусмотрена

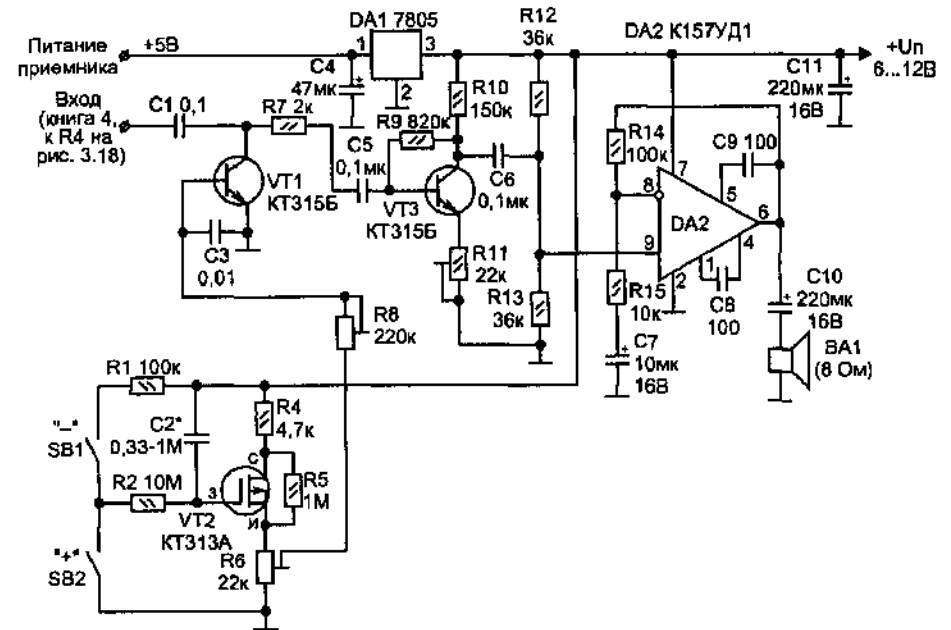


Рис. 5.16. Усилитель звуковой частоты с электронным регулятором громкости

регулировка громкости при помощи двух кнопок, аналогично, как это уже описано в предыдущих конструкциях. Для регулятора громкости используется делитель напряжения, который образуется выходным сопротивлением предыдущего каскада и сопротивлением перехода эмиттер-коллектор транзистора VT1. Сопротивление транзистора сильно зависит от напряжения, которое подается на его базу (чем большее напряжение поступает на базу, тем меньше его сопротивление и соответственно меньше будет громкость), то есть он выполняет роль переменного резистора.

Настройка схемы заключается в регулировке подстроечных резисторов. Регулятором R8 устанавливаем верхний предел громкости, а R6 — нижний. Резистором R11 уменьшаем уровень сигнала так, чтобы на максимальной громкости не было бы заметных на слух искажений.

Примечание

Чтобы уменьшить габариты оконечного усилителя, но при этом сохранить возможность регулировать уровень звука при помощи кнопок, можно воспользоваться специально разработанной

для этих целей микросхемой фирмы Филипс (Philips) — TDA8551, рис. 5.17. Это оконечный усилитель с выходной мощностью 1 Вт (на нагрузке 8 Ом), который может работать в диапазоне питающих напряжений 2,7...5,5 В (номинальным является 5 В, при этом потребляемый ток без входного сигнала не превышает 10 мА).

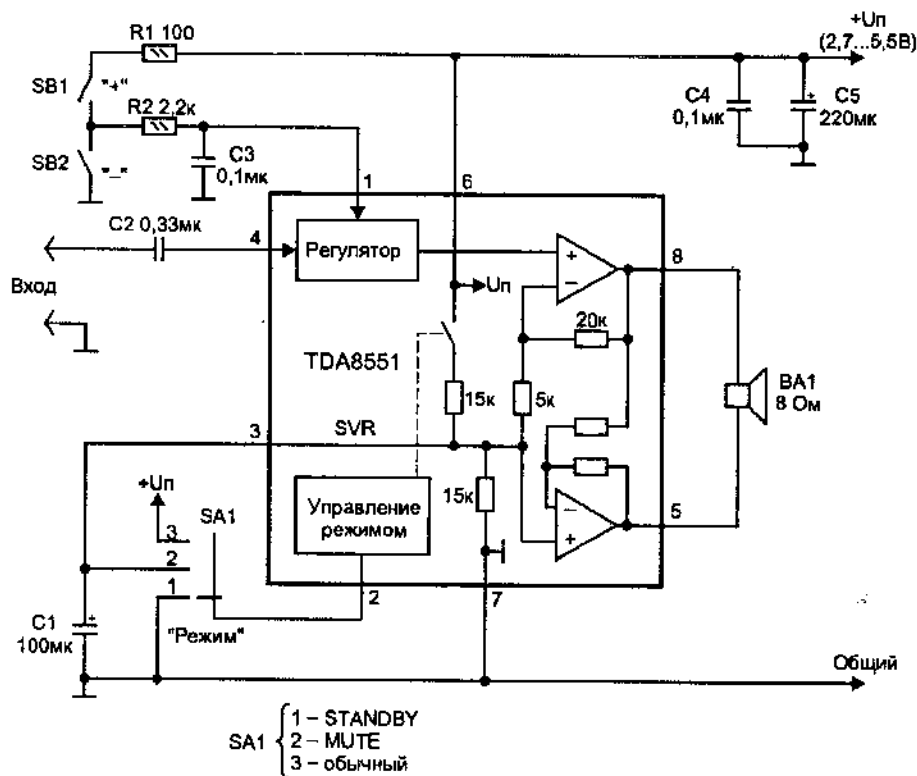


Рис. 5.17. Включение низковольтного звукового усилителя на микросхеме TDA8551

Микросхема TDA8551 изготовлена по CMOS-технологии и внутри имеет электростатическую и тепловую защиту, режим управления включением пониженного потребления — STANDBY (когда на вывод 2 подается уровень питания). Может также использоваться режим MUTE для уменьшения искажений и помех в сигнале.

Входное сопротивление усилителя не менее 15 кОм. Дифференциальный выход позволяет не только увеличить уровень выход-

ного сигнала при низковольтном питании, но и подключать динамик без разделительных конденсаторов.

Регулировка усиления производится при помощи двух кнопок: "+" (SB1) и "-" (SB2). Изменение уровня идет дискретно (шагами по 1,25 дБ), пока соответствующая кнопка нажата. Цепь из элементов R2-C3 является фильтром от помех, а резистор R1 защищает источник питания от короткого замыкания при случайном нажатии одновременно двух кнопок.

Микросхема выпускается в стандартных пластмассовых корпусах: TDA8551 — DIP-8 (для обычного монтажа), TDA8551T — SO-8 (для поверхностного монтажа на плату). При выборе корпуса следует учитывать, что вариант SO-8 имеет ограничение по выходной мощности 0,8 Вт (из-за худшего теплоотвода).

Дополнительная литература

1. Таранов Л. И., Филиппова И. А. Серебряная вода: метод Таранова. — СПб.: «ДИЛЯ», 2002.
2. Кульский Л. А. «Серебряная вода». — Киев: Наукова думка, 1968.
3. Справочник по элементарной химии. Под ред. А. Т. Пилипенко — Киев: Наукова думка, 1985.
4. Жигулев В. «Серебряная» вода — своими руками. — М.: Радио, 1998, № 12, с. 5.
5. Шустов М. А. Практическая схемотехника. 450 полезных схем радиолюбителям. Книга 1. — М.: Альтекс-А, 2001.
6. Сорокоумов В. И снова «серебряная» вода... — М.: Радио, 2003, № 5, с. 38.
7. Шелестов И. П., Семенов Б. Ю. Путеводитель в мир электроники. Книга 1. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
8. Шелестов И. П. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 4. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003.



Это полезно знать

Все знать невозможно, но хочется. От того, насколько большим объемом информации владеет человек, зависят его возможности. Это справедливо и для всей человеческой цивилизации. Сегодня окружающий нас мир становится все более открытым и интернациональным. Не является исключением и радиоэлектроника. На нашем рынке стали вполне доступны большинство зарубежных электронных компонентов, но в продаже не всегда есть именно то, что необходимо. Поэтому довольно полезно знать возможные варианты замены. Здесь вы найдете такую информацию для часто используемых компонентов.

Начинающие радиолюбители познакомятся с тем, как можно легко проверить большинство радиодеталей при помощи простейших приспособлений и приборов. Вы также узнаете некоторые «секреты» ремонта устройств.

Допустимые варианты замены радиодеталей

При ремонте промышленной радиоаппаратуры целесообразность замены иногда может быть продиктована не только отсутствием «родных» элементов, но и неоправданно высокой их ценой. Иногда встречается парадоксальная ситуация — лучшие по параметрам современные компоненты стоят существенно дешевле своих старых «братьев». Если в конкретной схеме указан какой-то один тип транзистора, диода или микросхемы, то это не значит, что обязательно надо ставить именно это. Конструкция будет работать и при эквивалентной замене — другим элементом с аналогичными параметрами.

Забегая вперед, можно сказать, что многие устройства (по крайней мере из тех, что приведены в книгах этой серии) будут нормально работать и с элементами, не являющимися прямыми аналогами по справочным характеристикам, но для выполнения таких замен требуется понимание работы конкретного устройства и опыт настройки схем. Пока же познакомимся с вариантами замены рас-

пространенных элементов отечественного и зарубежного производства. Конечно, этот список далеко не полный и охватывает только наиболее популярные компоненты, но все равно он вам пригодится при повторении схем, взятых из Интернета или ремонте радиоаппаратуры.

Зарубежные диоды и их отечественные аналоги

Тип зарубежного диода	Отечественный аналог	Тип зарубежного диода	Отечественный аналог	Тип зарубежного диода	Отечественный аналог
1N34	Д2, Д9	1N2238(A)	Д248Б	1N2487	Д229Л
1N914, ECG109	КД510А	1N2239(A)	Д248Б	1N2505	КД105Г
		1N2246(A)	Д305	1N2610	Д229Ж
1N2023	Д245	1N2247(A)	Д305	1N2611	КД205Л
1N2025	Д246	1N2248(A)	Д242	1N2612	Д229К
1N2069А	КД205Л	1N2249(A)	Д242	1N2613	Д229Л
1N2070(A)	Д229Л	1N2250(A)	Д243		
1N2073	Д229Ж	1N2251(A)	Д243	1N2638	КД208А
1N2080	КД204В	1N2252(A)	Д245	1N2786	Д243
1N2082	КД205Г	1N2253(A)	Д245	1N2793	Д305
1N2083	КД205В	1N2254(A)	Д246	1N2847	КД208А
1N2084	КД205Б	1N2255(A)	Д246	1N2859	Д229Ж
1N2085	КД205А	1N2256(A)	КД206Б	1N2860	КД205Л
1N2086	КД205Ж	1N2257(A)	КД206Б	1N2862	Д229Л
1N2091	Д229Ж	1N2258(A)	КД206В	1N2878	КД205И
1N2092	КД205Л	1N2259(A)	КД206В	1N2879	КД205И
1N2093	Д229К	1N2260(A)	КД210Б		
1N2094	Д229Л	1N2261	КД210Б	1N4001	КД243А
1N2104	Д229Ж	1N2289(A)	КД208А	1N4002	КД243Б
1N2105	КД205Л	1N2290	Д304	1N4003	КД243В
1N2106	Д229К	1N2290А	КД208А	1N4004	КД243Г
1N2107	Д229К	1N2350	Д303	1N4005	КД243Д
1N2230(A)	Д243Б	1N2373	Д211	1N4006	КД243Е

Продолжение таблицы

Тип зарубежного диода	Отечественный аналог	Тип зарубежного диода	Отечественный аналог	Тип зарубежного диода	Отечественный аналог
1N2231(A)	Д243Б	1N2374	МД218	1N4007	КД243Ж
1N2232(A)	Д245Б	1N2391	КД208А		
1N2233(A)	Д245Б	1N2400	КД208А	1N4148	КД522
1N2234(A)	Д246Б	1N2409	КД208А	1N4933	КД247А
1N2235(A)	Д246Б	1N2418	КД208А	1N4934	КД247Б
1N2236	Д247Б	1N2482	КД205Л	1N4935	КД247В
1N2237(A)	Д247Б	1N2483	Д229Л	1N4936	КД247Г

Зарубежные биполярные транзисторы и их аналоги

Тип транзистора	Близкий аналог	Возможная замена
2N940	2Т208Ж	
2N1613, 2N1711	КТ630Г	2N1613, 2N2297, BFY51
2N1715	КТ630В	
2N2221	КТ3117А	2N4014, BSW64, КТ503Д, КТ645
2N2222А, 2N6428	КТ3117Б	2N4014, BSW64, КТ503Д, КТ645
2N2905	КТ3107Е	КТ814, 2N4037
2N2905А	КТ313Б	
2N2907	КТ313	2N4026, BSW24, ECG159
2N3055(А, Е, Н)	КТ738А	2N3713, 2N4239, BC300, BDY20, ECG128
2N3055S	КТ8150А	КТ819ГМ
2N3700	КТ630А	
2N3903	КТ3117А	
2N3904	КТ6137А	КТ3117А, 2N4401
2N3905	КТ3108Б	2N3906, КТ313А
2N3906	КТ6136А	КТ661А, КТ313В1, 2N4403
2N4123	КТ503А	2N4124, 2N4401, 2N3904

Продолжение таблицы

Тип транзистора	Близкий аналог	Возможная замена
2N4124	КТ503Б	2N4401, ECG123AP
2N4125	КТ502А	КТ313А1, 2N3905, 2N3906, MPS6517
2N4126	КТ502Б	КТ661А, 2N4125
2N4236	КТ830Г	2SA661, 2SA673А, LTC290А
2N4239	КТ831Г	2N3053, BC300, ECG128
2N4903	КТ814	MJ2955
2N4930	КТ505Б	
2N4931	КТ505А	КТ509, КТ9115А
2N4933	КТ927А	КТ921А
2N5086	КТ3107Б	КТ661А
2N5087	КТ3107К	КТ668В
2N5088, 2N5089	КТ3102Е	КТ638Б
2N5401	КТ6116А	MPSA92, MPSA93, ECG288
2N5551	КТ6117А	2N5175, ECG194
2N5589	КТ920А	КТ934Г
2N5590	КТ920Б	КТ934Д
2N5591	КТ920В	2N6083, 2SC1493, ECG351
2N5641	КТ922А	
2N5642	КТ922Б	SD1244, ECG359
2N5643	КТ922В	
2N6515	КТ504Б	
2N6516	КТ504В	
2N6517	КТ504А	
2N6518	КТ505Б	
2N6519, 2N6520	КТ505А	
2SC380	КТ315Г	2SC383, 2SC460, 2SC829, 2SC930, 2SC1675, 2SC2058
2SC388	КТ315Г	2SC386, 2SC388АТМ, 2SC1674, 2SC1687, 2SC1809, 2SC2999
2SC544	КТ315А1	2SC535, 2SC829, 2SC1674, 2SC1809, 2SC1923

Продолжение таблицы

Тип транзистора	Ближайший аналог	Возможная замена
2SC546	КТ315Б1	2SC535, 2SC1047, 2SC1923, 2SC1809
2SC945(О, R)	КТ3102А	2SC1815, 2SC1740, 2SC2308, 2SC2320, 2SC4641
2SC945(L, G, Y)	КТ3102Б	
2SC1618	КТ808БМ	2SD371, 2SD1486
2SC1619А	КТ808АМ	2SD371
2SC1815	КТ3102А	2SC458, 2SC945, 2SC1685, 2SC1740, 2SC1844, 2SC2320, 2SC2545, 2SC3330
2SC1815(L, BL, GR, Y)	КТ3102Б	2SC1740LN, 2SC2310, 2SC2320L, 2SC3331
BC119	КТ630Б	
BC140	КТ630Д	КТ9117Б
BC146	КТ315Ж	
BC237А	КТ3102А	КТ342А, 2N3904, 2N4401, MPSA06, КТ9111Б
BC237(В, С)	КТ3102Б	2N3904, КТ9111Г
BC238А	КТ645А	КТ3117А1
BC238(В, С)	КТ3102Б	
BC239(А, В, С)	КТ3102Д	
BC247, BC248	КТ3102А	
BC307А	КТ3107Б	2N4403, 2N3906, MPSA56
BC307(В, С)	КТ3107И	BC177А, BC257А
BC308А	КТ3107Г	
BC308Б	КТ3107Д	BC178А
BC308С	КТ3107К	
BC309А	КТ3107(Е, Ж)	BC252
BC309Б	КТ3107Ж	BC179Б
BC309С	КТ3107Л	
BC327, BC328	КТ686	2N3906, 2N4403
BC337, BC338	КТ660	
BC516	КТ686Ж	
BC517	КТ645А	
BC546А	КТ503Д	BC547

Продолжение таблицы

Тип транзистора	Ближайший аналог	Возможная замена
BC546(В, С)	КТ3117Б	
BC547А	КТ645А	BC548, BC807, КТ6117Б
BC547(В, С)	КТ3102БМ	BC548, BC807, КТ6117Г
BC548(А, В, С)	КТ3102БМ	
BC549(А, В)	КТ3102БМ	
BC549С	КТ3102ДМ	
BC550А	КТ3102АМ	
BC550(В, С)	КТ3102БМ	
BC556(А, В, С)	КТ502Д	
BC557А	КТ668Б	
BC557Б	КТ668В	
BC557С	КТ3107И	BC558С
BC558А	КТ3107Г	
BC558Б	КТ3107Д	
BC558С	КТ3107К	
BC559А	КТ3107Е	КТ313Г1
BC559Б	КТ3107Ж	КТ313Г1
BC559С	КТ3107Л	КТ313Г1
BC560А	КТ313В1	КТ668Б, КТ6112Б
BC560(В, С)	КТ668В	КТ3107И
BD130	КТ819(БМ, ГМ)	
BD135	КТ815Б	КТ683Д, КТ943А
BD136	КТ814Б	
BD137	КТ815В	BD139
BD138	КТ814В	BD140
BD139	КТ815Г	
BD140	КТ814Г	
BD142	2Т819Б	
BD202	КТ818Б	
BD203	КТ819Г	
BD204	КТ818В	
BD233	КТ817Б	КТ815Б, КТ943А
BD234	КТ816Б	

припаять еще один с таким же номиналом. Но иногда бывает необходимо измерить номинал самой емкости.

Многие цифровые тестеры обеспечивают возможность измерения конденсаторов в диапазоне от 2000 пФ до 2000 мкФ. В большинстве случаев этого достаточно, но проблемы возникают, когда приходится иметь дело со значениями, значительно выходящими за рамки указанного диапазона. Тут нужен специальный прибор, который есть не у всех. Для измерения конденсаторов можно воспользоваться косвенным методом, для чего потребуется изготовить простые приставки.

Для малых номиналов емкости воспользуемся схемой автогенератора на основе универсального аналогового таймера типа LMC555, выполненного по КМОП-технологии (или его аналогов TLC555, TS555, KA555, ICM7555 и др.), рис. 6.1, и частотомером (частотомеры есть даже в некоторых современных цифровых тестерах). Необходимый уровень выходного сигнала для работы частотомера можно установить резистором RP1.

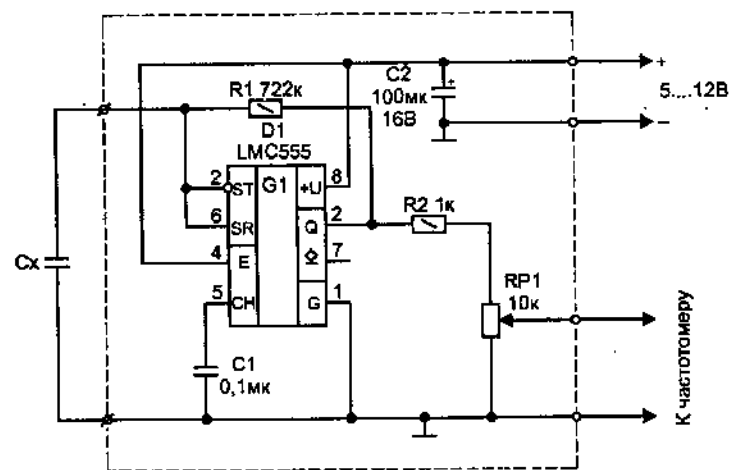


Рис. 6.1. Схема для проверки конденсаторов емкостью от 1 до 1000 пФ

Как работает микросхема, было подробно описано в книге 5 из этой же серии. Частота такого автогенератора определяется по формуле:

$$F = 0,722 / (R1 \cdot C_x),$$

где R1 — в Ом, C_x — пФ.

При номинале резистора R1 = 722 кОм формула приобретает более удобный для расчетов вид:

$$F = 1 / (C_x \cdot 10^6) \quad \text{или} \quad C_x = 1 / (F \cdot 10^6).$$

В этом случае для подключенных разных внешних конденсаторов будут получаться частоты:

$$C_x = 10000 \text{ пФ} \rightarrow F = 100 \text{ Гц},$$

$$C_x = 1000 \text{ пФ} \rightarrow F = 1000 \text{ Гц},$$

$$C_x = 200 \text{ пФ} \rightarrow F = 5000 \text{ Гц},$$

$$C_x = 100 \text{ пФ} \rightarrow F = 10000 \text{ Гц}.$$

Следует отметить, что если измеряемый конденсатор не подключать, то на выходе генератора все равно будут присутствовать импульсы в виде меандра (частота 125,2 кГц получилась для указанной на схеме микросхемы). Это говорит о наличии емкости монтажа, которая в данном случае составляет 8 пФ. Емкость монтажа схемы автогенератора следует учитывать при измерении внешних малых номиналов емкостей, т. е. вычитать ее значение из полученного результата.

Электролитические конденсаторы со временем могут высохнуть (теряют емкость) от воздействия тепла, выделяемого близко расположенными силовыми элементами. Некоторые цифровые тестеры позволяют измерить конденсаторы с номиналом до 1000 мкФ. Емкости 1000 мкФ и более можно проверять путем измерения времени их разряда. Для чего подключаем конденсатор к источнику напряжения 12 В по схеме, рис. 6.2.

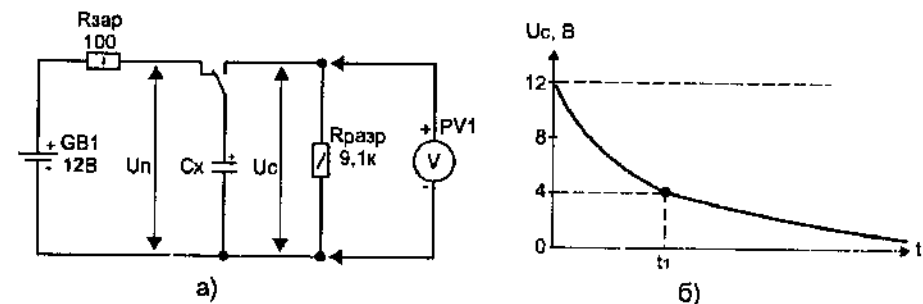


Рис. 6.2. Схема подключения для проверки конденсаторов большой емкости (а) и форма напряжения на конденсаторе при разряде (б)

Резистор $R_{зар}$ ограничивает бросок тока при заряде конденсатора, а разряд производим через резистор $R_{разр}$ (номинал его 9,1 кОм выбран специально для удобства проведения дальнейших расчетов). Как известно, напряжение на конденсаторе при разряде уменьшается по экспоненте: $U_c = U_n \cdot \exp(-t/R_p C_x)$.

Откуда в результате математических преобразований для значений $U_c = 4$ В, $U_n = 12$ В, $R_{разр} = 9100$ Ом получаем простую зависимость времени (t_1 — в секундах) от значения измеряемой емкости (C_x — в мкФ):

$$t_1 = -\ln(1/3) \cdot C_x R_{разр} = 1,1 \cdot C_x \cdot 9100 = 10010 \cdot C_x .$$

Теперь переключаем цепь конденсатора C_x тумблером SA1 на разряд через резистор R_p и по секундомеру засекаем время, в течение которого напряжение на конденсаторе уменьшится до 4 В. Измеренное время в секундах умножаем на 10 — мы получим значение емкости в тысячах микрофард. А чтобы сам вольтметр не вносил погрешность в результаты измерений, он должен быть цифровым. Точности такого измерения вполне достаточно для практического применения.

Кроме непосредственно емкости, у конденсаторов больших номиналов есть еще один важный параметр, который следует тоже учитывать — ток утечки. Главным недостатком «электролитов» является значительный ток утечки (и чем больше емкость, тем он больше). Но так как закон Ома никто не отменял, ток утечки зависит и от рабочего напряжения. Считается, что все в норме, если ток утечки (в мкА) не превышает величины:

$$I = 0,03 \cdot C \cdot U_p + 40,$$

где C — емкость конденсатора (мкФ);

U_p — рабочее напряжение на конденсаторе (В).

Проверить величину тока утечки можно при помощи схемы на рис. 6.3. Для такого измерения потребуется цифровой вольтметр, показания которого считываются при нажатой кнопке SB1. Его измеренные значения связаны с током утечки $I = U \cdot R$ (100 мВ будет соответствовать току 1 мкА). По этой же схеме включения можно определить полярность электролитов, если в этом есть сомнения. Если к конденсатору приложено напряжение правильной полярностью, то ток утечки будет в 10...100 раз меньше.

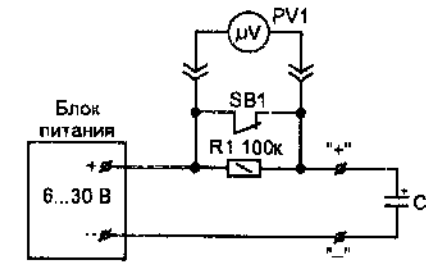


Рис. 6.3. Схема подключения для проверки тока утечки у полярных конденсаторов

Несколько слов стоит сказать о полярных (оксидных) конденсаторах большой емкости, уже бывших в употреблении. Вообще-то старые (выпущенные 10 и более лет назад) полярные конденсаторы лучше вообще не использовать, так как это сильно снижает надежность устройства. У них встречаются три вида дефектов, и все их можно обнаружить при ремонте радиоаппаратуры, даже не выпаивая элемент из платы. Неисправности указаны в порядке вероятности появления:

- 1) «высох» электролит, из-за чего емкость уменьшается в тысячи раз, что эквивалентно ее отсутствию. Этот дефект можно выявить временной подпайкой параллельно к проверяемому конденсатору еще одного конденсатора;
- 2) большой ток утечки, приводящий к перегреву корпуса (возможна даже его деформация). Такой дефект легко обнаружить уже после 5 минут работы устройства;
- 3) короткое замыкание выводов — выявляется прозвонкой любым тестером.

Трансформаторы и дроссели

Наиболее частая причина выхода из строя трансформаторов (и дросселей) — их пробой или короткое замыкание витков в обмотке или обрыв выводов. Обрыв цепи катушки или наличие замыканий между изолированными по схеме обмотками можно обнаружить при помощи любого тестера. Но если катушка имеет большую индуктивность (т. е. состоит из большого числа витков), то цифровой мультиметр в режиме омметра вас может обмануть (показать бесконечно большое сопротивление, когда цепь все же есть) — для таких измерений «цифровик» не предназначен. В этом случае надежнее аналоговый стрелочный омметр.

Если проверяемая цепь есть, это еще не значит, что все в норме. Убедиться в том, что внутри обмотки нет коротких замыканий между слоями, приводящих к перегреву трансформатора, можно по значению индуктивности, сравнив ее с аналогичным изделием.

Когда такой возможности нет, можно воспользоваться другим методом, основанном на резонансных свойствах цепи. От перебиваемого генератора подаем синусоидальный сигнал поочередно на обмотки через разделительный конденсатор и контролируем форму сигнала во вторичной обмотке, рис. 6.4. Если внутри нет межвитковых замыканий, то форма сигнала не должна отличаться от синусоидальной во всем диапазоне частот. Находим резонансную частоту по максимуму напряжения во вторичной цепи. Короткозамкнутые витки в катушке приводят к срыву колебаний в LC-контуре на резонансной частоте. У трансформаторов разного назначения рабочий частотный диапазон отличается — это надо учитывать при проверке:

- сетевые питающие 40...60 Гц;
- звуковые разделительные 10...20 000 Гц;
- для импульсного блока питания и разделительные . . 13...100 кГц.

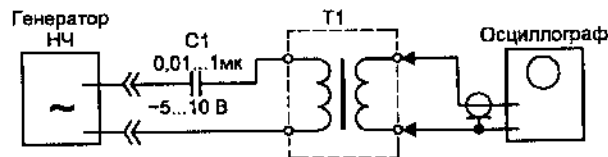


Рис. 6.4. Определение работоспособности трансформатора

Импульсные трансформаторы обычно содержат малое число витков. При самостоятельном изготовлении убедиться в их работоспособности можно путем контроля коэффициента трансформации обмоток. Для этого подключаем обмотку трансформатора с наибольшим числом витков к генератору синусоидального сигнала на частоте 1 кГц. Эта частота не очень высокая и на ней работают все измерительные вольтметры (цифровые и аналоговые), в то же время она позволяет с достаточной точностью определить коэффициент трансформации (такими же они будут и на более высоких рабочих частотах). Измерив напряжение на входе и выходе всех других обмоток трансформатора, легко посчитать соответствующие коэффициенты трансформации: $K = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$.

Диоды и фотодиоды

Любой стрелочный (аналоговый) омметр позволяет проверить прохождение тока через диод (или фотодиод) в прямом направлении — когда «+» тестера приложен к аноду диода. Обратное включение исправного диода эквивалентно разрыву цепи.

Цифровым прибором в режиме омметра проверить переход не удастся. Поэтому у большинства современных цифровых мультиметров есть специальный режим проверки p-n-переходов (на переключателе режимов он отмечен знаком диода). Такие переходы есть не только у диодов, но и фотодиодов, светодиодов, а также транзисторов. В этом режиме «цифровик» работает как источник стабильного тока величиной 1 мА (такой ток проходит через контролируемую цепь) — что совершенно безопасно. При подключенном контролируемом элементе прибор показывает напряжение на открытом p-n-переходе в милливольтках: для германиевых 200...300 мВ, а для кремниевых 550...700 мВ. Измеренное значение может быть не более 2000 мВ.

Высоковольтные диодные столбы таким способом проверить не удастся, так как они состоят из многих последовательно включенных диодов. Суммарное падение напряжения на переходах может составлять десятки вольт. Для их контроля потребуется источник питания с напряжением большим, чем падение напряжения на переходах, рис. 6.5 (обычно достаточно от источника 30...40 В).

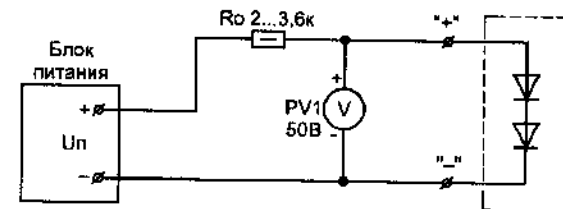


Рис. 6.5. Схема подключения для проверки высоковольтных диодов

Для фотодиода простая проверка p-n-перехода тестером не позволяет выявить такой довольно редкий дефект, как потеря фоточувствительности (бывает вызвано старением). Убедиться в работоспособности такого элемента можно путем засветки его мощной лампой (60...100 Вт) с расстояния 10...20 см и измерения на выводах напряжения фотоЭДС цифровым вольтметром, которое сравниваем с заведомо исправным фотодиодом.

Стабилитроны и стабисторы

Как вы знаете, стабилитрон — это тот же диод, но с более точной (нормированной) обратной характеристикой. Большинство из них и проверяются как диоды. Но не все исправные стабилитроны удастся прозвонить тестером (мультиметром). Например, симметричные и прецизионные имеют особенности внутреннего строения, показанные на рис. 6.6, не позволяющие это сделать. Для их проверки потребуется источник напряжения, уровень которого превышает напряжение стабилизации хотя бы на 1/3. К источнику стабилитрон подключается через добавочный токоограничивающий резистор (R_0) с номиналом 1...2 кОм, рис. 6.7.

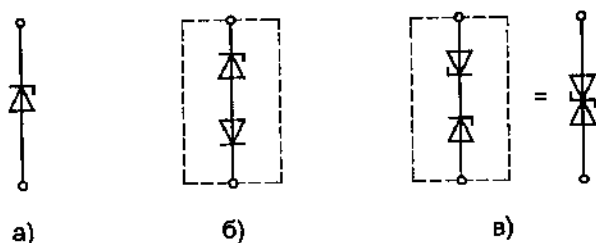


Рис. 6.6. Внутреннее строение стабилитронов: а — обычный, б — прецизионный, в — симметричный

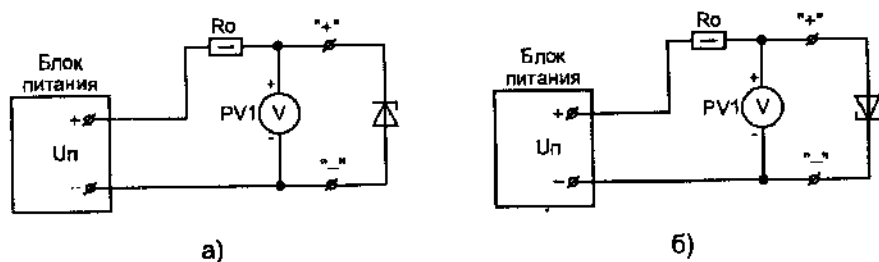


Рис. 6.7. Схема подключения для проверки любого стабилитрона (а) и стабистора (б) к источнику напряжения

Максимальный ток стабилизации можно узнать по справочнику — его превышать нельзя. Большинство распространенных стабилитронов имеют номинальный ток стабилизации 1...30 мА, но начинают стабилизировать напряжение уже при минимальном токе в 0,5...1 мА.

Удобнее всего проверять стабилитроны, если у вас есть источник стабилизированного тока — нужно всего 1...10 мА. При 1 мА

можно проверять практически любой стабилитрон. В этом случае стабилитрон или стабистор подключается прямо к источнику тока (добавочный резистор не ставится) — на исправном элементе будет номинальное напряжение стабилизации, которое лучше измерять цифровым вольтметром.

Светодиоды и цифровые индикаторы на их основе

Большинство светодиодов можно проверить тестером так же, как и обычные диоды, но только напряжение у них на открытом переходе при контроле цифровым прибором в режиме контроля диодов будет выше — оно зависит от цвета свечения и обычно находится в диапазоне 1,3...1,8 В, см. таблицу:

Тип светодиодов с диаметром корпуса 3 мм	Цвет свечения	Напряжение на переходе (при токе 1 мА), В
КИПД24А(Б)-К	Красный	1,5...1,65
КИПД24А(Б)-Л	Желтый	1,65...1,75
КИПД24А(Б)-Ж	Зеленый	1,75...1,82

Следует учитывать, что для сверхярких светодиодов открывающее напряжение составляет около 3 В (оно зависит от цвета свечения и может быть от 2,7 до 3,7 В).

В цифровых светодиодных (семисегментных или в форме линейки) индикаторах могут использоваться по два светодиода, соединенных последовательно. В этом случае все аноды (или катоды) у них объединены. Сегменты можно проверить по свечению, включая каждый через токоограничивающий резистор, рис. 6.8.

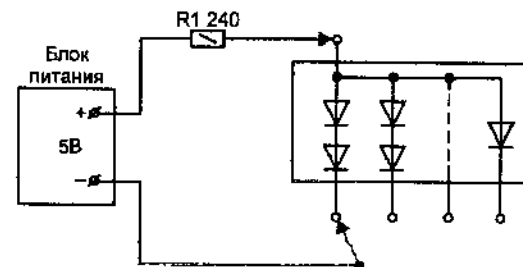


Рис. 6.8. Схема подключения для проверки светодиодов и сегментов цифровых индикаторов

Жидкокристаллические индикаторы

Благодаря своей экономичности они все чаще используются в современной радиоаппаратуре. Такие индикаторы имеют многие наручные и стационарные часы. В них ничего не светится, а индикация происходит только за счет изменения отражающих свойств (поляризации) жидкокристаллической пленки (жидкости, состоящей из кристаллов с определенными свойствами), находящейся между прозрачными стеклами с нанесенными на них тончайшими электродами. Для того чтобы было видно знаки, нужен переменный ток 100...300 мкА с частотой 50...1000 Гц. Напряжения достаточно несколько вольт, которое лучше получать с вторичной обмотки любого понижающего трансформатора, рис. 6.9.

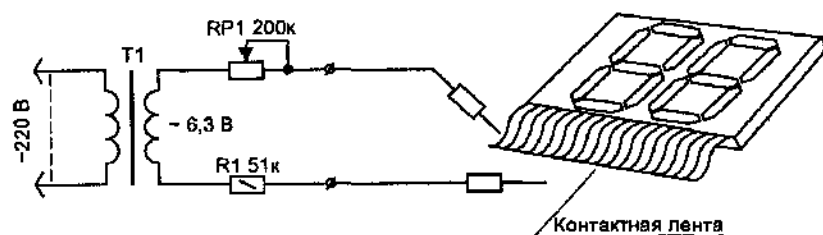


Рис. 6.9. Схема подключения для проверки сегментов ЖК-индикаторов

Постоянное напряжение на жидкокристаллический индикатор подавать нельзя, это может повредить сегменты, вызвав необратимую поляризацию кристаллов в жидкости. Слишком большим переменный ток тоже опасен. Признаком перегрузки является остаточное послесвечение сегментов еще некоторое время после того, как напряжение уже снято. Уменьшить ток можно при помощи переменного резистора RP1.

Для подключения к электродам индикатора лучше использовать щуп с иголкой на конце, которым касаются резиновой прокладки с нанесенными токопроводящими полосками (такая резинка очень часто применяется для соединения в устройствах — оторвать контактную резинку нельзя, так как повторно ее использовать, к сожалению, не удастся). Иногда выводы сделаны в виде гибкой ленты с проводниками.

Признаком разгерметизации сегментов является появление постоянных темных участков на индикаторе.

Биполярные транзисторы

Некоторые тестеры имеют встроенные (или в виде приставки) измерители коэффициента усиления маломощных транзисторов. Если у вас такого прибора нет, то при помощи обычного тестера в режиме омметра или же цифровым, в режиме проверки диодов, можно проверить исправность обоих р-п-переходов и убедиться в отсутствии проводимости между эмиттером и коллектором.

Причем таким способом удастся даже определить не только тип проводимости (п-р-п или р-п-р) неизвестного транзистора и его материал (германиевый или кремниевый), но и узнать расположение выводов (чем можно воспользоваться, если у вас нет на транзистор полных справочных данных). Ведь переход база-коллектор имеет большую площадь, из-за чего на нем в открытом состоянии напряжение будет на 3...50 мВ меньше, чем на переходе база-эмиттер, рис. 6.10. Это заметно, если измерять цифровым мультиметром в режиме проверки диодов, а обычным стрелочным омметром обнаружить такую малую разницу бывает сложно — удастся определить только сопротивление переходов.

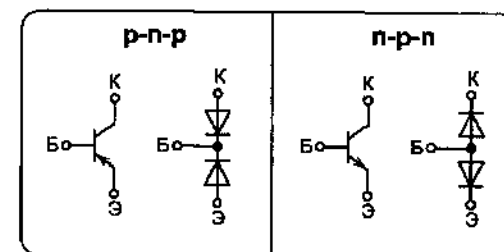


Рис. 6.10. Диодные эквиваленты переходов биполярных транзисторов разной проводимости

Транзисторы, вдвоенные в одном корпусе, тоже прозваниваются тестером, но в этом случае напряжение на переходе эмиттер-база будет около 1,2 В, база-коллектор — примерно 0,6...0,75 В (рис. 6.11). При прозвонке электродов некоторых цифровых или мощных транзисторов следует учитывать, что у них могут внутри быть установлены защитные диоды между эмиттером и коллектором, а также встроенные резисторы в цепи базы или между базой и эмиттером. Не зная этого, элемент по ошибке можно принять за неисправный.

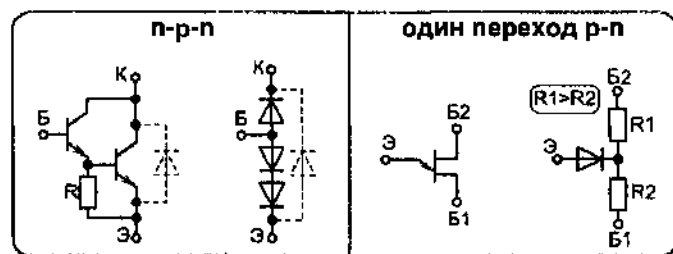


Рис. 6.11. Диодные эквиваленты переходов некоторых других биполярных транзисторов

Биполярные транзисторы с одним р-п-переходом тоже можно прозвонить в соответствии с эквивалентной схемой, приведенной на рисунке.

Конечно, факт наличия двух исправных переходов и отсутствие пробоя между эмиттером и коллектором не гарантирует, что такой элемент будет способен усиливать сигнал (ведь, как вы знаете, два диода, соединенные по эквивалентной схеме, это делать не могут), но вероятность того, что транзистор исправен, достаточно велика. По статистике, чаще всего при неисправности биполярного транзистора происходит либо короткое замыкание между выводами, либо же разрыв цепи. Впрочем, можно проверить транзистор и в активном режиме, для чего достаточно на его базу кнопкой (SA3) подать через резистор 10...100 кОм напряжение в несколько вольт, например, как это показано пунктиром на рис. 6.15, б.

Для проверки транзисторов в активном режиме можно собрать специальную схему. Очень простой вариант приставки для проверки маломощных транзисторов в активном режиме предложен в книге [1]. Схема выполнена на основе трехвыводного пьезоизлучателя, применяемого в простейших телефонных аппаратах (такой элемент легкодоступен). Это автогенератор, в котором обратная связь с выхода усилительного элемента на его вход осуществляется через пьезоэлемент-излучатель. Если транзистор неисправен, то вы не услышите звукового сигнала. Кроме простоты, прелесть этой схемы заключается в том, что она позволяет проверять биполярные транзисторы любой проводимости — для этого достаточно поменять полярность подачи питания от источника при помощи сдвоенного трехпозиционного тумблера SA1. Ошибочная подача питания не приведет к повреждению транзистора.

Для контроля любых биполярных транзисторов средней и большой мощности можно воспользоваться схемой, показанной на

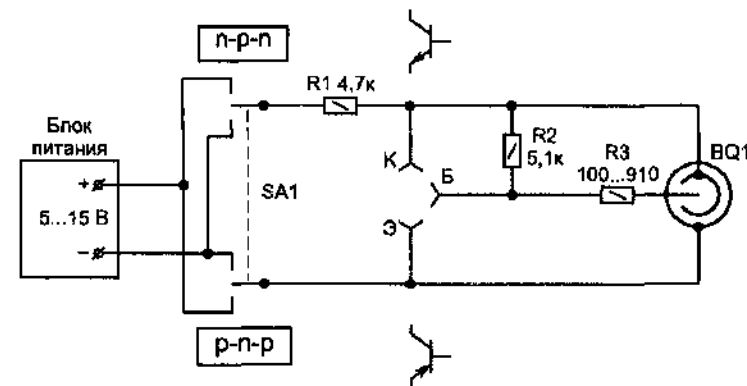


Рис. 6.12. Тестер для проверки маломощных биполярных транзисторов в активном режиме

рис. 6.13. Это тоже типичный автогенератор, работающий в звуковом диапазоне. Для его изготовления можно взять выходной трансформатор от любого транзисторного радиоприемника (ВЭФ-201, 202 и др.) или от радиотрансляционной сети. Так как в этой схеме положительная обратная связь, необходимая для самовозбуждения, получается за счет фазового сдвига напряжения во вторичной обмотке трансформатора, важно соблюдать фазировку подключения обмоток. Если генерации нет, то следует поменять местами выводы в одной из обмоток.

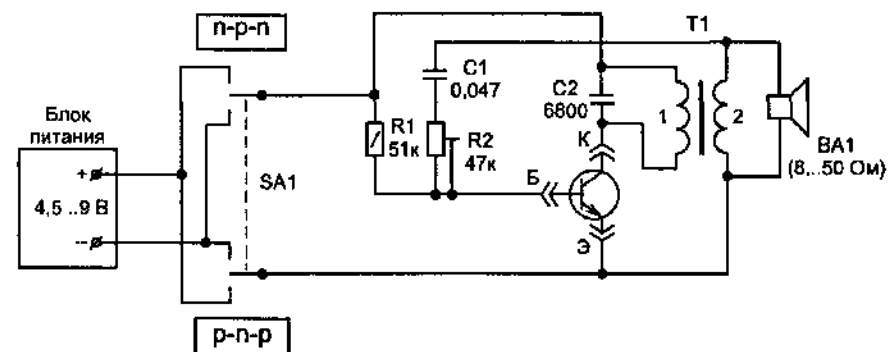


Рис. 6.13. Тестер для проверки мощных биполярных транзисторов в активном режиме

При сборке схемы номиналы не критичны, динамик подойдет любой. Резистор R2 должен иметь шкалу — это позволит проводить подбор транзисторов по максимальному коэффициенту усиления

(усиление тем больше, чем при большем сопротивлении происходит срыв генерации).

Полевые транзисторы

В отличие от биполярных, полевых транзисторов существует много видов и при проверке надо учитывать, с каким из них вы имеете дело. Так, для проверки транзисторов, имеющих затвор на основе запирающего слоя р-п-перехода, можно воспользоваться эквивалентной схемой, приведенной на рис. 6.14.

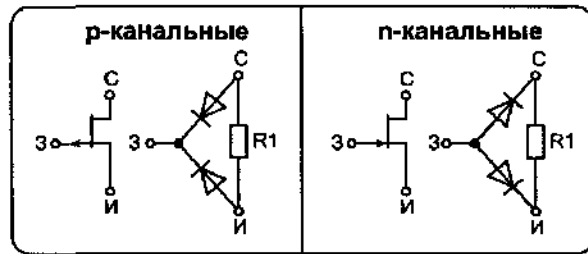


Рис. 6.14. Диодно-резисторный эквивалент п- и р-канальных полевых транзисторов

Для прозвонки подойдет обычный стрелочный омметр, но цифровым прибором в режиме контроля р-п-переходов делать это более удобно. При проверке сопротивления между истоком и стоком только не забудьте снять заряд с затвора после предыдущих измерений (кратковременно замкните его с истоком), а то можно получить неповторяющийся результат.

Многие маломощные «полевика» (особенно с изолированным затвором) очень чувствительны к статике. Поэтому, перед тем как брать в руки такой транзистор, позаботьтесь о том, чтобы на вашем теле не оказалось зарядов. Чтобы их снять, достаточно коснуться рукой батареи отопления или любых заземленных предметов, так как электростатические заряды между телами при их разделении распределяются пропорционально массе тел. Поэтому для их «обезвреживания» бывает достаточно прикоснуться даже к любой большой незаземленной металлической поверхности.

Несмотря на то, что мощные полевые транзисторы часто имеют защиту от статики, но все равно пренебрегать мерами предосторожности не следует.

Многочисленный класс **MOSFET**-транзисторов (предназначен для работы в ключевом режиме) не имеет р-п-переходов между электродами (изолированный затвор). Из-за большого сопротивления диэлектрического слоя у затвора, если транзистор явно не пробит (для выявления этого прозвонка все же не мешает), убедиться в его работоспособности не удастся — прибор покажет бесконечно большое сопротивление. Для проверки таких транзисторов можно воспользоваться одним из приспособлений, показанных на рис. 6.15.

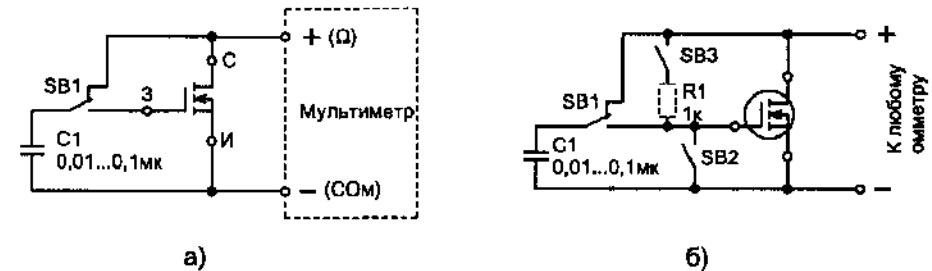


Рис. 6.15. Приставки для проверки MOSFET-транзисторов: а — цифровым тестером в режиме прозвонки диодов; б — стрелочным омметром (тестером)

Для удобства подключения к выводам транзистора можно воспользоваться гнездами контактной колодки типа СНП64-96Р (или СНП34С-135Р) и любыми миниатюрными кнопками. Схема может подключаться к цифровому мультиметру в режиме проверки диодов или же к любому другому источнику напряжения не более 9 В (в последнем случае в цепь затвора ставится светодиод АЛ307БМ (или подобный) и ограничивающий ток резистор 200...560 Ом). Можно использовать также и стрелочный омметр в режиме измерения килоомных сопротивлений.

В схеме на рис. 6.15, а, пока кнопка SB1 не нажата, на конденсаторе C1 происходит накопление заряда — исправный транзистор в это время должен быть закрыт — мультиметр покажет бесконечность. Нажатие на кнопку приводит к открыванию транзистора за счет напряжения с C1, что сразу будет видно по показаниям прибора (или свечению светодиода). Причем из-за наличия у полевых транзисторов с изолированным затвором своей значительной входной емкости и очень малой утечки он останется открытым и после того, как мы отпустим кнопку (пороговое напряжение открывания транзисторов обычно составляет 2...4 В). Но в этом случае

конденсатор С1 теперь уже подключится к малому напряжению, которое действует на стоке открытого транзистора, и разрядится до уровня менее 1 В. При повторном нажатии на кнопку этого напряжения будет уже недостаточно для поддержания транзистора в открытом состоянии. Имеющийся заряд затвора разрядится, и транзистор закроется. Таким образом, мы получили триггер, управляемый переключением от одной кнопки, который позволяет проверить работу «полевика» в ключевом режиме.

Схема на рис. 6.15, б более универсальна и содержит вторую кнопку (SB2), которая при нажатии разряжает емкость затвора, замыкая его на общий провод, что позволяет выключить транзистор (то есть полностью закрыть), независимо от положения SB1. Такая возможность может пригодиться при проверке цифровых полевых ключей (у них пороговое напряжение около 1 В).

Во многих мощных MOSFET-транзисторах между стоком и истоком имеется встроенный обратно включенный (параллельно) диод. Такой переход ведет себя как обычный диод, если изменить полярность питания — это надо знать, чтобы ошибочно не принять транзистор за пробитый. В наличии такого диода и его исправности можно убедиться при помощи мультиметра.

Для проверки работы биполярных и полевых MOSFET-транзисторов в ключевом режиме можно также использовать приставку на аналоговом таймере из серии 555 [2]. В ней формируются управляющие импульсы и контролируется состояние перехода эмиттер-коллектор (исток-сток) по свечению светодиода, установленного в цепи нагрузки.

Тиристоры и симисторы

В исправном элементе при прозвонке между силовыми цепями должно быть бесконечно большое сопротивление, а между управляющим электродом и одним из выводов (катодом у тиристора) небольшое сопротивление (от 30 до 400 Ом — зависит от типа) — величина сравнивается с заведомо исправным элементом.

Если тиристор или симистор явно не пробит, но все же есть сомнение в работоспособности, то его нужно проверить. Среди всех методов проверки работоспособности наиболее простыми (не требующими наличия специальных приставок) являются два.

Первым можно воспользоваться, если у вас есть два стрелочных гестера, работающих в режиме омметра. Измерительные при-

боры подключаем к тиристор, как это показано на рис. 6.16, а. Причем сопротивление его между анодом и катодом должно быть бесконечно большим до момента, пока мы не подключим провода от второго омметра к управляющему электроду (соблюдая полярность, указанную на рисунке). За счет поступающего с омметра напряжения исправный тиристор при этом открывается и его сопротивление между анодом и катодом с бесконечности резко уменьшается до десятков Ом.

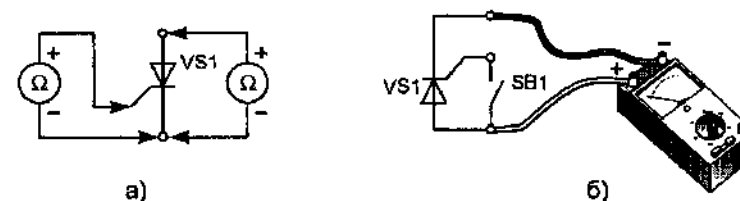


Рис. 6.16. Способы проверки тиристоры:
а — двумя омметрами; б — одним омметром (везде приборы используются на пределе $\times 10$ кОм или $\times 100$ кОм)

Второй метод заключается в том, что открывающее напряжение подается при помощи кнопки прямо с анода, как это показано на рис. 6.16, б. Причем после кратковременного нажатия кнопки SB1 маломощный тиристор останется открытым до момента, пока мы не отключим цепь анода от прибора.

Следует отметить, что для таких проверок необязательно вылаивать тиристор (симистор) из схемы (если он там уже установлен) — достаточно отключить от штатных цепей только управляющий электрод. Это особенно удобно, когда надо проверять силовые ключи в составе промышленного оборудования — там, чтобы добраться до элементов, требуется снять мощные радиаторы и ряд других мешающих узлов.

Операционные усилители

Существует большое разнообразие данных микросхем, и они несовместимы между собой по расположению выводов. Эти микросхемы можно проверить, задав рабочий режим, что можно сделать на специально собранном для конкретного случая стенде, куда микросхема подключается при помощи универсальной контактной панельки, либо же проверку проводить уже в составе собранной на них схеме. Второе более удобно, так как требует меньше времени.

Теперь непосредственно о проверке. Прежде всего, надо измерить уровни питающих напряжений, напряжения на входах микросхемы, а также на выходе (цифровым вольтметром). Обычно, если известны номиналы резисторов отрицательной обратной связи, то, посчитав коэффициент усиления, можно сделать выводы о том, что должно быть на выходе и с каким знаком, конечно, если это линейный усилитель.

Сомнения могут возникнуть при проверке более сложных схем (интеграторов, автогенераторов и др.). В этом случае можно воспользоваться другим методом. Как вы знаете, любой операционный усилитель легко заставить работать в режиме компаратора. Для этого мы можем временно подать поочередно на прямой и инверсный входы микросхемы от внешнего источника небольшое напряжение через ограничивающий ток резистор (рис. 6.17). Напряжение на выходе «операционника» при этом надо контролировать цифровым вольтметром или осциллографом (при нормальной работе мы увидим переключение выхода).

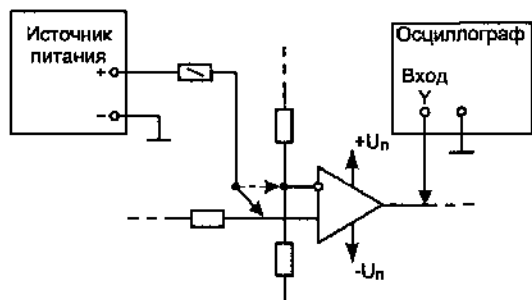


Рис. 6.17. Принцип проверки операционных усилителей

Осциллограф для проведения таких измерений более удобен, так как он дает возможность обнаружить не только изменение уровня на выходе, но и наличие непредусмотренного самовозбуждения каскадов (автогенерацию).

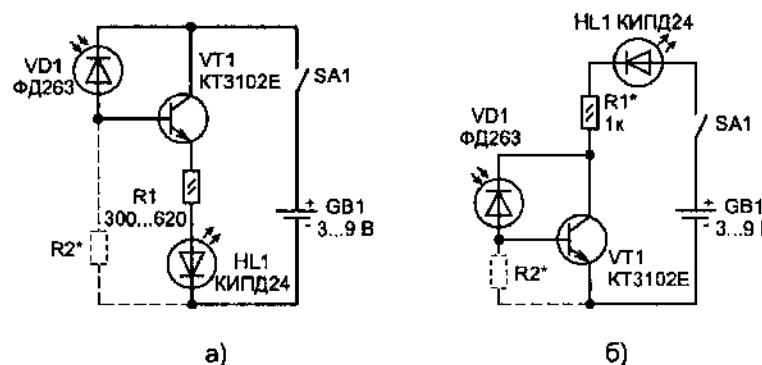
Индикаторы ИК-излучения

Иногда бывает нужно обнаруживать невидимое инфракрасное (ИК) излучение. Такая возможность пригодится для проверки пульта дистанционного управления на ИК-лучах или же контроля работоспособности различных ИК-датчиков положения, часто ис-

пользующихся в современной бытовой и промышленной радиоаппаратуре.

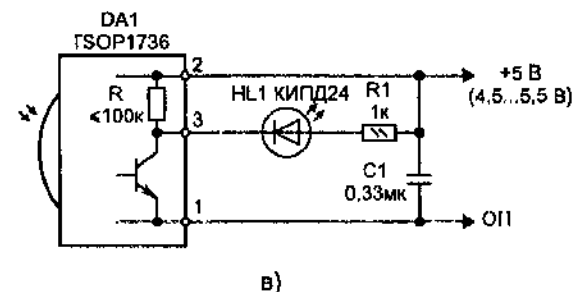
Здесь приведены три варианта выполнения таких индикаторов. Все они проще других, опубликованных в литературе, к тому же содержат меньше компонентов. В этих схемах происходит два вида преобразования. Сначала фотодиод невидимые ИК-лучи превращает в электрический сигнал, который усиливается транзистором и подается на обычный светодиод (излучающий свет видимого спектра). Светодиод HL1 будет светиться или мигать в такт с кодовой посылкой.

На рис. 6.18, а транзистор работает в качестве эмиттерного повторителя и обеспечивает усиление постоянного тока от фотодиода VD1 в цепи базы. Во второй схеме (рис. 6.18, б) фотодиод включен в цепь отрицательной обратной связи, а транзистор VT1 работает как усилитель напряжения. Чувствительность у обеих этих схем примерно одинаковая — обычно дальность действия индикатора не превышает 30 см (для большинства применений этого вполне достаточно). При необходимости, если светодиод будет



а)

б)



в)

Рис. 6.18. Три схемы простых ИК-индикаторов

светиться при ярком дневном свете, можно установить резисторы, показанные на схеме пунктиром (номинал подбирается экспериментально под конкретный фотодиод). Они позволяют уменьшить чувствительность индикатора.

Еще одна схема индикатора (рис. 6.18, в) выполнена на основе недорогого интегрального ИК-приемника из серии TSOP. Для этих целей подойдет любой аналогичный (см. справочный раздел). За счет внутренней АРУ эта схема безразлична к фоновой засветке и обладает очень высокой чувствительностью, но питающее напряжение не должно выходить за указанный на рисунке допуск.

Питание первых двух индикаторов может меняться в более широких пределах, но в этом случае добавочный токоограничительный резистор в цепи светодиода надо увеличить до 620 Ом. Транзистор подойдет любой из серии КТ3102, но, скорее всего, все нормально будет работать и при замене его на КТ315Г. В качестве инфракрасного приемного фотодиода также возможна замена — подойдут очень многие типы современных отечественных или импортных, например, ФД-252, ФД-265А — они воспринимают спектр излучений в широком диапазоне длин волн (0,4...1,1 м). В качестве датчика вместо фотодиода можно также подключить любой фототранзистор.

Во всех схемах использован светодиод HL1 красного цвета с диаметром корпуса 3 мм (из серии КИПД24 или аналогичные импортные) — им для свечения достаточно небольшого тока (0,5...1 мА).

Для проверки работоспособности любых пультов дистанционного управления на ИК-лучах можно также воспользоваться схемой, предложенной Малышевым С. Ю. (рис. 6.19). Ее особенность заключается в том, что проверка производится на слух через наушники. Таким способом удастся не только убедиться в наличии ИК-импульсов, но даже определить соответствие или взаимозаменяемость разных пультов, так как каждая система ДУ имеет свою «мелодичность», которую можно услышать. При некотором опыте это устройство позволяет также на слух оценить мощность излучения пульта.

Пробник состоит всего из двух микросхем: первая (DA1) — принимает ИК-импульсы и преобразовывает их в электрический сигнал, а вторая (DD2) — является маломощным звуковым усилителем, выполненным на логических элементах, работающих в линейном режиме.

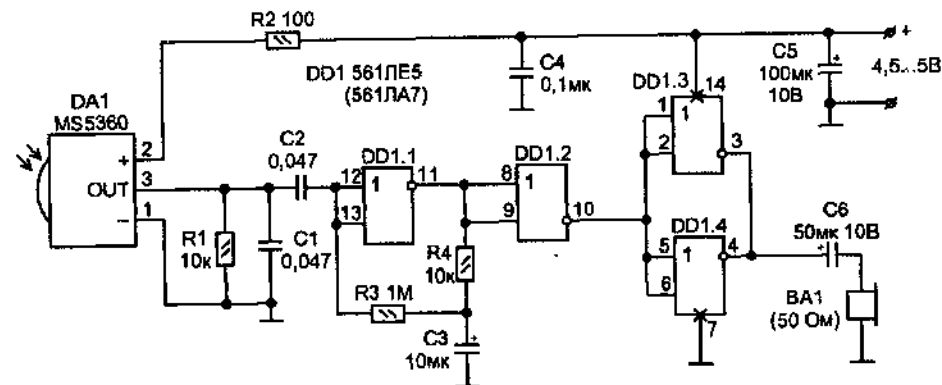


Рис. 6.19. Схема для проверки пультов ДУ акустическим способом

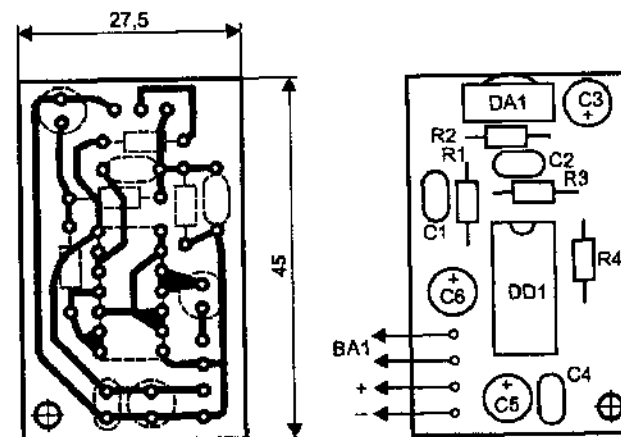


Рис. 6.20. Топология печатной платы и внешний вид монтажа

Схема может быть собрана на печатной плате, показанной на рис. 6.20. При правильном монтаже настройка не потребуется.

Проверка других компонентов

Если неизвестна внутренняя структура элемента (например микросхемы), то его можно попытаться проверить путем сравнения с таким же, но заведомо исправным. Проводится поочередная прозвонка цепей обоих элементов (при разных полярностях подключения к тестеру) и, если показания прибора в каком-то месте существ-

венно отличаются от эталонного значения, с большой вероятностью можно утверждать — здесь неисправность. Сравнение можно проводить и по режимам (напряжению, току или форме сигналов, контролируя их осциллографом) в рабочем состоянии.

Некоторые сложные компоненты (микроконтроллеры, спец-микросхемы и т. д.) и функционально законченные узлы проще всего проверить заменой их на заведомо исправные (конечно, если они есть). Делать это целесообразно и при исчезающем дефекте (появляющемся время от времени) — такие дефекты сложно выявить обычными методами. Например, утечка оптронного тиристора может проявляться только при наличии номинального рабочего напряжения и выявить ее на низком напряжении не удастся.

О поиске неисправностей в устройствах

Перед тем как лечить больного, ему надо поставить диагноз, то есть провести диагностику. В радиоэлектронике под этим понимается выявление характера (вида) неисправности по ее признакам. Но часто у одного и того же дефекта могут быть разные причины. Именно поэтому бывает сложно отремонтировать неизвестное ранее устройство без понимания принципов работы входящих узлов и их взаимодействия в системе. Ведь неисправность одного элемента может проявляться в виде симптомов в других, связанных с ним узлах.

Большинство неисправностей в радиоаппаратуре — это когда нет какого-то нужного сигнала. Что связано может быть с тем, что данный **сигнал не формируется**, либо с **обрывом цепи** по пути его прохождения, либо с ее **замыканием**, произошедшем в результате пробоя элементов схемы.

Существует много специальных измерительных приборов и приспособлений, помогающих быстро выявить неисправность. Но любой специалист, профессионально занимающийся ремонтом радиоаппаратуры, вам скажет, что в большинстве случаев достаточно всего трех составляющих: **головой**, **паяльника** и какого-нибудь **тестера**. С этим утверждением сложно спорить, и, скорее всего, все это у вас уже есть. К данному набору не помешает еще иметь «золотые руки» (умение аккуратно выполнять точную работу), так как современные компоненты часто имеют малые размеры.

Так же, как и при решении любой другой технической задачи, существует много способов ремонта. Но оптимальными, то есть теми, которые позволяют быстро найти причину, может быть только один или два из них. Здесь предлагается перечень универсальных «рецептов» (в виде советов и рекомендаций), которые позволят вам быстро ответить на вечные вопросы: «Кто виноват?» и «Что делать?», а также разобраться, **почему возникла неисправность**. Если не задумываться о последнем, то после замены неисправных компонентов дефект может снова повториться, испортив вам настроение дополнительными финансовыми расходами. Не зря появилась шутка: *ремонт — это замена одних неисправностей другими*.

Тут следует отметить, что ремонт промышленного изделия или же ремонт (отладка) своей собранной конструкции хотя во многом похожи, но имеют и некоторые отличия. Промышленное изделие раньше уже было правильно собрано и работало, т. е. не имеет ошибок в монтаже. Неисправность же в своей конструкции может быть вызвана ошибкой в монтаже (неправильно установлен диод, транзистор или соединительный провод отвалился, неудачно установлен режим по постоянному току — тепловой перегрев, и др.). Наиболее частой причиной повреждения элементов своей схемы является неправильная полярность подачи питающего напряжения, что случается по неопытности или неаккуратности.

В радиоаппаратуре промышленного изготовления причинами возникновения неисправностей могут быть:

- **нарушение правил эксплуатации.** Предварительно следует обязательно познакомиться с рекомендациями изготовителя по подключению устройства. Сетевые розетки, от которых поступает питание, должны обеспечивать надежный контакт с вилкой. Искрение в месте соединения не только создает помехи, но может вывести из строя импульсный источник питания. Причиной неисправности может стать даже кратковременное действие в сети мощных помех (выбросов напряжения), вызванных грозовыми разрядами. Высоковольтные выбросы напряжения в сети могут также появиться за счет действия противо-ЭДС, возникающей при коммутации мощных потребителей электроэнергии (сварочных аппаратов, электромоторов и др.);
- **некачественное изготовление**, что часто проявляется в плохой («холодной») пайке или разных нарушениях технологического процесса. Иногда причиной могут быть использование произво-

дителем дефектных элементов или их замена на аналоги без учета надежности или тепловых режимов;

- **естественное старение компонентов**, ведь все они имеют свой ресурс, причем разный у разных типов деталей. К тому же ресурс зависит от теплового режима работы (повышенная окружающая температура его сокращает). Поэтому такие дефекты начинают проявляться через продолжительное время эксплуатации. Причем у некоторых элементов процесс старения идет более интенсивно, даже если устройство не используется (например, у полярных конденсаторов — они лидируют по интенсивности отказов);
- **необычные воздействия**, например таракан, забравшись в телевизор, может стать причиной попадания высокого напряжения на низковольтные цепи или же перекрыть собой оптический датчик подачи бумаги в факсе или принтере (почему-то они очень любят сильные магнитные поля и лезут туда, куда их никто не просит). Для насекомых все это тоже плохо кончается, но аппарат уже не работает. Некоторые виды голодных муравьев тоже способны на многое. Неравнодушны к технике и многие домашние животные — они жуют кабели и пульты дистанционного управления. Случайное падение радиоаппаратуры тоже может привести к серьезным дефектам (трещинам на печатных платах и др.);
- **неграмотные действия**. Человек, не обладающий соответствующими знаниями, но полезший ремонтировать сложное изделие, способен нанести гораздо больший вред и сильно усложнить поиск неисправности. Например, даже такая простая операция, как замена сгоревшего штатного предохранителя перемычкой из толстого провода или гвоздя («жучком»), может привести к выгоранию, кроме дополнительных элементов схемы, еще и проводников печатной платы.

По статистике, при ремонте радиоаппаратуры большая часть времени уходит именно на определение места и выяснение причины неисправности и только 10% непосредственно на устранение дефекта (замену элементов или восстановление соединений). Но это при условии, что у вас уже есть некоторый опыт и все необходимые компоненты под руками.

Можно рассказать подробно, как отремонтировать конкретное устройство (этой теме посвящено немало толстых специализированных книг), но такие знания очень быстро устаревают. Ведь в на-

ше время примерно каждые 6 месяцев происходит появление новых технологий и самих изделий, выполненных на их основе. Такая быстрая смена моделей — необходимое условие выживания фирм в условиях жесткой конкурентной борьбы. Поэтому здесь мы рассмотрим универсальные алгоритмы ремонта радиоаппаратуры любой сложности, которые подойдут для большинства случаев. очередность действий приведена в порядке, которого желательно (но не обязательно) придерживаться. Но прежде чем приступать к ремонту, вы должны уметь оценить качество работы радиоаппаратуры, сравнив свои теоретические знания с реальным поведением устройства.

Всякий ремонт начинается с внешнего осмотра изделия и проверки его работоспособности. Нужно убедиться, что на устройство подается номинальное питание. Тестером можно проверить предохранители и кабель питания, а также наличие нужного уровня питающего напряжения (в сетевой розетке или от автономного источника).

Если же устройство включается, но работа отличается от штатной, следует постараться выявить все признаки проявления неисправности для последующего анализа возможной причины. Для сложных устройств, все наблюдения лучше записать на бумаге, что поможет в дальнейшем (бумага — старинное проверенное средство от склероза).

Первый метод ремонта можно назвать **последовательным логическим поиском**.

1. Отключаем устройство (обязательно вытащив вилку из сети) и вскрываем его так, чтобы стали хорошо видны плата с компонентами и весь монтаж. Если внутри есть пыль, то ее предварительно надо удалить при помощи мягкой кисточки и пылесоса. Проводится внешний осмотр элементов и узлов схемы, для чего потребуется хорошее освещение (могут очень пригодиться лупа и монтажные увеличительные очки). Внимательный осмотр позволяет довольно быстро выявить до 10...30% видов неисправностей. Обращать внимание следует в первую очередь на:

- темные следы, вздутие или нарушения в покрытии элементов из-за перегрева (резисторов, конденсаторов, транзисторов и др.);
- трещины и сколы на компонентах (например, у конденсаторов и транзисторов являются признаком внутреннего пробоя);

- след вытекания или разбрызгивания электролита у полярных конденсаторов (такие конденсаторы относятся к категории самых ненадежных и нередко со временем именно они являются причиной неисправности);
- отсутствие трещин на плате и целостность печатных проводников;
- надежность крепления элементов (может быть нарушена при эксплуатации в условиях вибраций);
- однородность паек. При некотором опыте иногда «холодную» пайку в соединении можно обнаружить при помощи лупы по цвету или растрескиванию припоя вокруг вывода (кольцевые трещины припоя). Такой дефект чаще всего бывает около установленных на плату разъемов, переключателей, выводов силовых импульсных трансформаторов (сетевого или строчного в телевизоре). Элементы схемы, которые сильно греются (например, линейные стабилизаторы в игровых приставках), при некачественной пайке могут сами выпаиваться и болтаться, из-за чего периодически нарушается контакт;
- посторонние запахи внутри корпуса устройства являются признаком пробоя изоляции в индуктивных элементах или конденсаторах (опытные специалисты уже по запаху могут определить вид неисправности).

2. Подозрительные цепи и элементы можно попробовать проверить прямо на плате — «прозвонить» тестером (или омметром). При этом в первую очередь следует обратить внимание на целостность предохранителей и отсутствие внутренних коротких замыканий (пробоя) в силовых элементах: мощных диодах, транзисторных ключах, тиристорах, симисторах, конденсаторах большой емкости (многие силовые элементы легко обнаружить по теплоотводу, к которому они крепятся). Подгоревший резистор может существенно изменить свой номинал, что нарушит работу ближайших узлов.

Как можно проверить отдельные элементы, вы знаете из предыдущей статьи. Для чего все их необязательно выпаивать из платы, это неудобно и требует много времени. К тому же демонтаж иногда создает дополнительные проблемы: проводники могут отслоиться или выводы сломаться.

3. Независимо от того, удалось или нет выявить неисправные элементы, придется воспользоваться имеющейся документацией на устройство: электрической принципиальной схемой и техниче-

ским описанием. Последнее на промышленные изделия удается найти далеко не всегда, но попытаться стоит.

В технической документации можно найти описание вспомогательных режимов работы, специально предназначенных помочь в настройке и проверке радиоаппаратуры. Например, некоторые телевизоры через сервисное меню позволяют включать тестовые изображения, облегчающие проверку правильности сведения лучей и чистоты цвета. Многие устройства, выпускаемые фирмой Panasonic, в случае неисправности по результатам самодиагностики выводят код ошибки.

Несмотря на то, что многие современные радиотехнические устройства (телевизоры, компьютеры, автомобильные контроллеры и др.) имеют встроенные системы автоматической диагностики, которые хотя и могут помочь в поиске неисправности, но никогда не укажут конкретное место и причины ее появления. Тут все равно думать самостоятельно придется.

Если схему на абсолютно новое устройство найти не удастся, то документацию на основные микросхемы получить вполне возможно. Большинство производителей компонентов самую необходимую техническую информацию оперативно выкладывают в виде PDF-файлов на своих сайтах. Найти фирму-изготовитель помогает логотип, который стоит на элементе.

Информацию, которая может помочь (описания, схемы и конкретный опыт ремонта, которым делятся специалисты), можно найти в Интернете на русскоязычных сайтах. Их очень много, здесь приведем самые крупные:

<http://www.telemaster.ru> — советы по ремонту отечественной и импортной радиоаппаратуры;

<http://www.tacxema.narod.ru> — телефонные схемы отечественных и импортных аппаратов, включая радиотелефоны, АОНы;

<http://rv6llh.rsuh.ru/rv6llh.htm> — сайт посвящен ремонту мониторов;

<http://www.chat.ru/~alekssam> — много полезной информации по ремонту.

Даже самое сложное устройство состоит из более простых типовых схем, чтобы понять их работу, от вас потребуются знания основ схемотехники. На данном этапе важно проанализировать работу и составить перечень узлов, которые могут являться причиной неисправности на пути прохождения сигнала, и продумать план действий для последовательной проверки.

4. Теперь можно включить устройство и осмотреть его в работе — оно не должно издавать никаких посторонних звуков. Например, в импульсном источнике питания: тикающий звук говорит о срабатывании защиты, свист — о нарушении режима работы, возможно вызванном его нагрузкой (в телевизоре или мониторе — каскадом строчной развертки).

Воспользуемся приборами для измерения режимов работы элементов (вольтметром) и контроля пути прохождения сигналов (пробником, осциллографом, генератором), что позволит получить дополнительную информацию, необходимую для анализа. Проверяем не все подряд (на это не хватит никакого времени), а только те функциональные узлы, которые могут являться причиной неисправности на пути прохождения сигнала (тут необходимо понимание работы схемы).

Но начинать любые измерения лучше с проверки всех внутренних питающих напряжений и их соответствия номинальным (с учетом допуска). Например, для повреждения цифровых микросхем из серии 155 достаточно увеличения на них питающего напряжения в течение продолжительного времени до уровня 5,7 В — такое может произойти при неисправности стабилизатора напряжения питания.

Второй метод ремонта — замена узлов на заведомо исправные. Профессиональные ремонтники для ускорения локализации места неисправности в сложных устройствах иногда используют метод последовательной замены узлов на заведомо исправные (например, можно поменять импульсный трансформатор, источник питания или одну из плат, если есть подозрения именно на них). Найденный таким образом неисправный узел исследуется уже более тщательно на специально изготовленном для этого стенде, а после ремонта возвращается на свое собственное место. Измерительный стенд должен иметь все эквивалентные нагрузки (импульсные источники питания без нагрузки включать вообще нельзя) и позволяет проводить поиск неисправности в более комфортных и безопасных условиях.

Третий метод ремонта — изменение температуры компонентов. Он используется, когда дефект исчезающий, т. е. проявляется через продолжительный период работы устройства или случайно (непредсказуемо), время от времени. Чаще всего причиной такого бывают внутренние дефекты микросхем, электролитических

конденсаторов, плохие пайки или некачественные разъемные соединения. В этом случае выявить дефектные элементы из огромного их количества позволяет местный выборочный нагрев. Для нагрева применяется малогабаритный фен (нагрев элемента осуществляется подачей горячего воздуха). В крайнем случае иногда используют отключенный от питания горячий паяльник, которым можно коснуться металлического корпуса конденсатора.

Для того чтобы сразу видеть реакцию (поймать дефект), все это выполняется при работающей радиоаппаратуре, поэтому требует особой аккуратности и внимательности, чтобы не коснуться высоковольтных цепей или случайно не замкнуть цепи, находящиеся под напряжением.

Местный прогрев горячим воздухом участков многослойной платы позволяет выявить плохой контакт в металлизированных переходных отверстиях. Иногда помогает устранить дефект профикационная пропайка монтажа, в первую очередь разъемов и силовых элементов. Визуально обнаружить некачественную пайку удастся далеко не всегда — как показывает опыт, своим глазам верить в этом нельзя.

Следует отметить, что для отлова дефекта можно использовать не только местный нагрев элементов, но и наоборот — местное охлаждение, для чего специально выпускаются газовые баллончики с охладителем, но это более дорогой путь.

В заключение отметим, что, если неисправный элемент обнаружен, это не значит, что устройство после его замены будет долго нормально работать, — надо постараться **выяснить и устранить причины, вызвавшие отказ.**

Дополнительная литература

1. Кизлюк А. И. Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов зарубежного и отечественного производства. — М.: Библион, 1997, с. 148.
2. Шелестов И. П. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 5. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003, с. 183—184.

Справочная информация по оптоэлектронике

Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, занимающийся передачей информации путем совместного использования электрических и оптических методов. Начиная с середины 60-годов это направление динамично развивается. В работе таких компонентов используются основные положения квантовой механики, согласно которым переходы между различными уровнями энергии атомно-молекулярной системы вещества сопровождаются поглощением или испусканием электромагнитного излучения, частота которого определяется разностью энергий системы в данных состояниях. Таких переходов существует несколько (в зависимости от вида движения электронов, а также вариантов их взаимодействия). С помощью внешних воздействий в полупроводниках можно получить нужный вид перехода, например с излучением кванта энергии в заданном диапазоне — от ультрафиолетовой и видимой области спектра, до инфракрасного или радиочастотного диапазона (рис. 1).

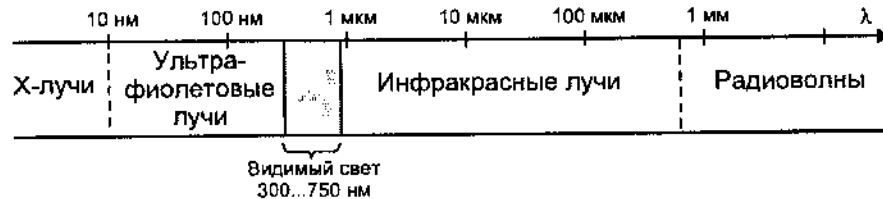


Рис. 1. Название диапазонов в зависимости от длины волны излучения

Сегодня сложно найти устройство, где не используются компоненты оптоэлектроники. Регулярно появляются новые оптоэлектронные приборы и микросхемы на их основе. Уследить за всеми новинками сложно. Поэтому даже специалисты часто используют в своих разработках в основном уже хорошо известные компоненты. Здесь приведена справочная информация только по наиболее популярным. Часть из них применяется в конструкциях этой книги, другие тоже довольно часто встречаются в схемах, опубликованных в журналах и радиотехнической литературе.

Все компоненты оптоэлектроники характеризуются большим перечнем электрических и конструктивных параметров, но в таблицы включены только самые важные, позволяющие сравнивать их между собой. Все это облегчит выбор, а также поиск подходящей замены среди аналогов. Более полную информацию по конкретному элементу можно найти в соответствующих справочниках или в Интернете.

По конструкции выпускаются одиночные и многоэлементные приборы. Корпуса у них бывают пластмассовыми или металлическими, а также для поверхностного монтажа. Компоненты для поверхностного монтажа и многоэлементные предназначены для специальных изделий и выпускаются под заказ, т. е. малодоступны — поэтому их мы рассматривать здесь не будем.

Полупроводниковые фоторезисторы

Принцип действия фоторезисторов основан на эффекте фотопроводимости полупроводниковых материалов. Максимальное сопротивление (R_T) они имеют в темноте, а при засветке уменьшают свою величину в 20...150 раз. У таких элементов в корпусе есть прозрачное для доступа света окно и два вывода, рис. 2. Полярность напряжения на выводах для работы значения не имеет.

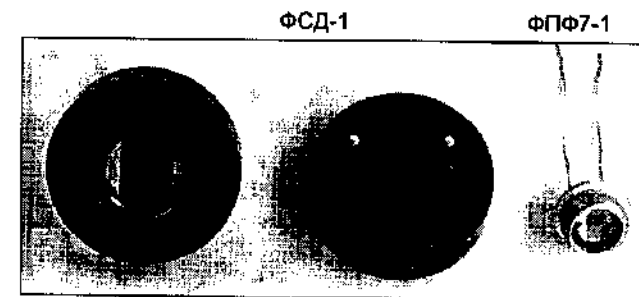


Рис. 2. Внешний вид фоторезисторов

Большинство фоторезисторов предназначены для работы в диапазоне видимого света (300...750 нм), но их спектр чувствительности перекрывает и инфракрасный диапазон волн, а у некоторых (СФ2-18 и СФ2-19) заходит даже на ультрафиолетовый участок.

Параметры распространенных фоторезисторов отечественного производства приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры фоторезисторов

Тип	Спектр приема волн $\Delta\lambda$, нм	Темновое сопротивление* R_T , МОм	Темновой ток I_T , не более, мкА	Рабочее напряжение U_R , не более, В	Отношение темнового сопротивления нового сопротивлен. к световому $R_T/R_{св}$	Размеры** корпуса в мм
ФСК-1	300...900	3,3	15	50	100	$\varnothing 28 \times 5$
ФСК-2	300...900	3,3	15	50	20	$28 \times 12,5 \times 5$
ФСД-1	300...900	2	10	20	150	$\varnothing 18 \times 5$
ФР1-3	300...900	0,047...0,33	320	15		$\varnothing 10,7 \times 6$
ФР-118	400...750	0,3...0,2	30	6		$\varnothing 7,8 \times 4,5$
ФР-121	400...750	10	1	10		$\varnothing 4,2 \times 1,4$
ФР-162А(Б)	750...1200	5	2	10		$\varnothing 9,6 \times 3,5$
ФР-764	300...900	3,3	15	50	150	$\varnothing 10,7 \times 6$
ФР-765	300...900	2	10	20	150	$\varnothing 10,7 \times 6$
ФПФ7-1	300...900	1	6	6	50	$\varnothing 7,8 \times 3,2$
СФ2-18	20...900	10	0,01	100	—	$\varnothing 10,3 \times 5,8$
СФ2-19	20...900	0,25	0,08	20	—	$\varnothing 10,3 \times 5,8$

Примечание
 * При повышении температуры темновое сопротивление фоторезисторов уменьшается.
 ** Габаритные размеры указаны только для корпуса (без учета длины выводов) в порядке: диаметр \times высота (или высота \times ширина \times толщина).

Полупроводниковые фотодиоды

Так называют приборы, выполненные на основе р-п-перехода двух полупроводников, закрытых светопроницаемым материалом. При освещении перехода в нем возникает фотоЭДС. Фотодиоды обладают чувствительностью к свету в диапазоне волн от видимого (400...760 нм) до инфракрасного (760...1000 нм) излучения.

По сравнению с фоторезисторами, фотодиоды менее чувствительны к излучению, но зато обладают малой инерционностью, что наиболее важно для систем автоматики и управления, где требуется высокое быстродействие (для фотодиодов типовым является время переключения 10...50 нс). Чаще всего они применяются в

различных оптических датчиках и для дистанционного приема информации.

Параметры некоторых распространенных фотодиодов отечественного производства приведены в табл. 2.

Таблица 2. Основные параметры фотодиодов

Тип фотодиода	Спектр приема волн $\Delta\lambda$, нм	Темновой ток I_T , не более, мкА	Рабочее обратное напряжение, U_R , В	Размеры* корпуса в мм
ФД-3К	800 \pm 300	0,5	15	11 \times 11 \times 1,7
ФД-8К	810 \pm 310	1,0	20	$\varnothing 3,87 \times 12,5$
ФД-101КП	775 \pm 275	0,005	10	$\varnothing 3,87 \times 12,5$
ФД-11К	825 \pm 325	0,2	10	$\varnothing 8,2 \times 5,5$
ФД-20-31К	820 \pm 350	0,1	20	$\varnothing 7,2 \times 5$
ФД-21-КП	750 \pm 350	0,017	10	$\varnothing 3,87 \times 12,5$
ФД-24К	795 \pm 325	2,5	27	$\varnothing 19,6 \times 6,5$
ФД-25К	750 \pm 350	1,0	20	$\varnothing 3,87 \times 12,5$
ФД-26К	750 \pm 350	3,0	20	$\varnothing 3,87 \times 12,5$
ФД-27К	750 \pm 350	1,0	20	$\varnothing 3,87 \times 12,5$
ФД-28КП	750 \pm 350	0,02	4	$\varnothing 6 \times 9,5$
ФДК-155	750 \pm 350	0,1	10	$\varnothing 11,5 \times 5$
ФД-252	750 \pm 350	0,01	24	$\varnothing 8 \times 10$
ФД-252-01	750 \pm 350	0,005	10	$\varnothing 8 \times 10$
ФД-256	750 \pm 350	0,005	10	$\varnothing 4 \times 8,1$
ФД-263	750 \pm 350	0,005	0,2	$\varnothing 9,5 \times 3,5$
ФД-263-01	750 \pm 350	0,1	12	$\varnothing 11,1 \times 6,3$
ФД-265 (А)	750 \pm 350	0,1	4	$\varnothing 4 \times 8$
КДФ111А1, (Б1, В1)	850	0,1	7	$\varnothing 6,6 \times 11,1$
КДФ111А2, (Б2, В2)	850	0,1	7	$\varnothing 5,3 \times 13$
КДФ111А3, (Б3, В3)	850	0,1	7	$\varnothing 4 \times 8,8$

Примечание
 * Габаритные размеры фотодиодов указаны только для корпуса (без учета длины выводов) в порядке: высота \times ширина \times толщина (или диаметр \times длина)

Фототранзисторы

Фототранзисторы по своей структуре аналогичны обычным транзисторам (чаще всего биполярным) и работают так же. В отличие от фотодиодов, обладают существенно большей фоточувствительностью, так как у них есть дополнительные усилительные свойства за счет наличия фототока в эмиттерном р-п-переходе. Фототранзисторы могут использоваться как фотодиоды (когда база не

Таблица 3. Основные параметры фототранзисторов

Тип	Спектр приема волн $\Delta\lambda$, нм	Темновой ток I_T , мкА	Фототок, не более I_T , мкА	Рабочее напряж. U_p , В	Обратн. напряж. U_R , В	Время нарастан. имп. Ток, нс	Размеры корпуса*, мм
ФТ-1К	500...1120	3		5			$\varnothing 3,9 \times 14$
ФТ-2К	500...1120	3		5			$\varnothing 3,9 \times 14$
ФТ-1Г	400...1800	300		1...5			$\varnothing 12 \times 6,5$
ФТ-2Г	400...1800	500		12...24			$\varnothing 11,2 \times 7,5$
ФТ-3Г	400...1800	1000		10...12			$\varnothing 12 \times 7,5$
ФТГ-3	1525	60		5...10			$\varnothing 12 \times 7,5$
ФТГ-4	1525	40		5...10			$\varnothing 11,2 \times 7,5$
ФТГ-5	1525	50		5...10			$\varnothing 11,2 \times 7,5$
КТФ102А	850	1,0	200		5,0	500	$4,2 \times 4,5 \times 7,7$
КТФ102А1	850	1,0	200		5,0	800	$2,2 \times 2,2 \times 2,8$
КТФ102А2				20	$\varnothing 5,3 \times 13$		
КТФ102А3				20	$\varnothing 3 \times 5,7$		
КТФ104А	850	1,0	150		5,0	800	$4,2 \times 4,5 \times 7,7$
КТФ104Б		5,0	100				
КТФ104В			50				

Примечание

* Габариты фототранзисторов указаны только для корпуса (без учета длины выводов)

подключена) или в режиме транзистора (с подачей напряжения смещения на базу).

По сравнению с фотодиодами, фототранзисторы более инерционны, что ограничивает их область применения в качестве приемников лучей в различных бесконтактных датчиках положения узлов в радиоаппаратуре. Типовым для них является время переключения 10 мкс — для обычных транзисторов и около 100 мкс — для включенных по схеме Дарлингтона.

Параметры некоторых распространенных фототранзисторов отечественного производства приведены в табл. 3. Большинство таких элементов выпускается в пластмассовых корпусах, имеющих всего 2 вывода.

Излучающие инфракрасные диоды

Наиболее широко в радиоаппаратуре применяются светодиоды, излучающие энергию на участке инфракрасного диапазона (830...1000 нм). Они обладают такими достоинствами, как:

- относительно высоким КПД преобразования электрической энергии в оптическую, достигающим 10%;
- узкий спектр излучения и его направленность;
- высокое быстродействие (могут переключаться с частотой до 1...10 МГц);
- малые значения питающих напряжений (1,3...2 В) и токов (10...1000 мА);
- способны в импульсном режиме отдавать энергию, многократно превышающую мощность непрерывного излучения;
- обладают высокой надежностью и долговечностью;
- имеют малые габариты.

Для ИК-диодов время переключения зависит от рабочей длины волны, типовые значения для: 940 нм — 1 мкс; 880 нм — 0,8 мкс.

Параметры распространенных излучающих ИК-диодов зарубежного и отечественного производства приведены в табл. 4 и 5. По внешнему виду они могут не отличаться от обычных светодиодов, но создают невидимое излучение. В радиоаппаратуре ИК-диоды чаще всего используются в импульсном режиме (работают в прямом включении, т. е. «+» напряжения питания подается на анод, который имеет более длинный вывод).

Таблица 4. Параметры зарубежных излучающих ИК-диодов

Тип	Основные параметры				Предельно допустимые		
	Спектр излучен. волн $\lambda_{ср}$, нм	Постоянно излуч. мощн. P_0 , мВт	Имп. мощность P_e , мВт	Быстродействие T_{01}/T_{02} , мкс	Прямой ток I_F (имп.), мА	Прямое напр. U_F , В	Обратное напр. U_R , В
L-34F3...	940 ±50	2...10	100	0,5/0,5	50(1200)	1,3...1,6	5
L-34SF4...	880 ±50	2...10	100	0,5/0,5	50(1200)	1,3...1,6	5
L-34SF6...	860 ±50	7...15	100	0,5/0,5	50(1000)	1,35...1,6	5
L-34SF7...	850 ±50	7...18	100	0,5/0,5	50(1000)	1,4...1,6	5
L-53F3-...	940 ±50	5...20	100	0,5/0,5	50(1200)	1,2...1,6	5
L-53SF4...	880 ±50	8...20	100	0,5/0,5	50(1200)	1,3...1,5	5
L-53SF6...	860 ±50	10...40	100	0,5/0,5	50(1000)	1,4...1,7	5
L-53SF7...	850 ±50	10...40	100	0,5/0,5	50(1000)	1,4...1,6	5
L-934F3BT	940 ±50	2...5	100	0,5/0,5	50(1200)	1,2...1,5	5
L-934F4BT	880 ±50	2...4	100	0,5/0,5	50(1200)	1,4...1,7	5
LNA2802L	940 ±50	5(50)	75	0,5/0,5	100(1000)	1,3...1,5	3
TSHF5400	870 ±40	35	160	0,03/0,03	100(1000)	1,35...1,6	5
TSAL6100	940 ±50	60	210	0,8/0,8	100(1500)	1,35...1,6	5
TSAL6200		60					
TSAL6300		40					
TSAL7200	940 ±50	60	210	0,8/0,8	100(1500)	1,35...1,6	5
TSAL7400		40					
TSIP5200	950 ±50	40	210	0,8/0,5	150(3000)	1,3...1,8	7
TSIP5201		50					
TSIP5	950 ±50	25	210	0,8/0,5	150(3000)	1,3...1,8	7
SFH4501	950 ±40	90	550		100(2200)	1,3...1,8	3
SFH4502		50	310				
SFH4503		200	1200				

Примечание к таблице

Последние буквы, стоящие на месте многоточия в обозначении ИК-диодов из серий L-xxxх (выпускаемых фирмой Kingbright), указывают на цвет корпуса: С – белый прозрачный; BT – голубой.

Таблица 5. Параметры ИК-диодов отечественного производства

Тип	Основные параметры				Предельно допустимые		
	Спектр излучения волн $\lambda_{ср}$, нм	Постоянно излуч. мощность P_0 , мВт (при токе, мА)	Имп. мощн. P_e , мВт (при токе, мА)	Быстродействие T_{01}/T_{02} , мкс	Прямой ток I_F (имп.), мА	Прямое напр. U_F , В (при токе, мА)	Обратное напр. U_R , В
АЛ107А	950 ±10	5,5(100)			100(600)	1,8	2
АЛ107Б, В		9(100)					
АЛ107Г		12(100)					
ЗЛ107А	950 ±10	5,5(100)			100(1000)	2	6
ЗЛ107Б		9(100)					
АЛ108АМ	845 ±15	2		0,02/0,02	110	1,6	2
ЗЛ108А	845 ±15	2		0,02/0,02	110	1,6	2
АЛ115А	900 ±100	8,7(100)		0,02/0,02	100(600)	1,8(50)	2
АЛ115Б	950 ±50	5,5(100)		0,02/0,02	100(600)	1,8(50)	2
АЛ115В		9(100)					
АЛ119А	945 ±15	40(300)		1/1,5	300(800)	3(300)	2
АЛ119В	945 ±15	25(300)		0,35/1,5	300(5000)	2(300)	2
АЛ123А	940 ±20	80(300)	500 (10000)	0,35/0,5	400	2(300)	2
АЛ124А	860 ±15	4(110)			110	2	2
ЗЛ129А	870 ±50	1,3(50)	5(200)	0,01/0,01	50	2(50)	1
ЗЛ130А	950 ±25		350 (3000)	1,5/1,5	300	3(3000)	1
АЛ144А	955 ±25	20(100)			(150)	2(100)	1
АЛ145А	955 ±55	8(100)			100 (1100)	1,6(100)	1
АЛ145Б		10(100)					
АЛ145В		12(100)					
АЛ145Г		16(100)					
АЛ145Д		20(100)					
АЛ147А	870 ±20	16(100)		0,3/0,3	100(1500)	1,8(100)	—
АЛ156А	860 ±40	5(100)		0,1/0,1	110(1500)	1,8(100)	3
АЛ156Б		12(100)					
АЛ156В		15(100)					
АЛ157А	870 ±20	0,3(30)			30(1000)	1,5	2

Продолжение табл. 5

Тип	Основные параметры				Предельно допустимые		
	Спектр излучения волн $\lambda_{ср}$, нм	Постоянно излуч. мощность P_0 , мВт (при токе, мА)	Имп. мощн. P_e , мВт (при токе, мА)	Быстродействие $T_{0\text{н}}/T_{0\text{ф}}$, мкс	Прямой ток I_f (имп.), мА	Прямое напр. U_f , В (при токе, мА)	Обратное напр. U_R , В
АЛ161А1 АЛ161Б1 АЛ161Б2	855 ± 25	25 12 20			110	1,5	—
АЛ161В1 АЛ161В2	855 ± 25	812			110	1,5	—
АЛ161Г1 АЛ161Г2	860	84			100	1,5	—
АЛ161Д1, Д2 АЛ161Е1, Е2	860	50			100	1,8	—
АЛ161Ж1, Ж2	860	80			100	1,8	—
АЛ162А	870 ± 20	100(100)		0,3/0,3	100(1500)	1,8(100)	—
АЛ163А	860 ± 40	11(100)		0,05/0,05	100(1000)	2(100)	3
АЛ164А АЛ164Б АЛ164В	940 ± 30	5 10 15			100	1,8	3
АЛ164А3-1 АЛ164Б3-1 АЛ164В3-1	810	3 5 7			100	1,7	3
АЛ165Б	870 ± 20	15(100)			(2500)	2(100)	3
АЛ170А АЛ170Б АЛ170В	870 ± 20	16(40) 40(40) 100(40)		0,5/0,5	(1000)	2,3(700)	--
АЛ171А АЛ171Б АЛ171В	810	5 10 15				1,8	
АЛ171А3-1 АЛ171Б3-1 АЛ171В3-1	810	3 5 7				1,8	
АЛ172А АЛ172Б АЛ172В	870	5,0 10,0 15,0				1,7	

Окончание табл. 5

Тип	Основные параметры				Предельно допустимые		
	Спектр излучения волн $\lambda_{ср}$, нм	Постоянно излуч. мощность P_0 , мВт (при токе, мА)	Имп. мощн. P_e , мВт (при токе, мА)	Быстродействие $T_{0\text{н}}/T_{0\text{ф}}$, мкс	Прямой ток I_f (имп.), мА	Прямое напр. U_f , В (при токе, мА)	Обратное напр. U_R , В
АЛ172А3-1 АЛ172Б3-1 АЛ172В3-1	870	3 5 7				1,7	
АЛ173А	860 ± 40	0,2			30(200)	1,8	3
АЛ177А АЛ172Б	875 ± 25	30 35			240(600)	1,7	3
АЛ179А АЛ179А1	860	3,5 1,0			40	1,5	
АЛ179А2, А3	860	3			40	1,6	

Примечание к таблице

1. Спектральные характеристики ИК-диодов имеют один максимум $\lambda_{ср}$ в интервале рабочего диапазона длин волн. При повышении температуры λ_{max} диода смещается в сторону длинных волн.

2. Пространственная плотность излучения измеряется в милливаттах на стере радиан (мВт/ср). Для измерения силы излучения используются и другой единицей — милликавделой (мКд). Их соотношение: 1 мКд = 1,683 мВт/ср.

Маломощные оптроны

Термин «оптрон» появился как сокращение от английского слова «optical-electronic device» (оптическое электронное устройство). Оптронами называют приборы, в которых имеются источник и фотоприемник оптического излучения, согласованные друг с другом. Принцип действия оптронов любого вида основан на преобразовании электрического сигнала в световую энергию (чаще всего в ИК-диапазоне), которая, проходя какое-то расстояние, попадает на фотоприемник, где опять превращается в электрический сигнал. В оптронах используются фотоприемники различных структур (фотодиодные, фоторезисторные, фототранзисторные), чувствительные в видимой и ближней инфракрасной области.

В основном используется участок ИК-спектра 700...1000 нм, так как для этого диапазона оказалось легче изготовить мощные источники излучения.

Все оптронные приборы по конструкции корпуса могут быть разделены на две группы: с открытым и с закрытым оптическим каналом. Первые применяются в различных бесконтактных датчиках положения, вторые — для гальванической развязки электрических цепей при передаче сигналов, что позволяет защитить устройства от повреждений (гальваническая развязка входа и выхода блоков аппаратуры особенно важна, если между узлами имеется значительная разность потенциалов). Оptrоны также находят широкое применение в электронных схемах автоматического управления и регулировки усиления и др. Здесь будет приведена информация только о приборах с закрытым оптическим каналом, так как они наиболее универсальны и очень широко применяются в радиоаппаратуре.

Все маломощные оптоэлектронные компоненты можно разделить на три группы: **элементарные оптопары** (диодные, транзисторные, тиристорные и симисторные и др.), **ключевые оптопары** (оптодинисторы, оптоотиристоры, оптосимисторы, оптореле — все могут находиться в одном из двух состояний) и **оптронные микросхемы** (внутри имеют усилитель, для которого требуется подавать внешнее питание).

Гальваническую развязку всех видов оптопар характеризуют две основные величины напряжений, которые надо учитывать при выборе замены:

U_{RMS} (или $U_{Ю}$) — напряжение изоляции — максимально допустимое действующее (RMS) напряжение между входом и выходом, которое может длительно присутствовать без риска повредить оптопару (тестовые испытания проводят в течение 1 мин);

U_{pk} — максимально допустимое пиковое напряжение между входом и выходом, воздействие которого допускается кратковременно.

Диодные и транзисторные оптопары

Из всего многообразия оптронов наиболее универсальными являются фотоприемники на основе кремниевых p-n-переходов: фотодиодов и фототранзисторов. Они могут использоваться для передачи не только цифровых, но и аналоговых сигналов. Но, к

сожалению, у всех полупроводников участок линейности передаточной характеристики не велик, что видно на примере графика, рис. 3.

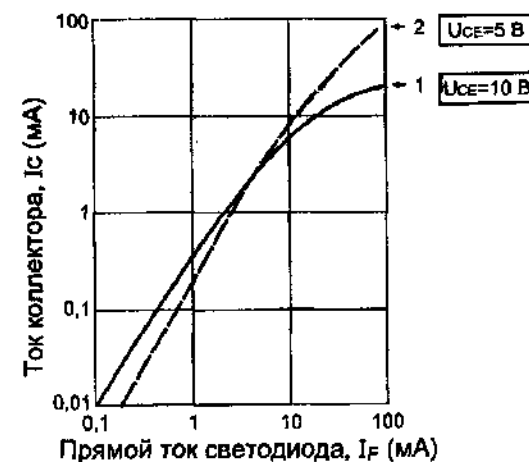


Рис. 3. Типовая передаточная характеристика транзисторных оптопар: 1 — 4N25; 2 — серии CNY17

Важнейшими параметрами диодной и транзисторной оптопар, как элементов связи, являются:

K_i — коэффициент передачи тока (в зарубежной литературе и справочниках этот параметр часто обозначается — CTR (Current Transfer Ratio)). Он определяется отношением токов выходного к входному, выраженному в процентах, $(I_C/I_F) \times 100\%$;

F — граничная рабочая частота, от которой зависит максимальная скорость передачи информации. На практике вместо частоты измеряют длительности нарастания (T_{ON}) и спада (T_{OF}) передаваемых импульсов (по уровню 0,1 и 0,9 P_{max}), от которых и зависит граничная частота: $F \approx 1/(T_{ON} + T_{OF})$.

Диодные оптопары обладают хорошими частотными и шумовыми характеристиками, но имеют очень низкий коэффициент передачи тока (1...10%). Они больше подходят для передачи аналоговых сигналов, изменяющихся в широком динамическом диапазоне. Отечественная промышленность выпускает довольно много таких элементов и с ними можно познакомиться по справочной литературе [1, 2].

Транзисторные оптопары, по сравнению с диодными, за счет внутреннего усиления обладают большей чувствительностью

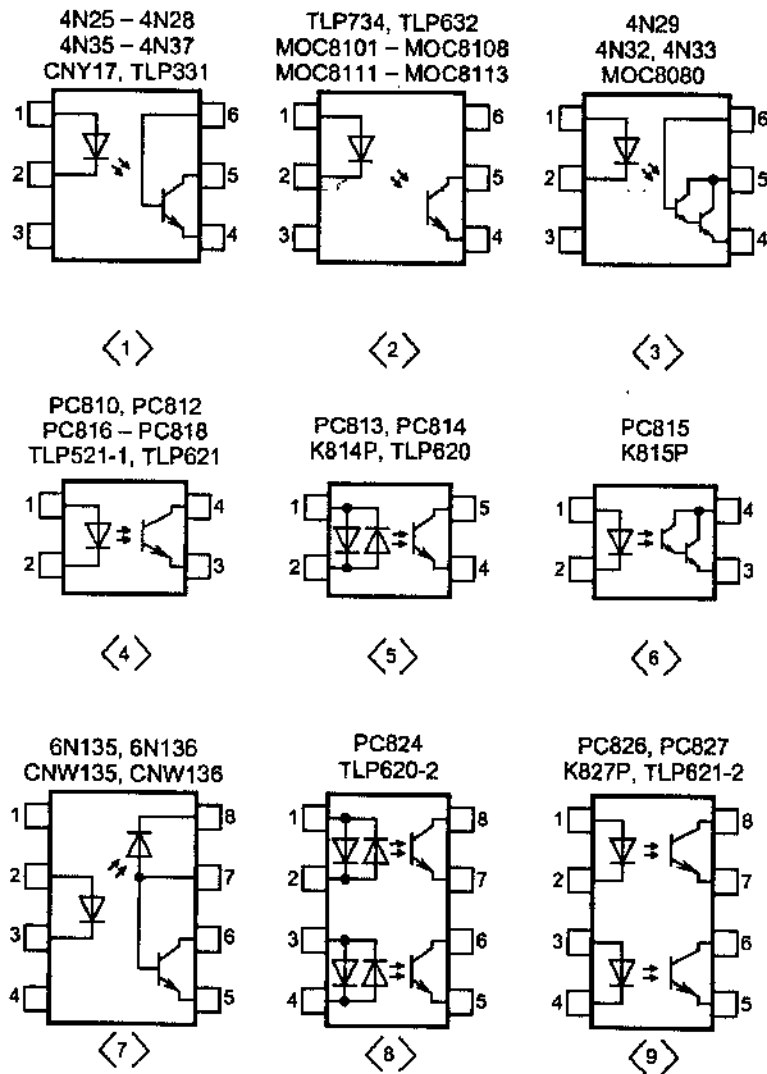


Рис. 4. Расположение выводов и внутренняя структура транзисторных оптопар

(необходим меньший управляющий ток). У них допустим и больший выходной ток, что позволяет во многих случаях при передаче сигналов обойтись без дополнительных последующих каскадов усиления, что удобно. Видимо, поэтому транзисторные оптопары чаще всего применяются в радиоаппаратуре.

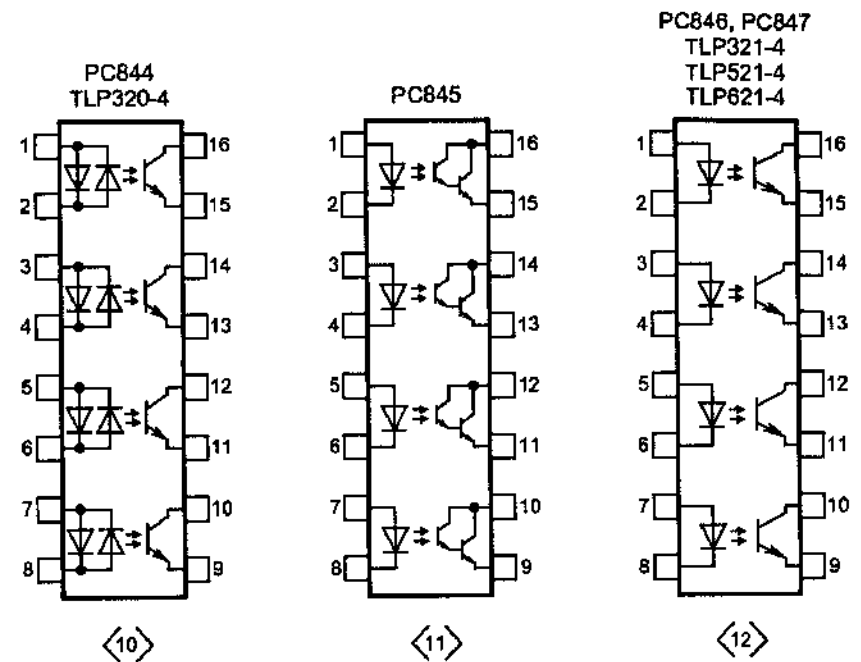


Рис. 4. Продолжение

Несмотря на то, что инерционность транзисторных оптопар выше, чем у диодных, для многих применений она оказывается вполне допустимой. А для повышения быстродействия таких компонентов разработчики придумали простой способ, реализованный при изготовлении некоторых оптопар. Он заключается в объединении в одном корпусе фотодиода и обычного транзистора, как это показано для оптопар 6N135, 6N136 (рис. 4). Фактически получается диодная оптопара с одностранзисторным внутренним усилителем. Такие компоненты применяют для скоростной (до 1 Мбит/с) передачи цифровых сигналов.

Коллекторным током оптотранзистора можно управлять не только оптически (током через ИК-диод), но и электрическим сигналом по базовой цепи (если такой вывод имеется). При этом выходная цепь может работать в линейном или ключевом режиме. Схемы включения транзистора обычно применяются с общим эмиттером или общим коллектором.

Транзисторы, входящие в оптроны, бывают низковольтными, допускающими напряжение эмиттер-коллектор до 30 В (в полно-

Таблица 6. Основные параметры распространенных транзисторных оптопар

Тип оптопары	Вход	Выход			Общие			
	Макс. ток, I _г , мА	Макс. ток, I _с , мА	Макс. напряж. U _{сЕ} , В	T _{ом} /T _{ог} , мкс	Коеф. передачи по току, K _i , не менее, %	Напряж. изоляц. U _{иэмс} , В	Корпус	Вид на рис. 4
4N25 4N25A	20	50	30	1,2/1,3	20	3,75	DIP-6	<1>
4N26	20	50	30	1,2/1,3	20	3,75	DIP-6	<1>
4N27	10	50	30	1,2/1,3	20	3,75	DIP-6	<1>
4N28	10	50	30	1,2/1,3	20	3,75	DIP-6	<1>
4N29	60	50	30	5/40	100	2,5	DIP-6	<3>
4N32	60	50	30	5/100	500	2,5	DIP-6	<3>
4N33	80	50	30	5/100	500	1,5	DIP-6	<3>
4N35	60	50	30	10/10	100	5,3	DIP-6	<1>
4N36	100	50	30	10/10	100	5,3	DIP-6	<1>
4N37	100	50	30	10/10	100	5,3	DIP-6	<1>
4N38 4N38A	20	100	80	3/3	10	5,3	DIP-6	<1>
6N135	25	8	15	1,5/1,5	7	2,5	DIP-8	<7>
6N136	25	8	15	0,8/0,8	19	2,5	DIP-8	<7>
MOC8101	100	20	30	2/3	50	5,3	DIP-6	<2>
MOC8102	100	20	30	2/3	73	5,3	DIP-6	<2>
MOC8103	100	20	30	2/3	108	5,3	DIP-6	<2>
MOC8104	100	20	30	2/3	160	5,3	DIP-6	<2>
MOC8105	100	20	30	2/3	65	5,3	DIP-6	<2>
MOC8106	100	20	70	2/3	50	5,3	DIP-6	<2>
MOC8107	100	20	70	2/3	100	5,3	DIP-6	<2>
MOC8108	100	20	70	2/3	250	5,3	DIP-6	<2>
MOC8111	90	50	70	6/5,5	20	5,3	DIP-6	<2>
MOC8112	90	50	70	6/5,5	50	5,3	DIP-6	<2>
MOC8113	90	50	70	6/5,5	100	5,3	DIP-6	<2>

Продолжение табл. 6

Тип оптопары	Вход	Выход			Общие			
	Макс. ток, I _г , мА	Макс. ток, I _с , мА	Макс. напряж. U _{сЕ} , В	T _{ом} /T _{ог} , мкс	Коеф. передачи по току, K _i , не менее, %	Напряж. изоляц. U _{иэмс} , В	Корпус	Вид на рис. 4
MOC8204	60	2	400	5/5	20	7,5	DIP-6	<1>
MOC8205	60	2	400	5/5	20	7,5	DIP-6	<1>
MOC8206	60	2	400	5/5	20	7,5	DIP-6	<1>
PC813 PC814	±50	50	35	4/4	20	5,0	DIP-4	<5>
PC815	50	80	35	80/70	600	5,0	DIP-4	<6>
PC816	50	50	70	4/4	50	5,0	DIP-4	<4>
PC817	50	50	35	4/4	50	5,0	DIP-4	<4>
PC824	±50	50	35	4/4	20	5,0	DIP-8	<8>
PC825	50	80	35	4/4	600	5,0	DIP-8	<9>
PC826	50	50	70	4/4	50	5,0	DIP-8	<9>
PC827	50	50	35	4/4	50	5,0	DIP-8	<9>
PC844	±50	50	80	5/4	20	5,0	DIP-16	<10>
PC845	50	50	35	80/70	600	5,0	DIP-16	<11>
PC846	50	50	70	4/4	50	5,0	DIP-16	<12>
PC847	50	50	35	4/4	50	5,0	DIP-16	<12>
PC8601	25	8	35	0,5/0,3	15	5,0	DIP-8	<7>
KB814	±50	50	35	4/3	20	5,0	DIP-4	<5>
KB815	50	80	35	60/53	600	5,0	DIP-4	<6>
KB816	50	50	70	4/3	50	5,0	DIP-4	<4>
KB817	50	50	35	4/3	50	5,0	DIP-4	<4>
KB824	±50	50	35	4/3	20	5,0	DIP-8	<8>
KB844	±50	50	35	4/3	20	5,0	DIP-16	<10>
KB846	50	50	70	4/3	50	5,0	DIP-16	<12>
KB847	50	50	35	4/3	50	5,0	DIP-16	<12>

Окончание табл. 6

Тип оптопары	Вход	Выход			Общие			
	Макс. ток, I _F , мА	Макс. ток, I _C , мА	Макс. напряж. U _{CE} , В	T _{ON} /T _{OF} , мкс	Кэф. передачи по току, K _I , не менее, %	Напряж. изоляц. U _{INS} , В	Корпус	Вид на рис. 4
CNY17F-1	100	20	70	2/3	40	5,3	DIP-6	<2>
CNY17F-2	100	20	70	2/3	63	5,3	DIP-6	<2>
CNY17F-3	100	20	70	2/3	100	5,3	DIP-6	<2>
CNY17F-4	100	20	70	2/3	160	5,3	DIP-6	<2>
HCPL2503	25	8	20	0,45/1	15	2,5	DIP-8	<7>
HCPL4502	25	8	20	0,45/1	19	2,5	DIP-8	<7>
OPTO161	50	50	80	4/3	100	5,0	DIP-16	<12>
OPTO162	50	80	35	80/72	600	5,0	DIP-16	<11>
OPTO164	±50	50	80	5/4	60	5,0	DIP-16	<10>
OPTO410	50	50	80	4/3	50	5,0	DIP-4	<4>
OPTO610	50	50	60	5/4	40	5,0	DIP-6	<2>
OPTO611	20	50	80	5/4	100	5,0	DIP-6	<1>

Примечание к таблице

1. Следует учитывать, что в таблице указана типовая величина времени переключения и у некоторых экземпляров значение может быть выше в 3...5 раз.
2. В таблице для K_I (CTR) указана минимальная допустимая величина и для многих приборов значение может быть больше в 3...10 раза.

стью открытым состоянием на них будет 0,25...0,5 В), и высоковольтные, способные работать с U_{кз} ≥ 80 В (в полностью открытом состоянии у них будет падение напряжения от 1 до 7 В, в зависимости от типа). Чем больше максимально допустимое напряжение, на которое рассчитан прибор, тем больше и остаточное напряжение при насыщении.

В табл. 6 приведена справочная информация только по оптронам, которые выпускаются в популярных пластмассовых DIP-корпу-

сах (иногда эти корпуса называют PDIP). В таблицах применяются обозначения:

U_{CE} — напряжение коллектор-эмиттер, В;

T_{ON}/T_{OF} — время включения и выключения (типовое), характеризует быстродействие элементов.

Наиболее популярны среди производителей электронных устройств оптопары серий 4Nxx, 6Nxxx, PC8xx, SFH6xx, HCPL-xxxx и др. Особенности и возможные варианты эквивалентной замены транзисторных оптронов разных производителей указаны в табл. 7. Обратная замена не всегда возможна, так как указанные эквиваленты были разработаны позже и часто имеют лучшие характеристики.

Таблица 7. Варианты замены транзисторных оптронов

Основной тип	Полные зарубежные аналоги (отечественный вариант аналога)	Корпус	Особенности выхода
4N25	LTV4N25, PC4N25, OPTO611	DIP-6	1 канал
4N26	LTV4N26, PC4N26, OPTO611	DIP-6	1 канал
4N27	LTV4N27, PC4N27, OPTO611	DIP-6	1 канал
4N32	K207P	DIP-6	1 канал со схемой Дарлингтона
4N33	PC4N33, (АОУ127А...Д)	DIP-6	1 канал со схемой Дарлингтона
4N35	LTV4N35, PC4N35, OPTO611, (АОУ128А...Д)	DIP-6	1 канал
4N37	LTV4N37, PC4N37, OPTO611	DIP-6	1 канал
4N38	H11D1, H11D2, H11D3, H11D4, OPTO611	DIP-6	1 канал
6N135	CNW135, HCPL-2503, CNW4502, PS8601	DIP-8	1 канал быстродействующий
6N136	CNW136, HCPL-2503, CNW4502, PS8601	DIP-8	1 канал быстродействующий
MOC119	TLP570, PC715V, TIL119	DIP-6	1 канал со схемой Дарлингтона
MOC8111	TLP632, OPTO610	DIP-6	1 канал без вывода базы
MOC8112	TLP632, OPTO610	DIP-6	1 канал без вывода базы

Продолжение табл. 7

Основной тип	Полные зарубежные аналоги (отечественный вариант аналога)	Корпус	Особенности выхода
MOC8113	TLP632(GB), OPTO610	DIP-6	1 канал без вывода базы
MOC8204	TLP371	DIP-6	1 канал
MOC8205	TLP371	DIP-6	1 канал
MOC8206	TLP371	DIP-6	1 канал
CNY17-1	LTV702VA, PC702VA, CNY17-2, K102P2	DIP-6	1 канал
CNY17-2	LTV702VB, PC702VB, CNY75A, TLP535-2	DIP-6	1 канал
CNY17-3	LTV702VC, PC702VC, CNY75B, TLP535-3	DIP-6	1 канал
CNY17-4	LTV702VD, PC702VD, CNY17-4, CNY75C, TLP535-4	DIP-6	1 канал
CNX36	PC703VB, TLP631, CQY80N	DIP-6	1 канал
PC725V	LTV725V, MCA11G, H11G, TLP371, IL66	DIP-6	1 канал со схемой Дарлингтона
PC810	PS2701-1, PS2561-1, PS2701-1	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC812	PS2701-1, PS2561-1	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC813	LTV814, TLP520GB, TLP620, PS2705-1, PS2565-1	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC814	LTV814, TLP520GB, TLP620, PS2705-1, PS2565-1, KB814	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC815	LTV815, TLP523, TIL197, ISP815, PS2502-1, PS2702-1, PS2502-1, KB815	DIP-4	1 канал со схемой Дарлингтона
PC816	LTV816, TLP321, PS2701-1, PS2561-1, KB816	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC817	LTV817, TLP521-1, TLP621, SFH618, PS2701-1, PS2561-1, KB817, (AOY174)	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC818	TLP621, PS2701-1, PS2561-1	DIP-4	1 канал без вывода базы
PC824	LTV824, TLP620-2, PS2505-2, KB824	DIP-8	2 канала

Окончание табл. 7

Основной тип	Полные зарубежные аналоги (отечественный вариант аналога)	Корпус	Особенности выхода
PC825	LTV825, ILD30, TLP523-2, PS2502-2, KB825	DIP-8	2 канала со схемой Дарлингтона
PC826	LTV826, TLP321-2, PS2501-2, PS2561-2	DIP-8	2 канала
PC827	LTV827, TLP621-2, K827P2, PS2501-2, PS2561-2	DIP-8	2 канала
PC844	LTV844, TLP620-4, ISP844, PS2505-4, KB844, OPTO164	DIP-16	4 канала
PC845	LTV845, ILQ30, ISP845, PS2505-4, KB845, OPTO162	DIP-16	4 канала со схемой Дарлингтона
PC846	PS2501-4, KB846	DIP-16	4 канала
PC847	LTV847, TLP521-4, K847P2, ILQ621, ISP847, PS2501-4, KB847, OPTO161	DIP-16	4 канала

Симисторные оптопары

Одна из областей применения оптронов — бесконтактное управление высоковольтными цепями, работающими на переменном или пульсирующем токе. Для этих целей изготавливаются приборы на основе фототиристора (симистор — два фототиристора в одном корпусе). Его структура и работа в схемах аналогична обычным тиристорам (может находиться в одном из двух устойчивых состояний). Кроме непосредственного управления маломощной нагрузкой, такие элементы могут использоваться для запуска (включения) более мощных тиристоров и симисторов.

Основные параметры самых распространенных оптопар этого класса приведены в табл. 8. Некоторые из них имеют встроенную схему управления для обнаружения нуля — ZCC (Zero Crossing Control), которая обеспечивает включение симистора только при переходе фазы питающего напряжения через «ноль». Это подразумевает, что включение коммутатора происходит при напряжении около 5...20 В (в силу физических принципов работы при нуле включить такие элементы невозможно, в отличие от транзисторов).

Таблица 8. Основные параметры симисторных оптопар

Тип оптопары	Входные параметры		Выходные параметры			Общие	
	Ток для срабатывания, I _{ГМА}	Обратное напряжение светодиода, U _Р , не более, В	Коммутируемое напряжение, не более, U _{РМ} В	Ток, не более, мА	ZCC	Напряжение изоляции U _{ИМС} (U _{РК}), кВ	Вид на рис. 5
МОС3010	15	3	250	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3011	10	3	250	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3012	5	3	250	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3020	30	3	400	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3021	15	3	400	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3022	10	3	400	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3023	5	3	400	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3030	30	3	250	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3031	15	3	250	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3032	10	3	250	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3033	5	3	250	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3040	30	6	400	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3041	15	6	400	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3042	10	6	400	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3043	5	6	400	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3051	15	2,5	600	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3052	10	2,5	600	100	-	5,3 (7,5)	<1>
МОС3060	30	6	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3061	15	6	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3062	10	6	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3063	5	6	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>

Окончание табл. 8

Тип оптопары	Входные параметры		Выходные параметры			Общие	
	Ток для срабатывания, I _{ГМА}	Обратное напряжение светодиода, U _Р , не более, В	Коммутируемое напряжение, не более, U _{РМ} В	Ток, не более, мА	ZCC	Напряжение изоляции U _{ИМС} (U _{РК}), кВ	Вид на рис. 5
МОС3081	15	6	800	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3082	10	6	800	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3083	5	6	800	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3161	15	3	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3162	10	3	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>
МОС3163	5	3	600	100	+	5,3 (7,5)	<2>
S21MD3Y	10	6	600	100	-	5,0	<1>
S21MD3VY	15	6	600	100	-	5,0	<1>
S21MD3	7	6	600	100	+	5,0	<2>
S21ME3Y	7	6	600	100	+	5,0	<2>
S21ME4	7	6	600	100	+	5,0	<2>
S21ME4Y	7	6	600	100	+	5,0	<2>
S11ME5	10	6	280	100	-	5,0	<3>
S21ME5Y	10	6	420	100	-	5,0	<3>
S21ME1	10	6	420	100	-	5,0	<3>
TLP525G	10	6	400	100	-	2,5	<3>
OPTO630	5	6	600	100	+	5,0	<2>

Примечание к таблице

U_{РК} – максимально допустимое пиковое напряжение между входом и выходом;
 U_{ИМС} – максимально допустимое напряжение изоляции (действующее значение).

Информация по взаимозаменяемости одноканальных симисторных оптронов от разных фирм-производителей приведена в табл. 9.

Таблица 9. Варианты замены симисторных оптронов

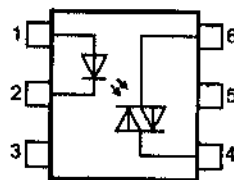
Основной тип	Полные зарубежные аналоги (отечественный вариант аналога)	Корпус	Особенности выхода
МОС810	TLP532, TCDT1110, CNY17F-2, PC714V	DIP-6	
МОС811	TLP632, IL2B	DIP-6	
МОС3020	TLP3021, K3020P, BRT12H, OPI3020, MCP3020, GE3020	DIP-6	
МОС3021	TLP3021, GE3021, ECG3048, OPI3021, MCP3021, GE3021	DIP-6	
МОС3022	TLP3022, OPI3022, MCP3022, GE3022, (АОУ163А)	DIP-6	
МОС3023	TLP3023, OPI3023, MCP3023, GE3023	DIP-6	
МОС3030	TLP3041, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3031	TLP3041, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3032	TLP3042, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3040	TLP3041, TLP3042, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3041	TLP3042, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3042	TLP3042, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3043	TLP3043, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3060	TLP3061, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3061	TLP3061, (АОУ179А), OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3062	TLP3062, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC
МОС3063	TLP3063, OPTO630	DIP-6	Есть схема ZCC

Примечание к таблице

Следует учитывать, что возможны замены аналогичных по структуре оптопар, на лучшие по параметрам, например с более высоким рабочим напряжением: МОС3063 на МОС3083 и т. п.

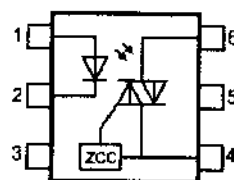
Когда выходной симистор оптопары находится в открытом состоянии, то максимальное напряжение, которое остается на его выводах, может быть от 1,8 до 3 В (зависит от тока в цепи). При

МОС3010 – МОС3023
МОС3050 – МОС3052



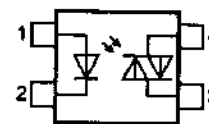
⟨1⟩

МОС3041 – МОС3043
МОС3061 – МОС3063



⟨2⟩

S21ME1
S11ME5
TLP525G



⟨3⟩

Рис. 5. Расположение выводов и внутренняя структура симисторных оптопар

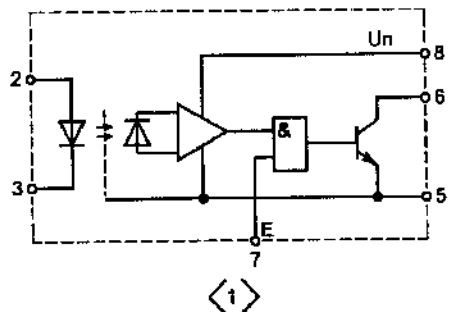
этом кратковременный импульсный ток через нагрузку не должен превышать 1 А. Чтобы не повредить входной светодиод, постоянный ток через него не должен превышать 60 мА (падение напряжения на светодиоде не превышает 1,6 В, что справедливо для всех маломощных оптосимисторов).

Цифровые оптопары

Для передачи цифровых сигналов широкое распространение получили переключательные оптоэлектронные микросхемы (типичным для них является время переключения $\geq 0,1$ мкс). В отличие от других, рассмотренных ранее оптронов, эти содержат внутри несколько каскадов усиления для получения на выходе импульсов с крутыми фронтами, имеющих логические ТТЛ-уровни. Для питания каскадов усиления к соответствующим цепям подключают источник питания (обычно с напряжением 5 В, но выпускаются и низковольтные варианты, предназначенные для рабочего напряжения 3,3 В). При использовании таких элементов в своих конструкциях следует учитывать, что выход большинства «цифровых» оптронов имеет открытый коллектор и им требуется дополнительный нагрузочный резистор (рис. 6). От величины этого резистора во многом зависит максимальное быстродействие элементов. Поэтому при выборе нагрузки следует руководствоваться рекомендациями, которые приводятся в технической документации.

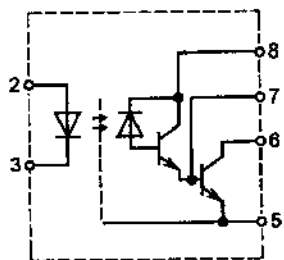
Типовые характеристики распространенных микросхем приведены в табл. 10 (технические параметры у некоторых изготовителей могут быть даже чуть лучше, чем это указано).

6N137, HCPL-2601/2611
HCNW137, HCNW2601/2611



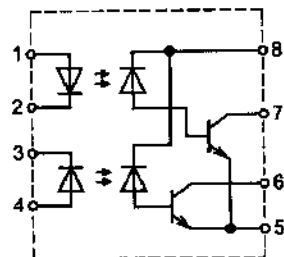
<1>

6N138, 6N139
HCPL-2503, HCPL-4502



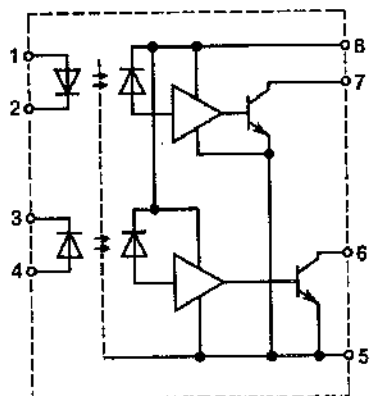
<2>

HCPL-2530/2531/2534



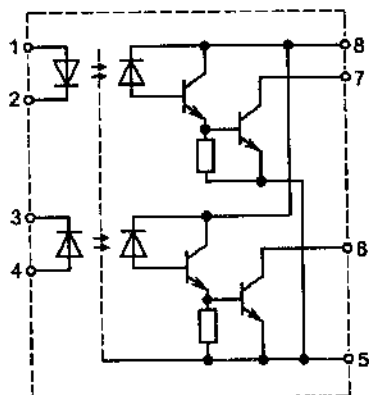
<3>

HCPL-2630/2631/4661



<4>

HCPL-2530/2731



<5>

Рис. 6. Внутренняя структура распространенных цифровых микросхем

Таблица 10. Параметры цифровых микросхем

Тип оптопары	Вход	Выход			Общие			
	Ток, I _F номин./макс. мА	Макс. ток I _O , мА	Макс. напр. U _{CC} и U _O , В	Напряж. лог. 0 не более, В	Типовая скорость, бит/с	Напряж. изоляц. U _{изм} , В	Корпус	Вид на рис. 6
6N137	5/20	50	7	0,8	10М	2500	DIP-8	<1>
6N138	16/20	60	7	0,4	0,1М	2500	DIP-8	<2>
6N139	16/20	60	18	0,4	0,1М	2500	DIP-8	<2>
HCPL2530	16/25	8	15	0,5	1М	2500	DIP-8	<3>
HCPL2531	16/25	8	15	0,5	1М	2500	DIP-8	<3>
HCPL2601	5/20	50	7	0,8	10М	2500	DIP-8	<1>
HCPL2611	15/50	50	7	0,8	10М	2500	DIP-8	<1>
HCPL2630	15/30	50	7	0,8	10М	2500	DIP-8	<4>
HCPL2631	15/30	50	7	0,8	10М	2500	DIP-8	<4>
HCPL2730	12/20	60	7	0,8	0,1М	2500	DIP-8	<5>
HCPL2731	12/20	60	7	0,8	0,1М	2500	DIP-8	<5>

Примечание к таблице

U_{CC} и U_O – соответственно напряжения питания и допустимый уровень на коллекторе выходного транзистора.

Таблица 11. Варианты замены цифровых оптронных микросхем

Основной тип	Полные зарубежные аналоги	Корпус	Краткое описание
6N137	TLP2601, P59601, HCPL-2601, HCPL-2611	DIP-8	1 канал
6N138	6N139	DIP-8	1 канал
HCPL2630	TLP2630	DIP-8	2 канала
HCPL2631	TLP2631	DIP-8	2 канала
HCPL2730	MCL2730	DIP-8	2 канала

ИК-приемники на основе микросхем

В последние 10 лет появилось много оптоэлектронных микросхем, которые ориентированы на выполнение конкретных задач. Их применение позволяет заменить громоздкие узлы, ранее собиравшиеся из дискретных компонентов, всего одним миниатюрным модулем, что очень удобно при изготовлении.

В системах дистанционного управления на ИК-лучах довольно часто применяют специально разработанные модули, называемые еще ИК-ресиверами (IR Receiver). В них фотоприемник и усилитель объединены в одном корпусе, имеющем всего три вывода. Материал корпуса является одновременно и оптическим фильтром, который защищает фотоприемник от воздействия дневного света. Ведущими компаниями мира выпускается довольно много типов таких микросхем, часть из которых показана на рис. 7 (в этих сериях есть варианты и с другим конструктивным исполнением выводов, например для поверхностного монтажа, но они менее распространены).

Внутренняя структура таких модулей у всех производителей одинаковая — она показана на рис. 8 (в описаниях к этим микросхемам обычно приводится упрощенная, менее наглядная картинка). На фотодиоде VD происходит преобразование информационного сигнала из оптического в электрический. Далее он буферным каскадом усиливается, фильтруется (для повышения помехоустойчивости) и формируется в прямоугольные импульсы с крутыми фронтами на выходе. Эти импульсы сразу можно подавать на вход всех распространенных цифровых микросхем.

Система автоматической регулировки (APY) компенсирует фоновую засветку фотодиода. Калибровка APY сделана в паузах между импульсами, поэтому микросхема не реагирует на непрерывную помеху даже на рабочей частоте.

Благодаря интегратору и компаратору с гистерезисом в схеме обеспечивается защита от появления неконтролируемых выходных импульсов. В исходном состоянии, пока нет ИК-сигнала — выходной транзистор закрыт и на выходе будет напряжение, близкое к питанию. При низком уровне фильтрации питающего напряжения все производители рекомендуют подавать его на эти микросхемы через R1-C1 цепочку, показанную на рисунке.

Отличия между микросхемами разных серий заключаются в назначении выводов (см. табл. 10 и 11), а также внутреннем выходном сопротивлении (обычно оно бывает не менее 22 кОм). Допус-

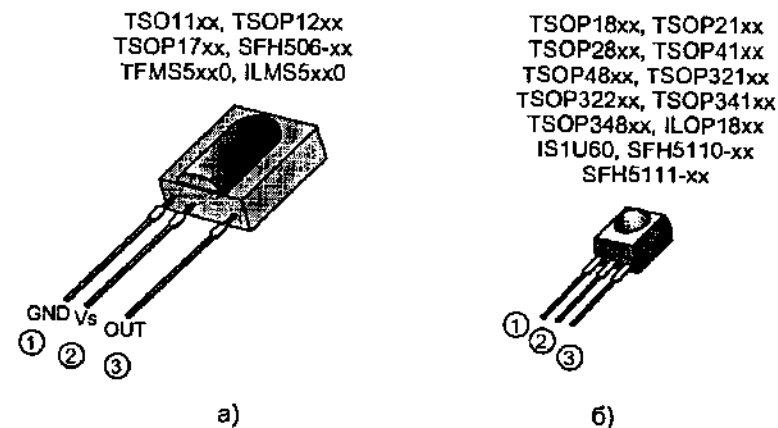


Рис. 7. Внешний вид ИК-фотомодулей: а — в стандартном корпусе PM1 (standard), б — миниатюрное исполнение, корпус PM2 (small size)

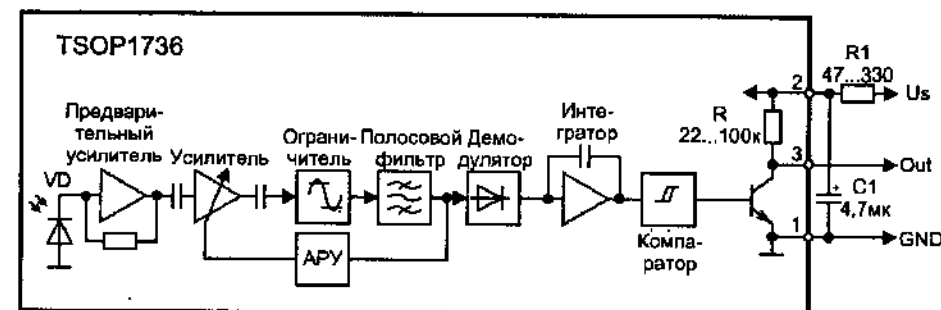


Рис. 8. Блок-схема внутренней структуры микросхем ИК-модулей

кается подключать между выходом и +Us дополнительный внешний резистор сопротивлением не менее 10 кОм.

В обозначении типа часто первые буквы — международный код производителя, а на месте знаков xx стоят цифры тактовой частоты приходящих ИК-импульсов, в кГц (только для 36,7 кГц указывается округленное значение — 37). Далее в обозначении могут быть различные буквы и цифры, которые являются признаком конструктивного исполнения. Исключением из этого легко запоминаемого правила являются модули, выпускаемые японскими фирмами (Sharp, Panasonic и некоторые другие).

Основные параметры фотомодулей разных типов приведены в табл. 12 и 13.

Таблица 12. Микросхемы в корпусе PM1

Технические параметры	Тип микросхемы					
	SFH506-xx SFH506-36	TSOP11xx, TSOP1136	TSOP12xx, TSOP1236	TSOP17xx, TSOP1736	TFMS5xx0, TFMS5360	ILMS5360, ILMS5380
Выпускаются для тактовых частот сигнала, кГц	30; 33; 36; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	36; 38
Напряжение питания (диапазон), В	4,5...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5
Потребляемый ток Is (не более), мА	0,6...1,0	0,4...1,5	0,4...1,5	0,4...1,5	0,4...0,8	0,4...1,0
Допустимый ток выхода Io (не более), мА	5	5	5	5	5	5
Максимальная скорость передачи информации, бит/с	1200	4000	1200	1200	1200	1200
Назначение выводов	1 — GND 2 — Us 3 — Out	1 — GND 2 — Us 3 — Out	1 — GND 2 — Us 3 — Out	1 — GND 2 — Us 3 — Out	1 — GND 2 — Us 3 — Out	1 — GND 2 — Us 3 — Out
Фирма-изготовитель	Siemens	Vishay	Vishay	Vishay, Temic	Philips, Temic	Интеграл

Примечание к таблице

Модули TSOP1100 выпускаются с более широкополосным фильтром, имеющим полосу 33...57 кГц.

Таблица 13. Микросхемы в миниатюрном корпусе PM2

Технические параметры	Тип микросхемы					
	ILOP1836 ILOP1838	TSOP18xx... TSOP1836SS3V	TSOP21xx TSOP2136	TSOP28xx TSOP2836	TSOP41xx TSOP4136	TSOP48xx TSOP4836
Выпускаются для тактовых частот ИК сигнала, кГц	36, 38	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56
Напряжение питания (диапазон), В	4,5...5,5	3...6	4,5...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5
Потребляемый ток Is (не более), мА	0,5...1,5	0,5...1,0	0,8...1,5	0,9...1,5	0,8...1,5	0,8...1,5
Допустимый ток выхода Io (не более), мА	5	5	5	5	5	5
Максимальная скорость передачи информации, бит/с	*	1200	4000	*	*	*
Назначение выводов	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — Us 3 — GND	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — GND 3 — Us
Фирма-изготовитель	Интеграл	Vishay	Vishay	Vishay	Vishay	Vishay

Примечание к таблице

* В документации информация не приводится.

** Модули TSOP18xx фирмы Vishay выпускаются с двумя вариантами назначения выводов.

Продолжение табл. 13. Микросхемы в миниатюрном корпусе PM2

Технические параметры	Тип микросхемы						
	TSOP321xx (TSOP322xx)	TSOP341xx (TSOP348xx)	SFH5110-xx	SFH5111-xx	IS1U60	PNA4601M (PNA4602M)	PNA4701M (PNA4702M)
Выпускаются для тактовых частот ИК сигнала, кГц	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 36,7; 38; 40; 56	30; 33; 36; 38; 40	30; 33; 36; 38; 40	38	36,7 (38)	36,7 (38)
Напряжение питания (диапазон), В	2,7...5,5	2,7...5,5	4,5...5,5	4,5...5,5	4,7...5,3	4,7...5,3	3,3
Потребляемый ток Is (не более), мА	0,7...1,5	0,7...1,5	1,3	1,3	2,8...4,5	1,8...3,0	0,8
Допустимый ток выхода Io (не более), мА	3	3	5	5	5	*	*
Максимальная скорость передачи информации, бит/с	4000 (800)	4000 (800)	*	*	*	*	*
Назначение выводов	1 — Out 2 — Us 3 — GND	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — Us 3 — GND	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — GND 3 — Us	1 — Out 2 — GND 3 — Us
Фирма-изготовитель	Vishay	Vishay	Osrain	Osrain	Sharp	Panasonic	Panasonic

Примечание к таблице

* В документации информация не приводится.

Общими для всех этих модулей являются следующие технические параметры:

- Фотоприемник предназначен для работы с излучением длиной волны 950 нм (рис. 9, а);
- Имеется внутренний полосовой фильтр для выделения принимаемой частоты (рис. 9, б);
- Фотомодули выполнены по МОП-технологии и их выход совместим с КМОП и ТТЛ микросхемами;
- Специальный внутренний экран защищает от воздействий внешних электрических полей;
- Потребляемая мощность не более 50 мВт (для 3-вольтовых — 30 мВт);
- При работе приемного модуля (с излучающим ИК-диодом, управляемым импульсным током до 0,3...1,5 А) дальность действия может составлять 10...35 м.

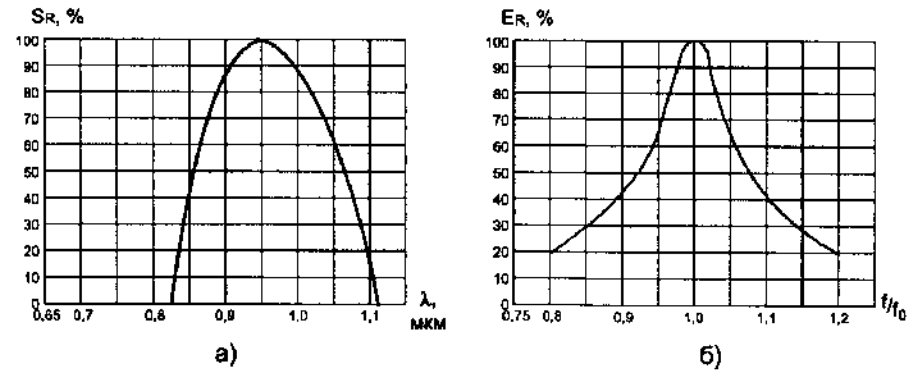


Рис. 9. Зависимость чувствительности (при 25°C): а — от длины волны ИК-излучения (спектральная характеристика); б — как функция нормированной частоты (амплитудно-частотная характеристика)

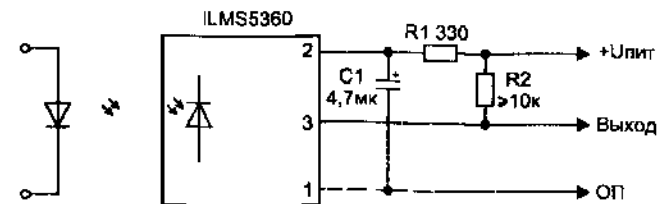


Рис. 10. Типовая схема включения микросхем

Как видно из таблиц, незначительно отличаются энергетические характеристики и быстродействие. Последний параметр важен в случае применения этих модулей для организации цифрового ИК-канала связи. В большинстве случаев модули с одинаковой конструкцией корпуса и частотой фильтра — взаимозаменяемы. То есть:

- > TSOP1736 = ILMS5360 = GP1U52X = SFH506-36;
- > TSOP1836 = ILOP1836 = SFH5110-36 = TSOP4836.

Дополнительная литература

1. Иванов В. И. и др. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник. — М.: Энергоатомиздат. 1988.
2. Пароль Н. В., Кайдалов С. А. Фоточувствительные приборы и их применение: Справочник. — М.: Радио и связь. 1991.

Новая книга издательства «СОЛОН-Пресс»

Б. Ю. Семенов

Дискотека своими руками (с компакт-диском)

Формат 60×88/16
Объем 256 стр.
ISBN 5-98003-172-3

Книга в увлекательной форме рассказывает о том, как с помощью несложных самодельных электронных средств на высоком профессиональном уровне организовать веселый праздник, дискотеку, выпускной вечер, театральную постановку.

Все приведенные в книге конструкции доступны для повторения радиолюбителями даже с минимальным опытом, не содержат дефицитных и дорогих радиоэлементов, просты в настройке и надежны в работе. Книга будет полезна всем, кто интересуется электронной звуковоспроизводящей техникой и техникой световых эффектов.

На прилагаемом компакт-диске содержится техническая документация на большинство микросхем, транзисторов и других электронных компонентов, использованных в публикуемых конструкциях, эскизы всех печатных плат в формате SprintLayout 3.0, свободно распространяемое программное обеспечение для расчета элементов акустических агрегатов и составления CD дисков, материалы по истории звукозаписи. Вся эта информация пригодится тем, кто хочет подробнее разобраться в работе описанных схем и реализовать свои идеи, которые могут появиться по ходу чтения книги. Авторский сайт в Интернете можно посетить по адресу:

<http://www.radioland.mrezha.ru>

Приобрести можно: www.solon-press.ru или www.abook.ru

