

Электроника в нашем доме

© Перевод на русский язык, Энергоатомиздат, 1987

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

В предлагаемой книге приведены подробные описания электротехнических, электромеханических, оптико-электронных, фоточувствительных и электронных устройств, узлов, а также их схем, которые могут быть полезны в домашнем хозяйстве.

Читатель найдет в ней схемы электронных звонков, воспроизводящих запрограммированные фрагменты музыкальных произведений, охранных устройств на основе различных датчиков (механических, световых, фотоприемных), схемы сигнализации и контроля. Могут заинтересовать читателя и устройства включения и отключения бытовых энергопотребителей, схемы управления электродвигателями, автоматического полива комнатных растений, контроля режима работы бытовых электроприборов (стиральных машин, сушилок для белья, «электронного душа»).

Наряду с принципиальными электрическими и монтажными схемами устройств даны упрощенные описания принципов их работы, а также некоторые рекомендации по наладке и настройке. При монтаже описанных устройств используются как стандартные элементы (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, тиристоры, оптоэлектронные приборы, интегральные микросхемы), так и нестандартные конструкции, которые изготавливаются по приведенным в книге чертежам и эскизам.

В приложении, помещенном в конце книги, дана таблица зарубежных изделий электронной техники и их отечественных аналогов (как приближенных, так и функциональных). Обращаем внимание читателя на возможность различия по некоторым параметрам зарубежных и отечественных элементов; в этом случае потребуются корректировка номинальных значений пассивных элементов схем или навесной монтаж дополнительных элементов при самостоятельной сборке устройств.

Необходимые для работы сведения об основных параметрах отечественных и зарубежных полупроводниковых приборов можно найти в справочнике А. В. Нефедова и В. И. Гордеевой «Отечественные полупроводниковые приборы и их зарубежные аналоги» (М.: Радио и связь, 1985), а описание и параметры интегральных микросхем — в книге «Зарубежные интегральные микросхемы широкого применения» под редакцией А. А. Чернышева (М.: Энергоатомиздат, 1984).

Надеемся, что предлагаемая книга позволит расширить круг интересов читателей и послужит им основой для развития самостоятельных конструкторских и схемотехнических навыков.

А. В. Нефедов

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее издание предназначено для читателей, интересующихся вопросами применения электроники в быту. Область использования электронных приборов в домашних условиях весьма обширна.

Книга содержит три главы. В первых двух рассмотрены электрические схемы различных сигнальных устройств, применяемых в быту. Описание этих схем поможет читателю выбрать то из предлагаемых технических решений, которое наиболее целесообразно использовать в его доме или квартире. Главное преимущество большинства предлагаемых схем — их простота. Схемы не только не ограничивают, но и поощряют у желающих поиск путей их совершенствования. Устройства, собранные в соответствии с содержащимися в книге схемами, полностью работоспособны. Автор не ставил целью подробное описание принципов их действия. Если монтаж произведен правильно, то устройство будет работать и без полного понимания схемы.

Третья глава посвящена применению электроники в современном домашнем хозяйстве. В ней рассмотрены главным образом электрические схемы управления и регулирования бытовой техники, а также направления в их развитии.

Книга рассчитана на широкий круг читателей — от начинающих любителей до специалистов, работающих в области электротехники и электроники.

Автор надеется, что книга заинтересует увлекающихся бытовой электроникой читателей и, возможно, будет для них небесполезной.

Глава 1

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ
ДОМАШНИХ СИГНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ1.1. ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
И ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Для привлечения внимания или вызова обычно используют световые или звуковые сигнальные устройства: электрические звонки, зуммеры и другие источники сигналов. Следующей ступенью развития стали звонки типа «бим-бом». Преимущество большинства из них состоит в том, что звуковой сигнал возникает лишь в момент нажатия кнопки звонка, а для каждого следующего сигнала необходимо повторное нажатие.

Однако сигнал у большинства таких устройств является непродолжительным, поэтому часто не привлекает достаточно внимания, а иногда остается и вовсе не услышанным. У новых образцов сигнальных устройств с ртутными контактами за нажатием кнопки следует двойное звучание. Отдельные типы звонков снабжены электролампами, подающими одновременно со звуковым и световой сигнал, что особенно удобно для шумных помещений.

Электроника позволяет заменить традиционные электрические звонки устройствами, выполненными на транзисторах и интегральных микросхемах, и получить в результате приятные и мелодичные сигналы, например в виде фрагментов музыкальных мелодий.

1.1.1. ЭЛЕКТРОННЫЕ ДВЕРНЫЕ ЗВОНКИ

Простейшие транзисторные зуммеры. На рис. 1,а приведена схема транзисторного генератора, применяемого вместо электрического дверного звонка. Сечение сердечника автотрансформатора 14X14 мм; количество витков в обмотках: $n_1 = 35$; $n_2 = 60$; $n_3 = 20$; диаметр проволоки 0,42 мм. Требуемое значение частоты звука может быть установлено изменением емкости конденсатора С. Потребляемый генератором ток при напряжении 4,5 В составляет 160 — 200 мА.

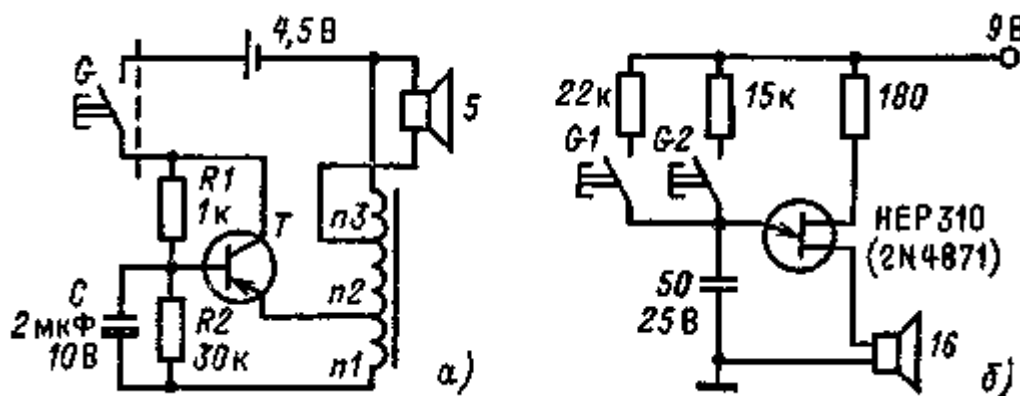


Рис. 1. Схемы дверного звонка с транзисторным генератором (а) и генератором на однопереходном транзисторе (б)

Отрегулированные на различную частоту транзисторные зуммеры дают существенно отличающиеся по звучанию сигналы, что особенно удобно при установке таких устройств в помещениях с общим входом,

На рис. 1, б изображена схема электронного дверного звонка с однопереходным транзистором, которая обеспечивает подачу сигналов различного звучания при нажатии кнопки на передней $G1$ и задней $G2$ дверях (например, в кухне и прихожей). Силу звука можно повысить, изменив номиналы резисторов или увеличив напряжение питания (до 24 В).

Электронные звонки с использованием мультивибратора. На рис. 2, а представлена схема электронного звонка с самовозбуждающимся мультивибратором. Транзисторы $T1$ и $T2$ входят в схему мультивибратора. При нажатии на кнопку G мультивибратор начинает генерировать колебания, а акустический индикатор (динамик), находящийся в коллекторной цепи $T3$, воспроизводит звук, высота которого соответствует частоте этих колебаний.

На схеме, изображенной на рис. 2, б, при нажатии на кнопку *G* на мультивибратор, состоящий из транзисторов *T1* и *T2*, подается напряжение питания 9 В. Динамик, подключенный к коллектору транзистора *T3*, воспроизводит звук соответствующей частоты. Частота звука может быть изменена соответствующей регулировкой потенциометра *P*.

На рис. 2, в показан электронный дверной звонок, действующий при различных значениях напряжения.

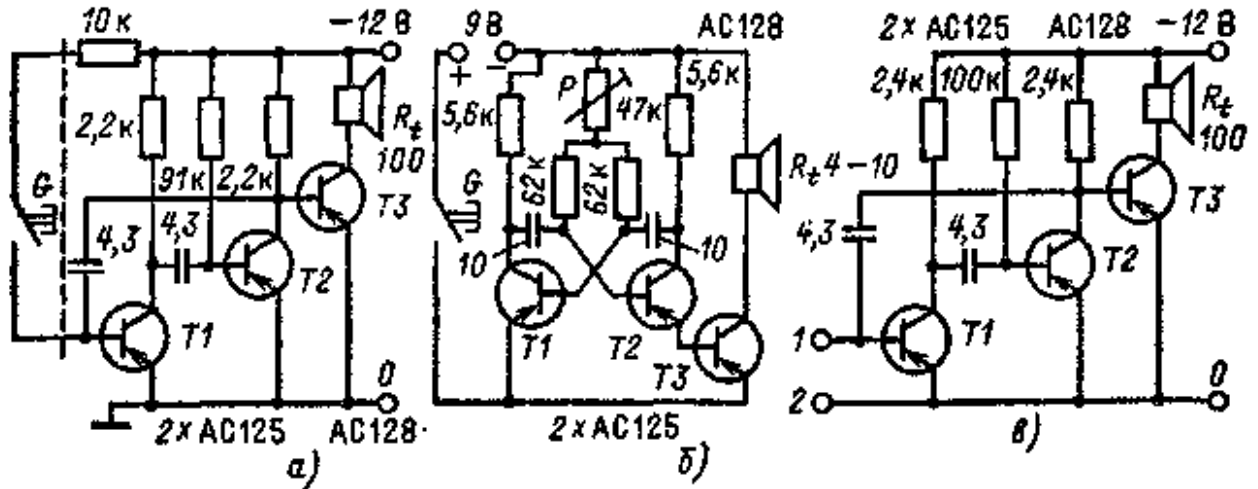


Рис. 2. Электронные дверные звонки с самовозбуждающимся мультивибратором:
 а — схема передачи прямоугольных сигналов из коллектора транзистора *T2*; б — схема передачи прямоугольных сигналов из эмиттера транзистора *T2*; в — электронный дверной звонок, действующий при различных значениях напряжения

Мультивибратор, как и в предыдущих случаях, образуют транзисторы *T1* и *T2*. До тех пор, пока напряжение на входных клеммах *1* и *2* не достигнет достаточного для срабатывания транзистора *T1* значения, динамик не включается.

Звонок двойного звучания типа «бим-бом» может быть собран по схеме, приведенной на рис. 3, с использованием мультивибратора. К ее преимуществам можно отнести изменяемость ритма, периода колебаний, а также продолжительности паузы между двумя звуковыми сигналами.

На схеме мультивибратор образован транзисторами *T1*, *T2*. Период возникновения прямоугольных импульсов можно регулировать потенциометрами *P1* и *P2*. Коэффициент их заполнения, а также длительность устанавливаются, изменением сопротивления резистора в базовой цепи. С помощью подстроечных потенциометров *P1* и *P2* продолжительность звучания звонка регулируется в диапазоне от 3 с до непрерывного сигнала.

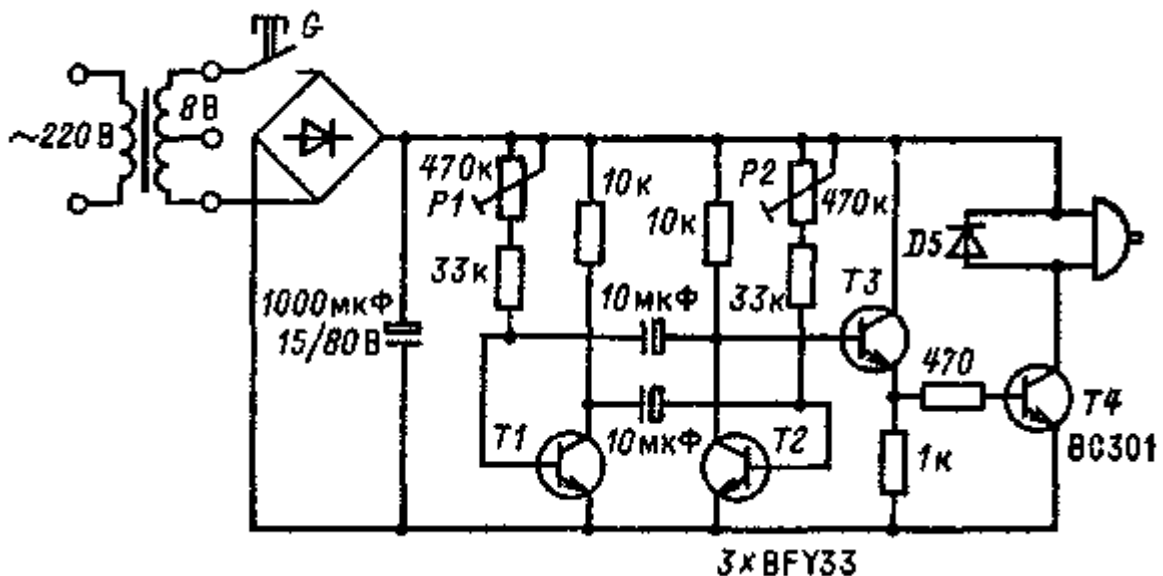


Рис. 3. Схема, использующая мультивибратор для получения разного звукового эффекта звонков типа «бим-бом»

Колебания через эмиттерный повторитель, построенный на транзисторе *T3*, поступают на каскад на транзисторе *T4*, в результате чего звонок типа «бим-бом» срабатывает. При нажатии на кнопку транзистор *T3* открывает...

вается и открывает транзистор $T4$, что приводит к возникновению первого звукового сигнала. Если открывается транзистор $T2$, то транзисторы $T3$ и $T4$ запираются, соответственно разрывается цепь звонка и следует звуковой сигнал другой тональности. В соответствии с частотой колебаний мультивибратора время звучания сигнала зависит от продолжительности нажатия на кнопку звонка. Диод $D5$ защищает транзистор $T4$ от индуктивных всплесков напряжения.

На рис. 4 показана схема электронного звонка тройного звучания с использованием мультивибратора. При нажатии на кнопки $G1$, $G2$ и $G3$ в динамике слышны звуки частотой 2, 1 и 0,3 кГц соответственно. Преимущество ее в том, что при соединении кнопок и сигнального устройства требуется всего одна пара проводов.

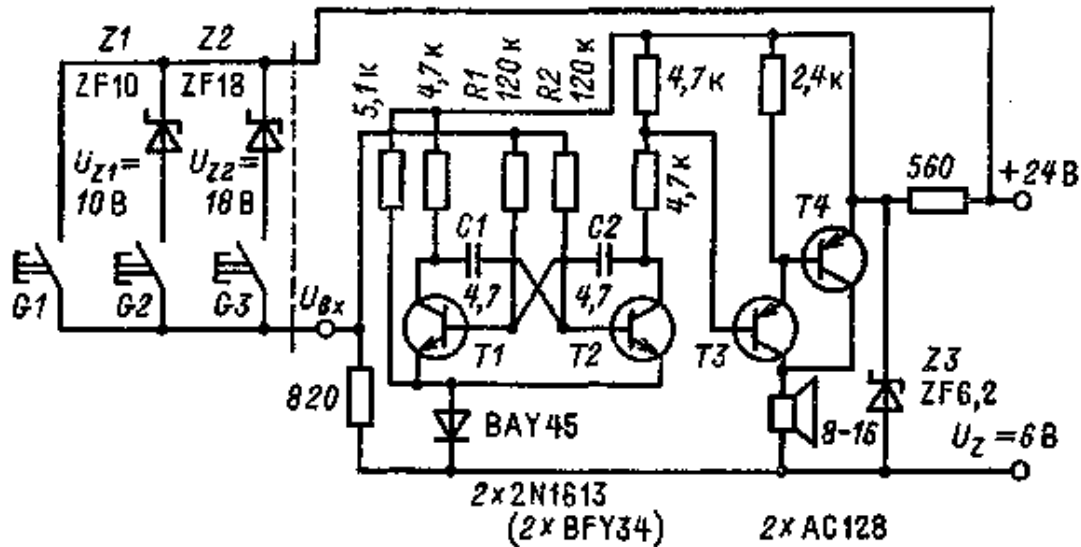


Рис. 4. Электронный звонок тройного звучания

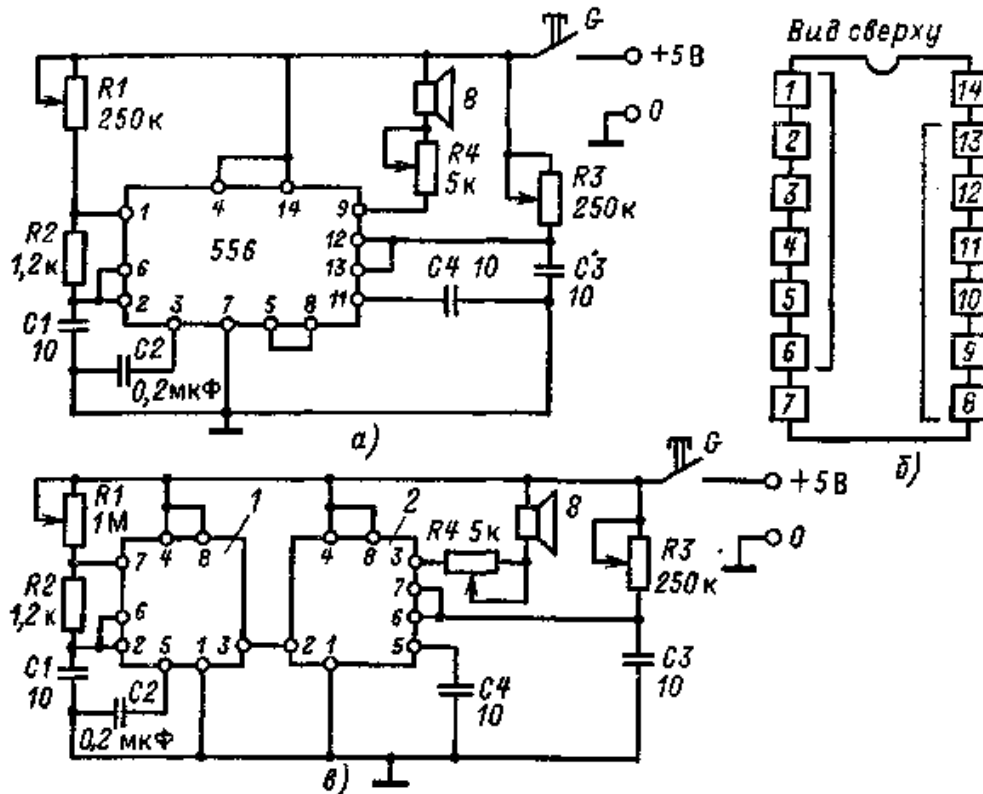


Рис. 5. Электронные звонки на интегральных микросхемах:

а — с использованием двойного таймера типа 556; б — назначение выводов интегральной микросхемы: 1 — разрядное; 2 — порог; 3 — управляющее напряжение; 4 — сброс; 5 — выход; 6 — триггер; 7 — земля; 8 — триггер; 9 — выход; 10 — сброс; И — управляющее напряжение; 12 — порог; 13 — разрядка; 14 — $+U_{пит}$; в — с двумя таймерами типа 555: 1 — самовозбуждающийся мультивибратор; 2 — моностабильный мультивибратор

Мультивибратор приводит в действие динамик через составные транзисторы $T3$ и $T4$, образующие усилитель по схеме Дарлингтона. При отсутствии напряжения на входе ($U_{вх} = 0$) транзисторы $T1$ и $T2$ закрыты. Если же имеется положительное напряжение, то мультивибратор вступает в работу и генерирует колебания, частота которых зависит от значения приложенного напряжения. При повышении входного напряжения она возрастает, так как возрастает ток, проходящий через резисторы $R1$ и $R2$, и поэтому быстрее заряжаются конденсаторы $C1$ и $C2$. При нажатии на кнопку $G1$ напряжение на входе мультивибратора составляет +24 В, а при нажатии на кнопки $O2$ и $C3$ — соответственно $U_T - U_{Z1} = 24 - 10 = 14$ В и $U_T - U_{Z2} = 24 - 18 = 6$ В.

На рис. 5 показаны схемы электронных звонков со специальными звуковыми эффектами.

Один из таймеров интегральной микросхемы типа 556 (рис. 5, б) работает в качестве самовозбуждающегося мультивибратора. Вывод 5 соединяется с вводом 8 другого таймера (рис. 5, а), работающего по схеме моностабильного мультивибратора. Частота импульсов, образованных самовозбуждающимся мультивибратором, определяется параметрами элементов схемы $R1$ и $C1$. На выводной клемме 9 образуются соответствующие выходные импульсы. Их продолжительность регулируется элементами $R3$ и $C3$.

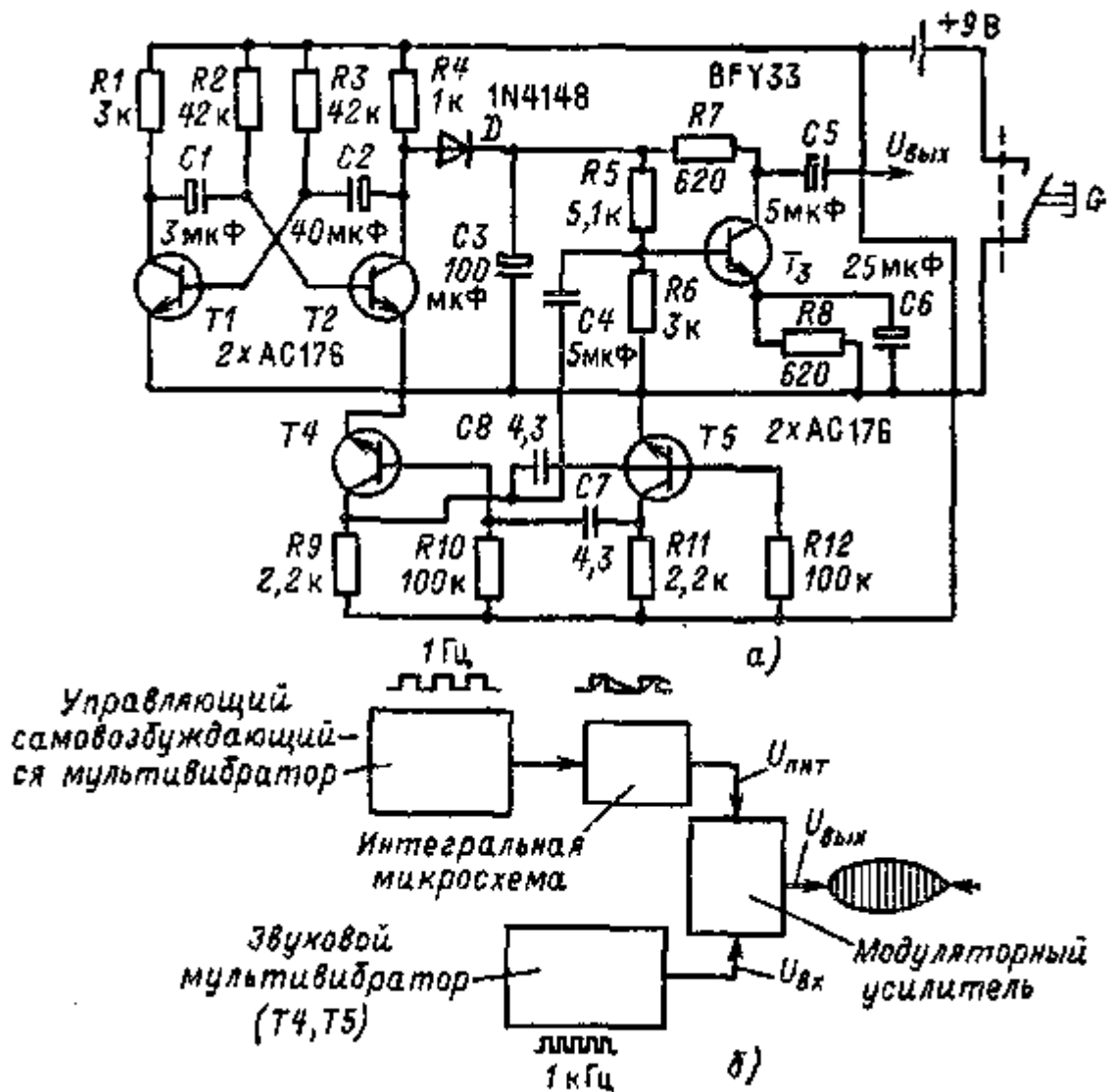


Рис. 6. Электронный звонок, имитирующий звук гонга:
а — схема соединений; б — структурная схема

Здесь моностабильный мультивибратор работает в качестве делителя частоты, что сопровождается проявлением специальных звуковых эффектов. Сила звука в малой степени может быть изменена с помощью потенциометра $R4$. Для достижения поставленной цели должны быть изменены параметры элементов схемы $R1$ и $C3$.

Очень интересный звуковой эффект может быть получен при нажатии кнопки G и установке вместо резисторов $R1$ и $R3$ фоторезистора (например, типа LDR03). Звуковой сигнал в этом случае может изменяться в зависимости от степени освещенности фоторезистора карманным фонарем. Варьированием характеристики $R1$ модулируется частота самовозбуждающегося мультивибратора, а изменением характеристики резистора $R3$ достигается звучание в виде тремоло.

Электронные звонки, имитирующие звук гонга. Вместо традиционного электрического звонка в качестве источника звука прекрасный эффект дает применение электронного гонга с его характерным гармоничным звучанием. Схема, приведенная на рис. 6, функционирует следующим образом. На вход каскада усиления, именуемого модулярным усилителем (транзистор $T3$), поступают прямоугольные импульсы от самовозбуждающегося мультивибратора ($T1$ и $T2$) с частотой 1 кГц.

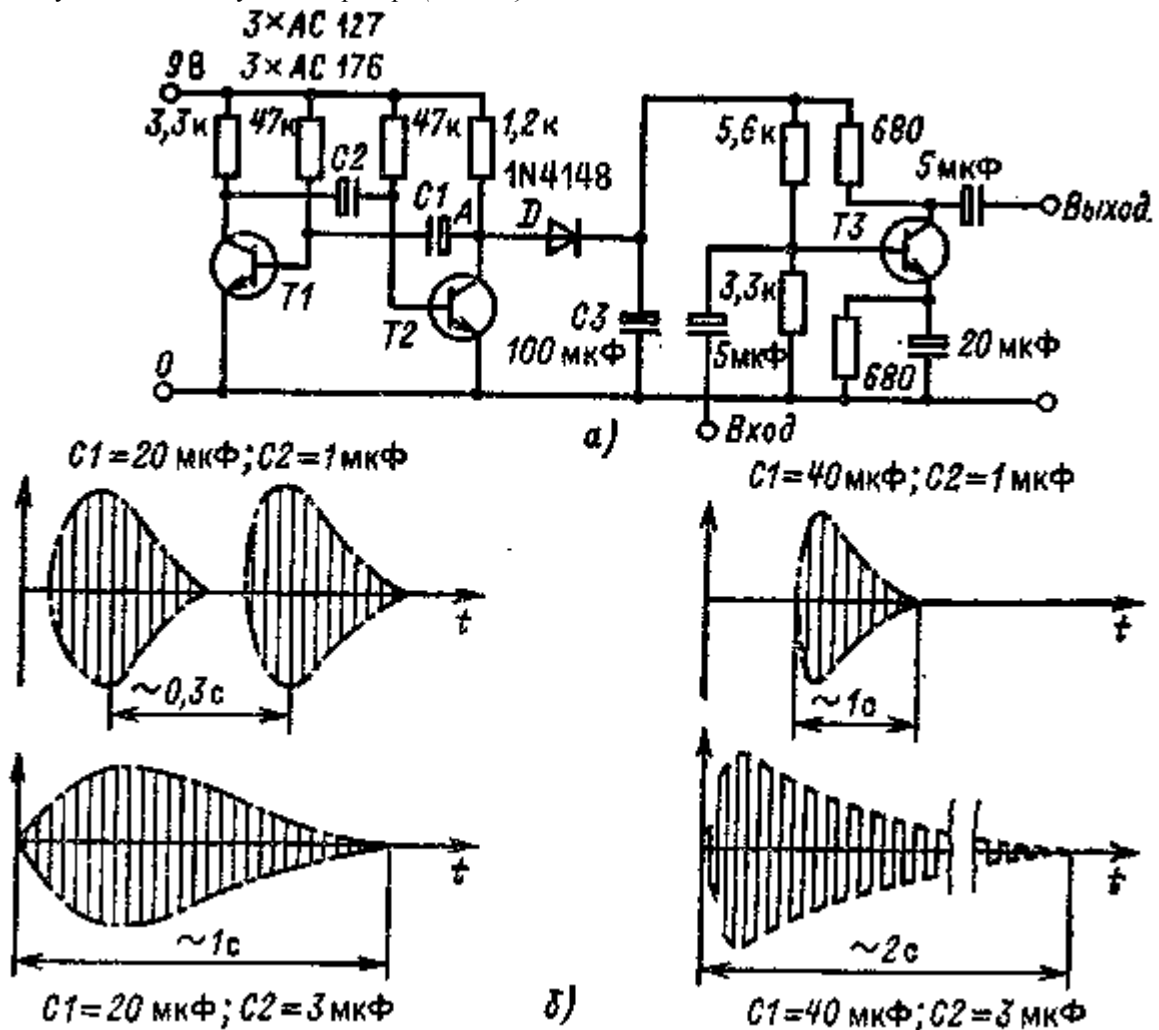


Рис. 7. Схема, позволяющая имитировать звук гонга: а — схема соединений; б — формы выходных сигналов при различных значениях емкостей

В этом случае на выходе модуляторного усилителя (при условии неизменности его питающего напряжения) получаем монотонный сигнал частотой 1 кГц, который из динамика слышен как звук неизменной интенсивности. Прямоугольный сигнал нужной частоты интегрируется, и таким образом получается напряжение треугольной формы (т. е. сначала нарастает, а затем экспоненциально спадает). Далее оно поступает на модулятор, что и позволяет добиться характерного звучания.

Когда транзистор $T2$ закрыт, конденсатор $C3$ заряжается через коллекторное сопротивление резистора $R4$ и диод D . Постоянная времени зарядки является функцией произведения $R4 \cdot C3$. При переходе мультивибратора в новое состояние транзистор $T2$ открывается и его коллекторное напряжение уменьшается. Одновременно конденсатор $C3$ начинает разряжаться через коллекторную цепь транзистора $T3$. Диод D препятствует разрядке конденсатора $C3$ через транзистор $T2$. Таким путем может быть увеличено значение постоянной времени разрядки конденсатора.

Экспоненциально нарастающее, а затем спадающее напряжение модулирует по амплитуде сигнал в каскаде усиления. Изменением емкости конденсатора $C1$ мультивибратора можно регулировать время нарастания, а конденсатора $C2$ — время спада сигналов. Тем самым обеспечивается получение сигнала гонга требуемого звучания. Изменением частоты мультивибратора достигается различная высота звука. Например, более низкий и продолжительный он получается при 300 — 400 Гц. В случае же использования больших (1000 — 2000 Гц) частот звучание более резкое и менее продолжительное.

На рис. 7 показана еще одна схема, позволяющая получить звук, подражающий гонгу. Ее построение сходно с изображенным на предыдущем рисунке. На вход модуляторного каскада на транзисторе $T3$ подается прямоугольный сигнал мультивибратора, а к его выходу подсоединяется соответствующий усилитель. Состоящий из

транзисторов $T1$ и $T2$ задающий мультивибратор в данном случае работает на частоте 1 Гц. Изменяя емкости $C1$ и $C2$, получаем возможность регулировать в широких пределах частоту и коэффициент заполнения прямоугольного сигнала. Звучание гонга в каждом новом случае может быть различным. Меняя номинал конденсатора $C1$, регулируют время спада, а конденсатора $C2$ — время нарастания сигнала. Высота же звука зависит от частоты мультивибратора. Формы выходных сигналов при различных значениях емкостей приведены на рис. 7, б.

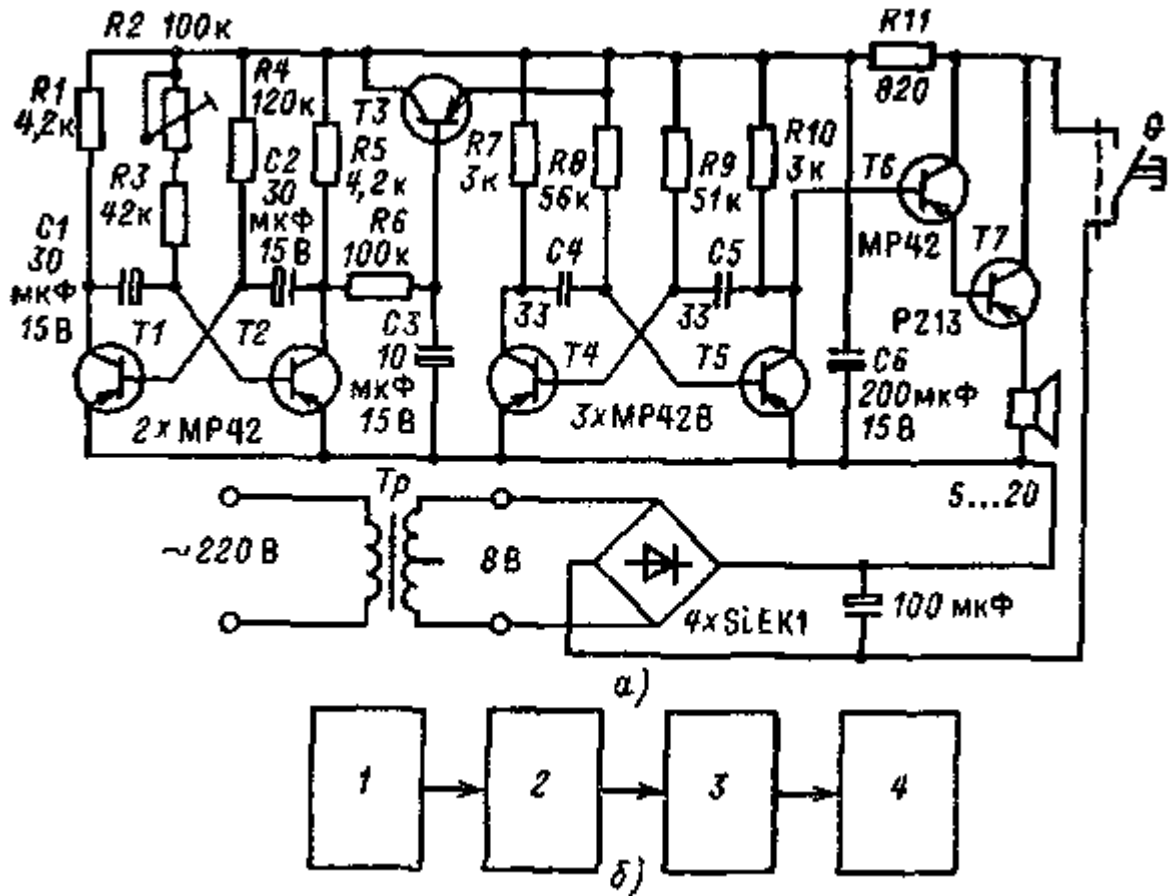


Рис. 8. Электронный музыкальный звонок: а — схема соединений; б — структурная схема

Электронные музыкальные звонки. На рис. 8 приведены схема соединений и структурная схема электронного звонка с приятным музыкальным звучанием. Здесь задающий самовозбуждающийся мультивибратор, состоящий из транзисторов $T1$ и $T2$, выдает импульсы через 2,5 — 3 с. С коллектора транзистора $T2$ сигнал поступает на схему интегрирования, состоящую из элементов $R6$, $C3$. При заряде конденсатора $C3$ и его разряде во время работы задающего мультивибратора сигнал на базе транзистора $T3$ экспоненциально возрастает или соответственно уменьшается. Таким образом, осуществляется управление мультивибратором звуковой частоты, состоящим из транзисторов $T4$ и $T5$.

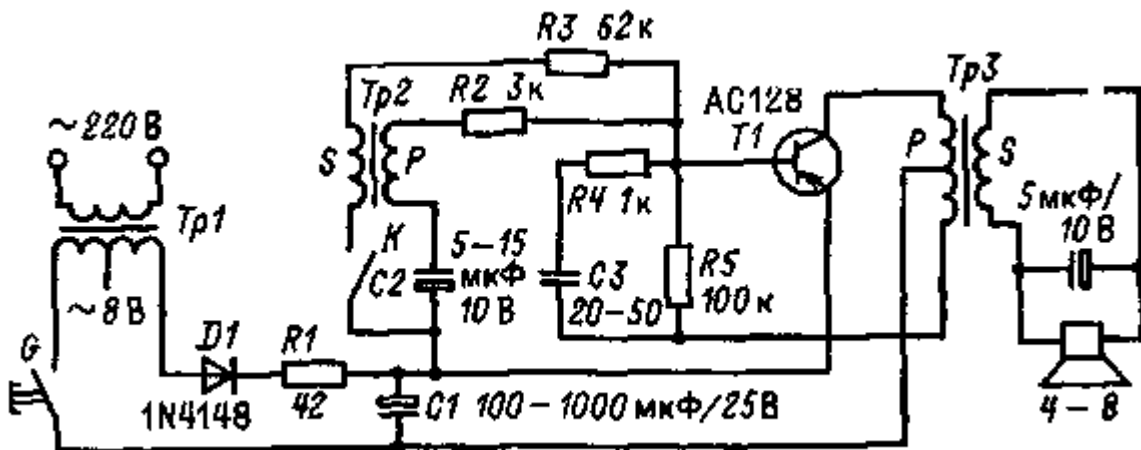


Рис. 9. Музыкальный звонок, имитирующий голоса птиц

Если на резистор $R8$ подать отрицательное напряжение, то частота колебаний мультивибратора составит примерно 1000 Гц. В случае, когда прибор состоит только из мультивибратора звуковой частоты и усилителя Дарлингтона, выдается однообразный (однотонный) сигнал. Если же схема собрана полностью, из динамика слышен мягкий, похожий на сирену звук. Таким образом, может быть получено двойное звучание и без использования интегратора. При нажатии кнопки звонка достигается постепенное нарастание силы звука, обеспечиваемое введением в схему RC-цепочки ($R11 — C6$) с параметрами 820 Ом и 200 мкФ.

На рис. 9 приведена схема музыкального звонка, подражающего пению птиц. Она питается выпрямленным напряжением 8В или постоянным 12 В. Динамик выдает звуковой сигнал продолжительностью от 2 до 14 с в зависимости от емкости конденсатора C .

Основу схемы составляет генератор с индуктивной связью. Исходная частота определяется элементами $C3$, $R4$, $R5$. Она уменьшается с увеличением емкости конденсатора $C3$. Если соединить вторичную обмотку трансформатора $Tr2$ с выключателем K , то можно изменять тембр звука. Потребление тока с вторичной обмотки звонкового трансформатора происходит только в течение его работы и составляет 8 — 15 мА. Трансформатор $Tr2$ имеет следующие характеристики: количество витков в обмотках 1400 и 2X400 соответственно; диаметр провода первичной обмотки 0,05, вторичной 0,08 мм; толщина сердечника 7 мм. Предельная мощность используемых резисторов 1/10 Вт.

Вместо р-п-р-транзистора (как показано на рис. 9) может быть использован и другой тип ($n-p-n$), однако тогда необходимо переменить полярность подключения электролитических конденсаторов и диода $D1$.

Первое место среди многоголосных формирователей сигналов принадлежит «музыкальным» генераторам. Работают они следующим образом. При нажатии кнопки и определенных условиях запуска включается электронный счетчик. Во время процесса подсчета импульсов выходные сигналы с дешифратора подключают переменные резисторы генератора, задающие определенную частоту. При этом возникают мелодии, составленные из первых звуков различных песен.

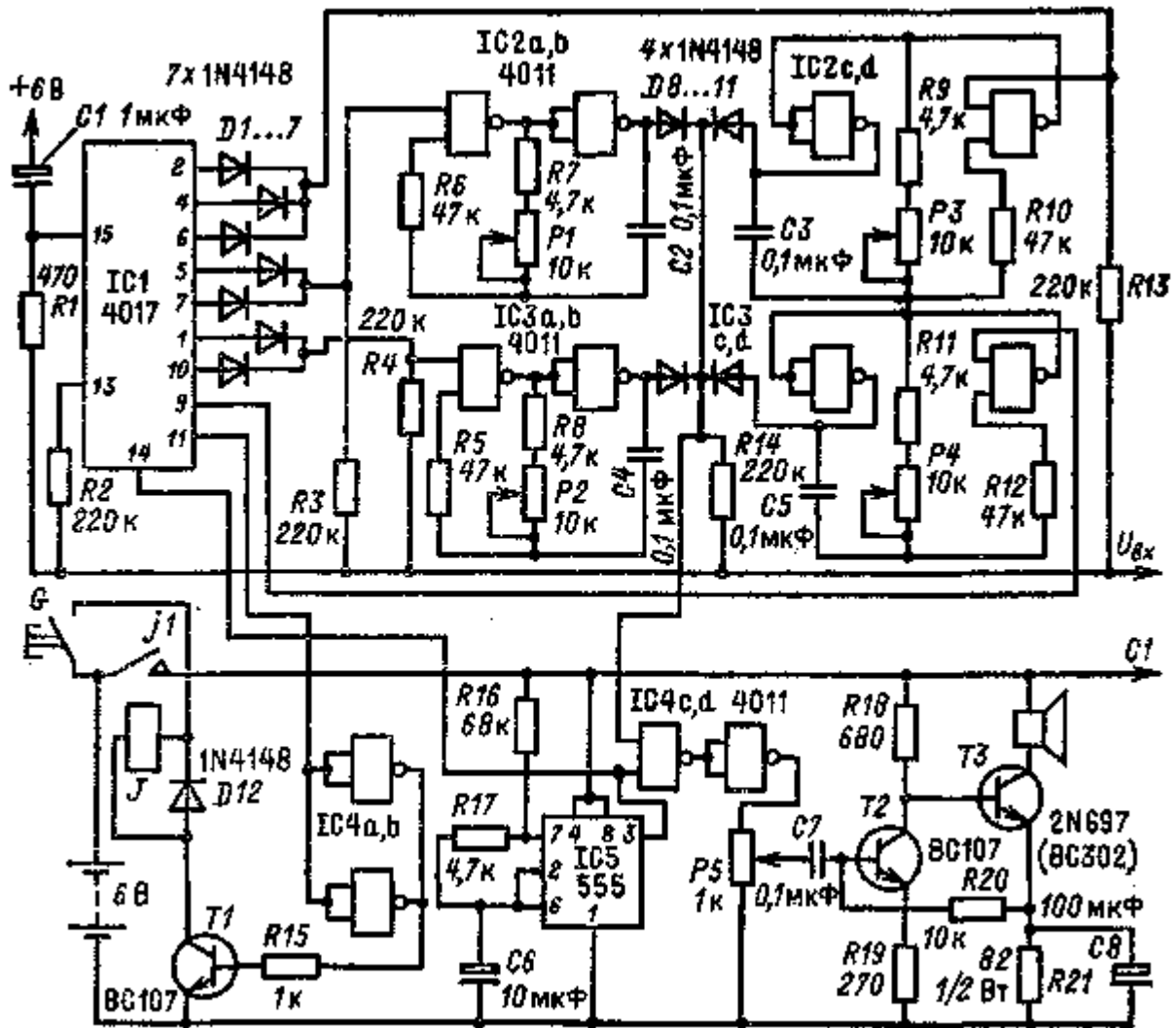


Рис. 10. Музыкальный звонок на интегральных микросхемах КМОП-типа

Для построения аналогичных схем используют различные интегральные микросхемы, например четырехразрядный регистр сдвига SN 74195N (каждый из регистров имеет четыре звуковых сигнала, один из которых необходим для установки куля), двоично-десятичный счетчик SN 7490N с дешифратором SN 7442 («1 из 10»), четырехразрядный двоичный реверсивный счетчик SN 74193 N с дешифратором-демультиплексором SN 74154 N (15 звуковых сигналов, 1 — обратного действия) и др.

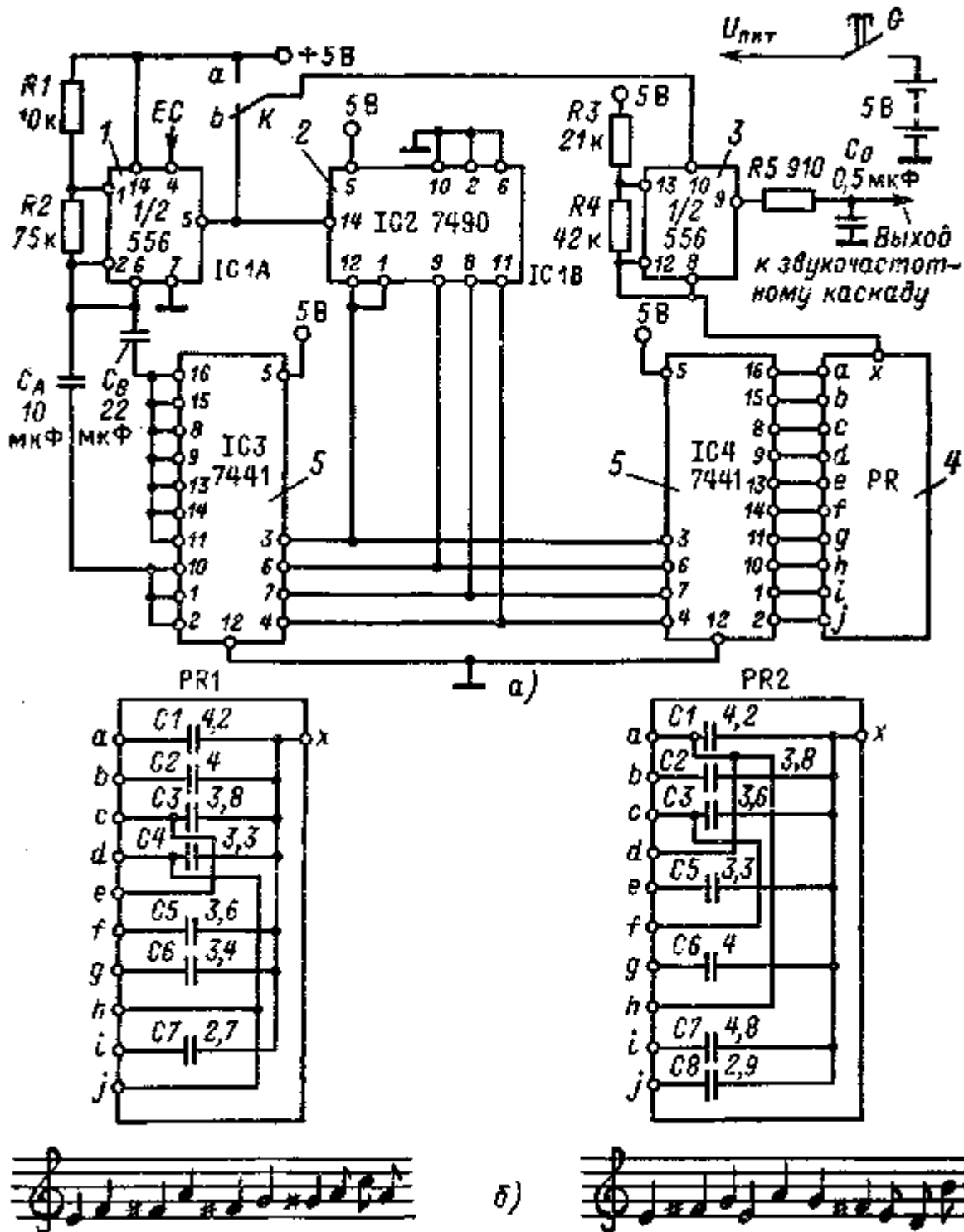


Рис. 11. Музыкальный звонок, воспроизводящий десять последовательных звуков:
 а — «музыкальный» генератор: 1 — генератор, задающий такт; 2 — счетчик; 3 — сигнал-генератор; 4 — схема программирования; 5 — устройство декодирования; б — схема программирования мелодий, приведенных в нотной записи

На рис. 10 показан музыкальный звонок, построенный на интегральных микросхемах КМОП-типа, который при нажатии на кнопку проигрывает первые восемь звуков темы оды «К радости» Бетховена. Тактовые сигналы из интегральной микросхемы IC5 поступают в десятичный счетчик с дешифратором типа CD 4017 (IC1),

который в основное состояние приводится при включении схемы посредством элементов $C1$, $R1$. Выход 0 не используется, поскольку первый тактовый импульс продолжительнее остальных. Выход 9 (11-й вывод) служит для выключения схемы после окончания мелодии (посредством $IC4$, а, b и транзистора $T1$).

Оставшиеся восемь импульсов одинаковой продолжительности используются для стробирования самовозбуждающихся мультивибраторов, образованных из интегральных микросхем $IC2$, $IC3$ (тип 4011) и соединительных элементов. Таким образом, звуки раздаются в определенной последовательности. Потенциометры $P1$ — $P4$ настроены так, чтобы можно было получить четыре звуковых сигнала нужной высоты. Для разделения звуков выход звукового генератора коммутируется тактовым сигналом. После этого сигнал через потенциометр регулировки звука $P5$ подается на усилитель звуковой частоты, состоящий из транзисторов $T2$ и $T3$.

«Музыкальный» генератор, изображенный на рис. 11, образует десять последовательно звучащих сигналов, что может быть лейтмотивом музыкального фрагмента.

Схема состоит из двоякого таймера типа 556 (или из двух таймеров типа 555), двух декодирующих устройств типа SN7441 и одного двоично-десятичного счетчика типа SN 7490. Питательное напряжение таймера типа 556 может быть выбрано произвольно в пределах от 5 до 15В. Все интегральные микросхемы в данном случае питаются напряжением 5 В.

Микросхема $IC1A$ работает в качестве генератора тактовых сигналов. Этот самовозбуждающийся мультивибратор производит сигналы очень низкой частоты, определяемой номиналами элементов $R2$ и C_1 ($T=0,25c$).

Выходной сигнал задающего генератора (вывод 5) поступает на вывод 14 счетчика. Кроме того, в положении b выключателя К этот сигнал поступает и на вывод 10 сигнал-генератора. В этом случае десять звуков мы слышим одновременно, что воспринимается как один гармоничный аккорд. Когда же выключатель К находится в положении а, звуки следуют один за другим, как это бывает при исполнении мелодии.

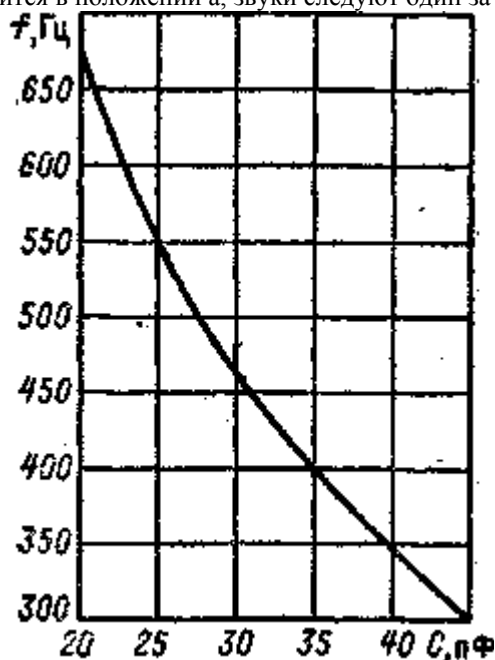


Рис. 12. Частота выходного сигнала в зависимости от значения емкости программирующего конденсатора

Генератор тактовых импульсов может работать в двух режимах. Если вывод EC (или 4) подключить к питающему напряжению 5 В, схема будет работать непрерывно. Если же контакт EC оставить свободным (не подключать никуда), то после одноразового проигрывания мотива, т. е. по прошествии $10 \cdot 0,25 = 2,5$ с, работа генератора прекращается.

Счетчик $IC2$ (тип SN 7490) управляется таким образом, что на его выводах 12, 1, 9, 8 и 11 возникает пять сигналов, управляющих десятичными декодирующими устройствами $IC3$ и $IC4$ (тип SN7441). На десяти выходах декодирующего устройства возникают сменяющие друг друга импульсы продолжительностью 0,25 с. Эти выходы подключены к входу конденсаторной схемы программирования. Когда какой-либо из выходов $IC4$ становится активным, в цепь сигнал-генератора включается соответствующий ему конденсатор. Сигнал-генератор представляет собой самовозбуждающийся мультивибратор, который построен на второй половине интегральной микросхемы таймера типа 556. Его частота определяется номиналом резистора $R4$ (42 Ом) и емкостью конденсатора в цепи программирования.

На рис. 12 приведена зависимость выходной частоты сигнал-генератора от емкости программирующего конденсатора. По кривой можно определить значения емкостей для разных звуков и мелодий, нотная запись которых приведена на рис. 11,6. Десять конденсаторов не нужны, если звуковой сигнал одной частоты повторяется

неоднократно. В схеме программирования PR1, например, один и тот же конденсатор (38 нФ) используется для третьего и пятого звуковых сигналов.

Для звуков, которые на октаву выше, частоту надо умножить, а значение сопротивления резистора $R4$ разделить на 2. Для звуков, которые на октаву ниже, — наоборот. Продолжительность отдельных сигналов определяется декодирующим устройством IC3.

Длительность семи первых звуковых сигналов от трех последних в 2 раза больше, так как емкость конденсатора $C6$ отличается от емкости $C4$. Частота тактозадающего мультивибратора IC1A зависит от значений произведения $R2-C_B$ или $R2-C_A$. Обычно конденсатор бывает соединен с землей. В нашем случае декодирующее устройство соединяет его с землей в нескольких точках. По схеме, например, видно, что выводы 10, 1 и 2 заземляют конденсатор C_A (10 мкФ). Выход сигнал-генератора надо соединить со входом усилителя звуковой частоты. Конденсатор $C0$ вместе с резистором $R5$ образуют интегрирующую цепочку. Изменяя значение $C0$, можно регулировать тональность сигнала.

1.1.2. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДВЕРНЫХ ЗВОНКОВ

Подключение обычных электрических звонков. Мы расскажем о двух способах подключения обычных электрических звонков. В связи с тем что обычно звонки работают от 8 В, в сеть их надо включать через разделительный трансформатор. На рис. 13, а представлена схема подключения двух звонков. Каждый из них срабатывает при нажатии соответствующей кнопки. Для соединения звонков и кнопок нужны три провода.

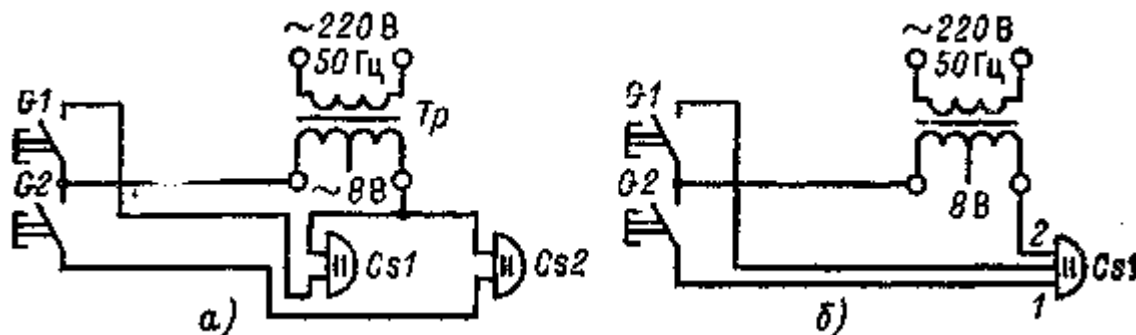


Рис. 13. Подключение звонков:

а — схема соединений при подключении двух звонков; б — подключение двух кнопок к одному звонку

На рис. 13,б изображена схема, позволяющая при помощи одного звонка получать два различных сигнала. Подсоединение звонка выполнено таким образом, что при нажатой кнопке $G2$ вторичное напряжение трансформатора поступает на клеммы 1 и 2, а при замкнутой кнопке $G1$, минуя якорь прерывателя, подается непосредственно на электромагнит. Однако в этом случае молоточек ударяет по чашке звонка только один раз и повторный сигнал возможен лишь при вторичном нажатии на кнопку $G1$. Если же замкнута цепь $G2$, звонок звонит до тех пор, пока кнопка нажата.

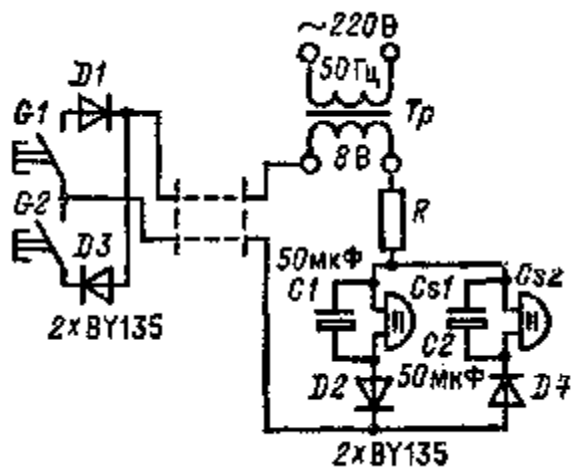


Рис. 14. Независимая работа двух звонков с двухпроводным подсоединением

Независимая работа двух звонков с двухпроводным подсоединением. При уже установленном и работающем звонке иногда возникает необходимость дополнительно подключить к той же самой паре проводов еще один

звонок, работающий независимо от первого (рис. 14). Для этого надо только провести от первого звонка еще два провода до места установки нового звонка.

Как видно из рисунка, при нажатии кнопки $G1$ звонит звонок $Cs1$, а при нажатии кнопки $G2$ — $Cs2$. Можно и одновременно звонить в два звонка. Ясно, что дополнительное применение диодов позволяет использовать один звонок за счет одного полупериода переменного тока, а другой — за счет второго.

Схема работает следующим образом. Когда нажимают, например, кнопку $G1$, цепь вторичной обмотки трансформатора Tr через диоды $D1$ и $D2$, звонок $Cs1$ и резистор R замыкается. Диоды соединены последовательно, и при соответствующем полупериоде напряжения через $Cs1$ течет ток. Через $Cs2$ ток не течет, так как к диоду $D4$ приложено запирающее (обратное) напряжение. Нажатие кнопки $G2$ приводит к срабатыванию $Cs2$ (принцип работы аналогичен работе $Cs1$). Учитывая, что при подключении напряжения конденсаторы представляют собой короткозамкнутую цепь, в схему включают последовательный токоограничительный резистор R .

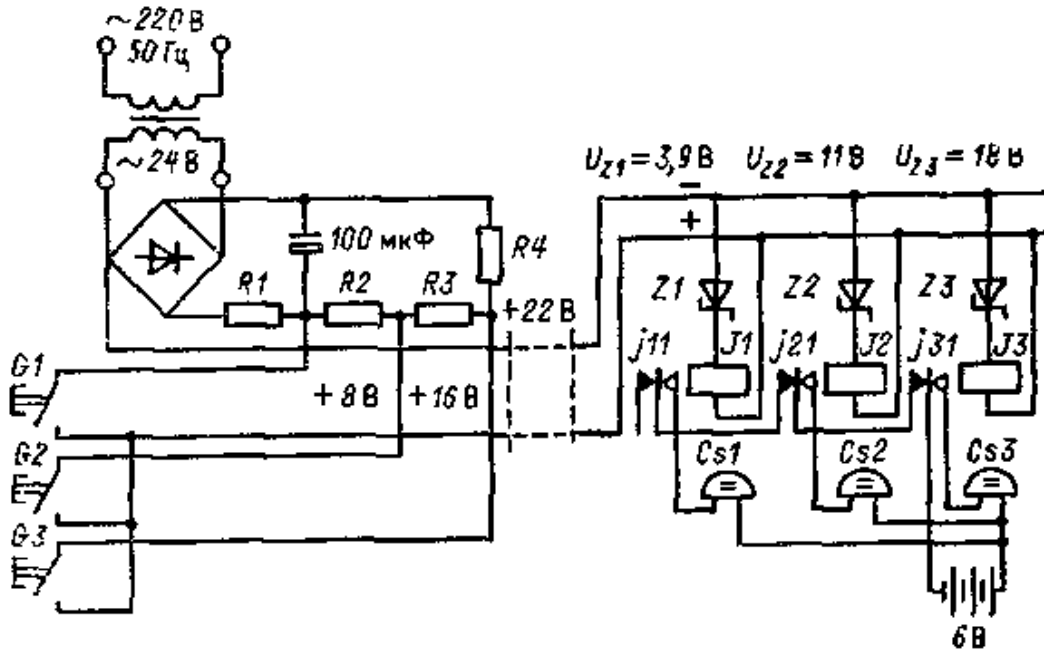


Рис. 15. Работа трех звонков с двухпроводным подсоединением и реле со стабилитронами, работающими при разных уровнях напряжения стабилизации

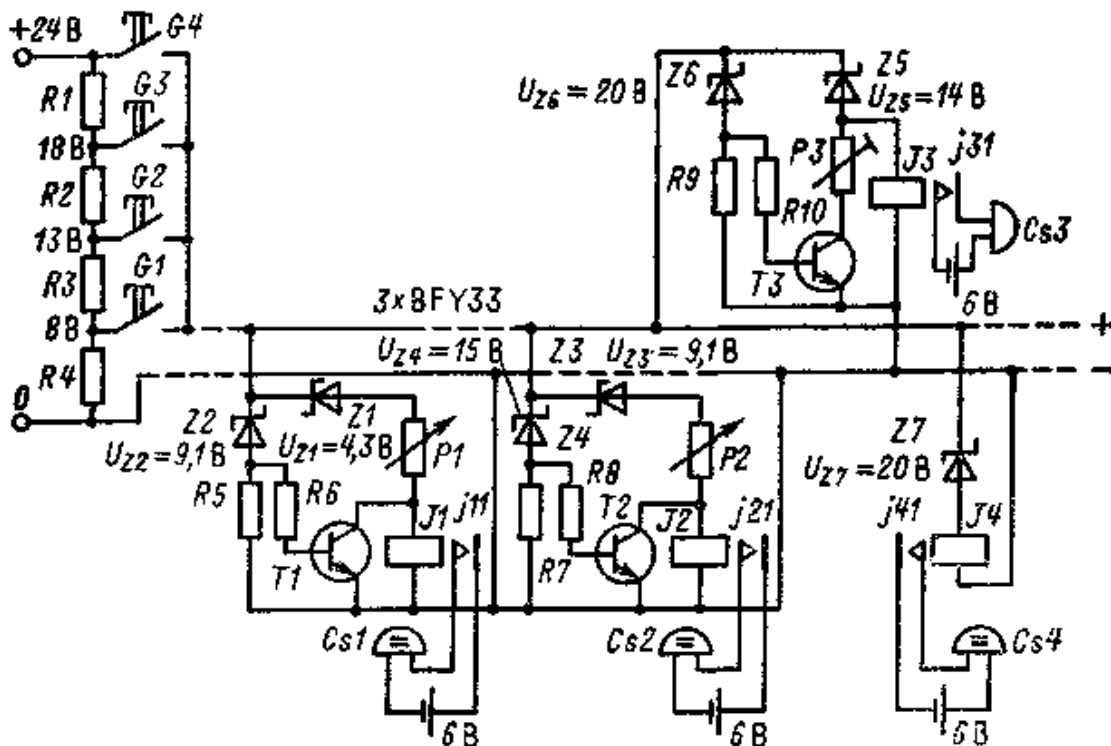


Рис. 16. Работа нескольких звонков с двухпроводным подсоединением при использовании

селективных реле напряжения

Работа нескольких звонков с двухпроводным подсоединением. В многоквартирных домах в каждой квартире обычно бывает установлен один звонок, который звонит при нажатии кнопки как у двери квартиры, так и у входа в дом. В этом случае может пригодиться схема с двухпроводной разводкой, при помощи которой можно эксплуатировать несколько звонков. Двухпроводное подсоединение трех звонков показано на рис. 15. Действие схемы основано на использовании реле вместе со стабилизаторами, работающими при разных значениях напряжения стабилизации.

Если имеющиеся реле J_1 , J_2 и J_3 включить последовательно со стабилизаторами, например, на 3,9; 11; 18В, можно добиться срабатывания реле при разных уровнях напряжения. При нажатии кнопок G_1 , G_2 или G_3 на двухпроводную цепь можно подать соответственно 8, 16 или 22 В. При нажатии кнопки G_1 срабатывает только реле J_1 , так как напряжение в цепи меньше, чем на стабилизаторах Z_2 и Z_3 . Если напряжение в цепи превысит напряжение стабилизации стабилизатора Z_2 , сработает реле J_2 . Процесс можно изменить, нажав кнопку G_2 , тогда в цепь поступят 16В. В результате срабатывают реле J_1 и J_2 . Звонки, работающие от 6 В, подключаются контактами реле, изображенными на рис. 15.

Работа нескольких звонков может осуществляться и выборочно с использованием селективных реле напряжения (см. рис. 16). Путем нажатия соответствующей кнопки в двухпроводную линию подаются различные уровни напряжения. Например, нажав кнопку G_1 , подают 8 В, G_2 — 13 В, G_3 или G_4 — 18 и 24 В соответственно. Предположим, что мы нажали кнопку G_2 . Тогда под действием поступившего напряжения 13 В сработает реле звонка Cs_2 . Этот процесс осуществляется следующим образом.

Допустим, исключим из цепи потенциометр P_2 . Напряжение срабатывания используемого рег. j составляет 3 В. Напряжение стабилизации стабилизатора Z_3 (9,1 В) меньше, чем у Z_4 (15В). Как только поступающее на двухпроводную линию постоянное напряжение составит сумму напряжений стабилизатора Z_3 (9,1 В) и срабатывания реле (3В), реле J_2 срабатывает и контактом J_2I замыкает цепь звонка Cs_2 . Если нажать кнопку G_3 , под действием 18В стабилизатор Z_4 (более 15В) предварительно открывает транзистор T_2 , который шунтирует реле J_2 , и поэтому оно сработать не может. Реле J_3 срабатывает при наличии в цепи 18 В и стабилизатора Z_5 с напряжением 14 В.

1.2. ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

1.2.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Для защиты квартир, индивидуальных домов и дач разработаны различные электрические и электронные сигнально-предупредительные устройства, которые должны срабатывать при проникновении постороннего лица (или животного) на охраняемую территорию или в помещение.

Системы сигнализации состоят из различного рода датчиков, центрального, сигнально-предупредительных и прочих дополнительных блоков. Их задачей является преобразование полученной соответствующей информации в электрические сигналы.

Таблица 1. Способы определения тождественности основных источников помех

Вид помехи	Параметры тождественности сигналов и функции сигнальных систем	
	Минимальная частота, Гц	Минимальная амплитуда, дБ
Резание или горение	550	10
Вползание	350	35
Подкоп	600	25
Дождь, гром, шум от самолета, передвижение земляных масс и т. д.	Сравнение сигналов нескольких соседних защитных блоков и подавление одинаковых сигналов	
Магнитные силовые поля	Сравнение частот сигналов и отфильтровывание	
Бросание камня, удар молнии или воздействие животных (например, птиц)	Принимаются только сигналы с частотой больше 500 Гц, и при помощи соответствующих схем устанавливаются, об однократном ли вмешательстве идет речь	

Ветер
1

Принимаются только сигналы с частотой более 500 Гц и сравниваются с сигналами нескольких соседних защитных блоков

В центральный блок поступает информация из разных мест и затем преобразуется в сигналы тревоги. Блок регулирует их продолжительность и приводит в действие сигнально-предупредительный механизм. В качестве последнего могут использоваться акустические, оптические и «замаскированные» (например, под телефон) блоки.

Сигнальные системы служат для отпугивания (предупредительная защита) или же незаметной передачи сигнала тревоги на центральную станцию.

Обязательными требованиями к сигнальному оборудованию являются его надежность и возможно меньшая вероятность ошибочного срабатывания. Очень важно и то, чтобы оно работало и при отключении от электросети и его было бы трудно вывести из строя. Сигнал не должен длиться больше определенного времени (обычно это несколько минут), чтобы при возможной новой попытке проникновения система срабатывала повторно. Рассматриваемое оборудование снабжено автономным источником питания, который позволяет продолжать работу при отключении сетевого напряжения или его преднамеренном прерывании. Поэтому существует возможность различать такие неисправности, как обрыв проводов, прекращение подачи тока, вскрытие крышек отдельных блоков, или же подавать сигналы опасности при срабатывании датчиков.

Имеются и такие новейшие системы, при которых не нужна электропроводка, так как задача передачи информации выполняется системой освещения или же иногда радиосетью.

Простые сигнально-предупредительные устройства обыкновенно имеют цепи задержки включения для того, чтобы дать возможность неизвестному лицу покинуть сигнальную зону. По истечении определенного времени цепь задержки «разрешает» подачу сигнала тревоги.

В сигнальном оборудовании высокой степени надежности необходима установка таких систем, которые могли бы отличать ложные сигналы тревоги, будь они естественного происхождения (дождь, молния, гром и т. д.) или же нет (например, предметы, оказавшиеся в охраняемой зоне, шум самолета и т. д.).

Существуют различия между частотным спектром механических ударных волн, вызванных преднамеренным проникновением, и спектрами прочих помех. В каждом случае имитации нападений отмечается значительная энергия на частотах, больших 1 кГц, случайные же помехи обнаруживаются в диапозонах меньших частот, поэтому, применяя настроенные фильтры, можно отсеять ложные сигналы тревоги.

В табл. 1 приведены способы определения тождественности некоторых видов сигналов и помех.

Блоками сигнализации могут быть звонки, сирены, осветительные лампы, мощные прожекторы и другие устройства.

1.2.2. ОСНОВНЫЕ СИГНАЛЬНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Электрические схемы обычно используются совместно с электромеханическими датчиками, к которым относятся датчики, связанные с открыванием двери и окна, устанавливаемые в узких проходах, сигнализационные «ковры», являющиеся датчиками давления, контактные сигнализаторы и др.

На рис. 17 изображены микропереключатели, применяемые для контроля за открыванием двери или окна.

На рис. 18 представлены разные варианты магнитных датчиков, применяемых для сигнализации об открывании двери или окна. Магнитные датчики положения состоят из двух частей. Неподвижная часть представляет собой обмотку реле (дроссель), подвижная — содержит постоянный магнит. Когда подвижная часть удаляется от неподвижной, изменяется индуктивность обмотки и подается сигнал тревоги. Магнитные датчики положения применяются и для сигнализации о перемещении предметов. Различные варианты установки магнитных датчиков, используемых в системе защиты от проникновения в помещение через двери и окна, изображены на рис. 19. Существуют также и вибрационные датчики, действие которых основано на смещении простой пружины под действием нагрузки. Такой датчик регистрирует и мгновенное смещение. Они в первую очередь применяются для сигнализации о нанесении ударов (взломе, разбивании, вскрытии) по дверям, окнам, витринам, шкафам.

Основные варианты схем с малым потреблением тока. Представленная на рис. 20 схема срабатывает (осуществляет звуковую или световую сигнализацию) при открывании окна или двери (контакты $E1$, $E2$ и $E3$). В контролирующем состоянии цепь потребляет ничтожно малый ток, так что для ее работы достаточно двух плоских батареек.

Контакты $E1$, $E2$ и $E3$ могут быть микропереключателями, магнитными датчиками положения или же, например, тонкой проволокой. Контакт (цепь) прерывается, когда дверь или окно открывается. При этом тиристор открывается, заставляет срабатывать реле приводит в действие блок сигнализации, который работает до того момента, пока не отключат питающее напряжение.

На рис. 21 дана схема сигнальной цепи повышенной надежности с работой на замыкание. В нормальном (контролирующем) состоянии через реле $J2$ течет постоянный ток, благодаря чему сигнальное устройство срабатывает и при разъединении двухпроводной линии. Предположим, что какой-либо дверной контакт замкнулся. В результате сработает реле $J1$ и своим контактом $j11$ прервет цепь реле $J2$. Последнее отключается и своим контактом 121 замыкает цепь сигнального звонка.

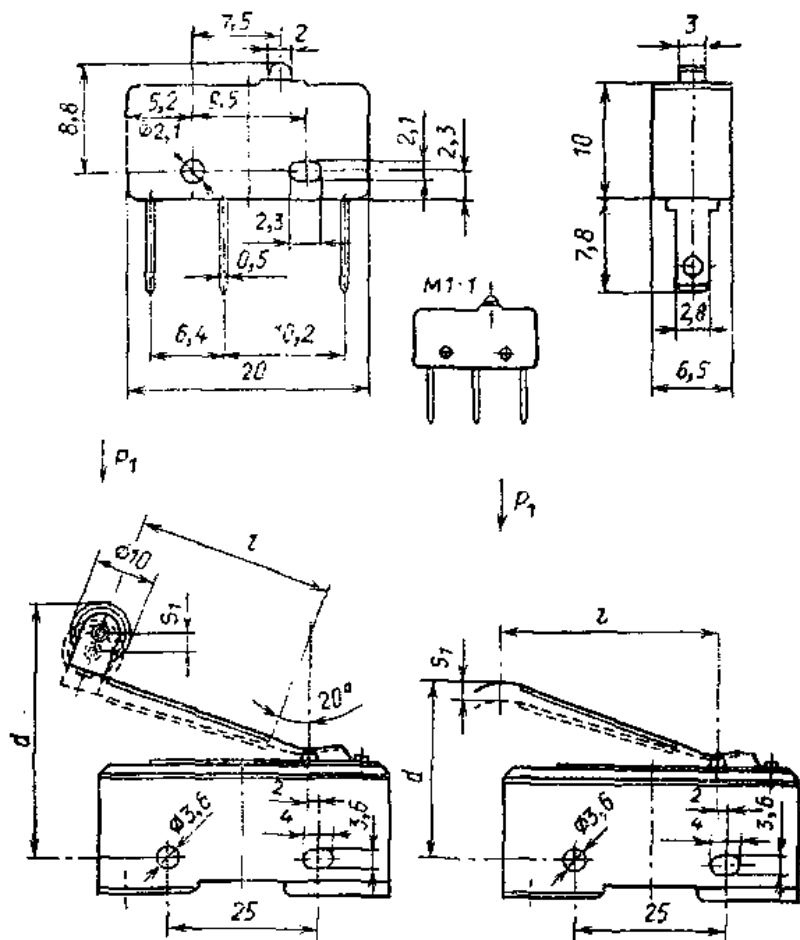


Рис. 17. Микропереключатели, применяемые для контроля за открыванием двери или окна

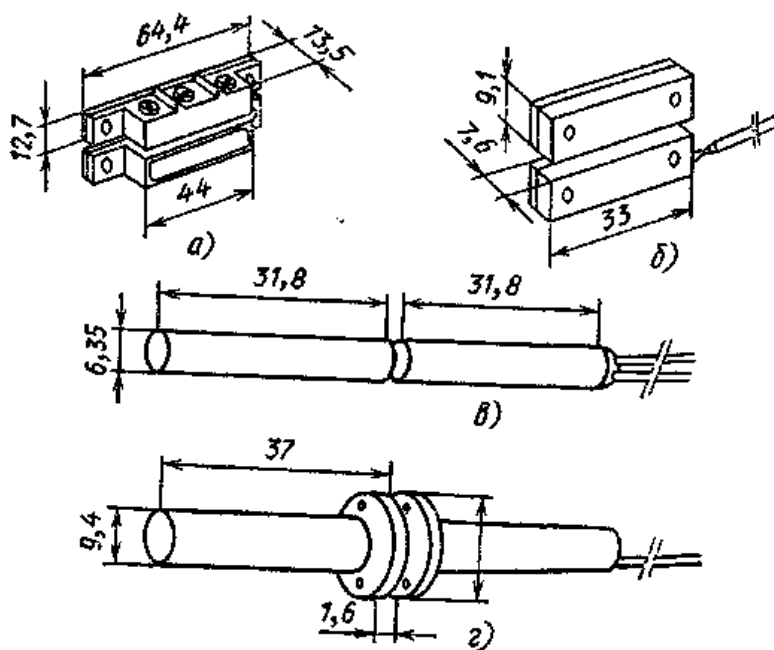


Рис. 18. Магнитные датчики, применяемые для сигнализации об открывании двери или окна: а, б — наружная установка; в, г — скрытая установка

Охраняемое помещение

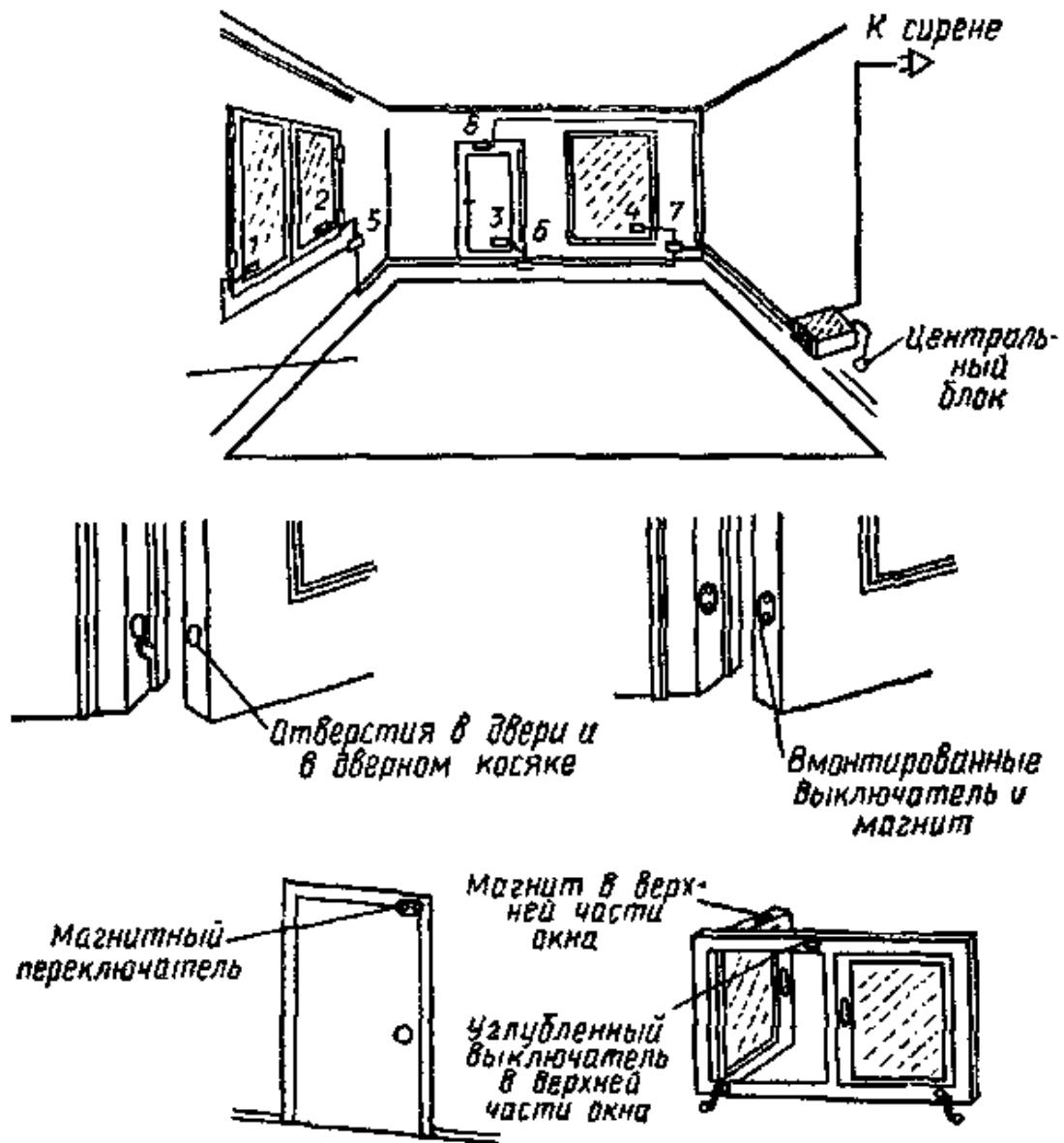


Рис. 19. Различные варианты монтажа и установки датчиков системы защиты от проникновения в помещение через двери и окна

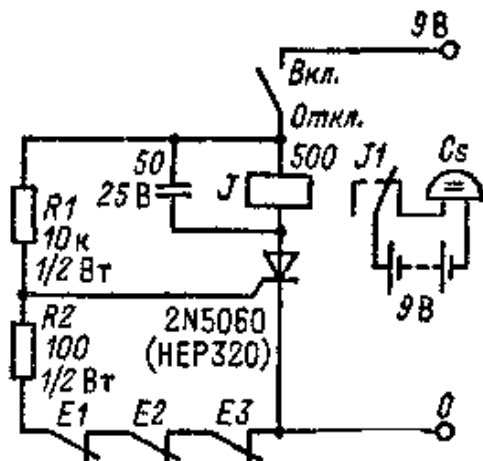


Рис. 20. Схема противовзломной сигнализации

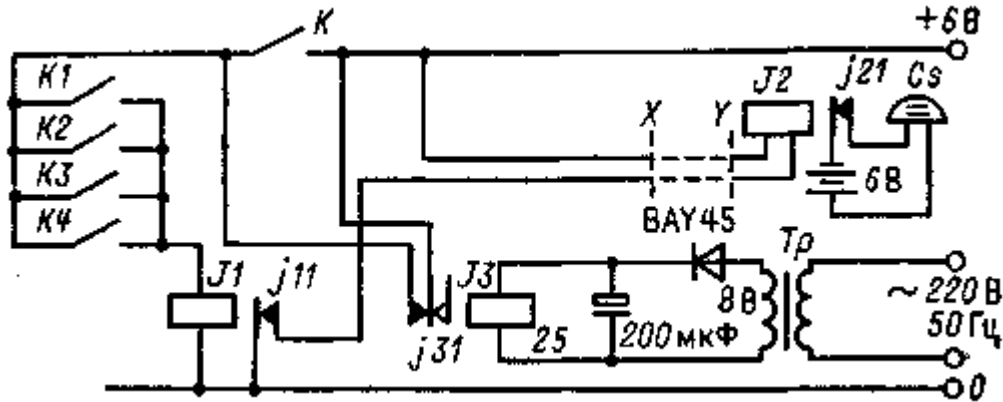


Рис. 21. Схема сигнальной цепи, сигнализирующая об открывании двери (с применением контактов рабочего тока)

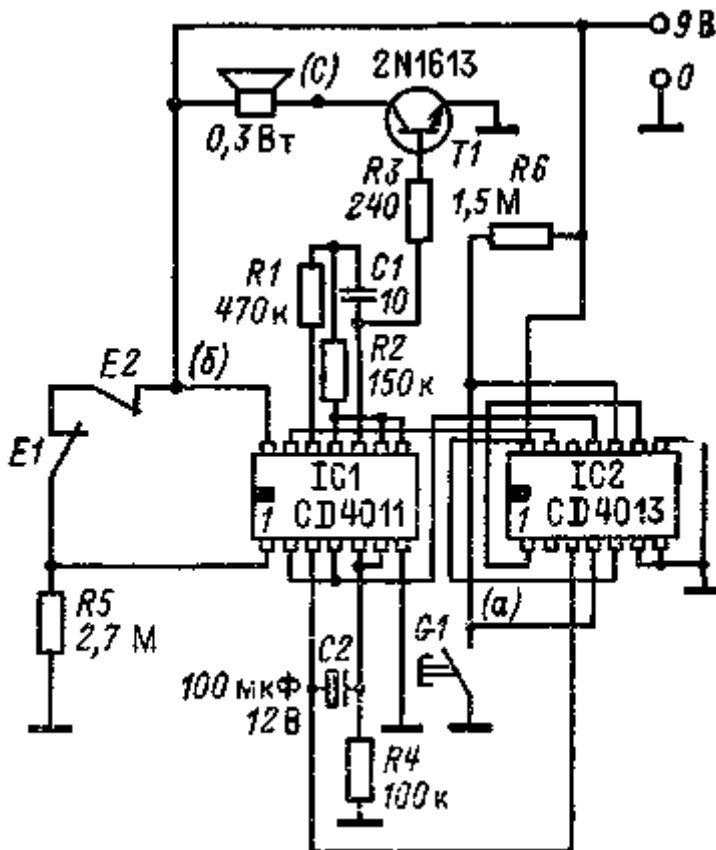


Рис. 22. Схема сигнальной цепи с большой продолжительностью работы

Отключить сигнализацию можно выключив расположенный вне квартиры скрытый выключатель *K* и одновременно включив таймер в другом помещении. Реле *J1* и *J2* работают от напряжения 6 или 12 В соответственно, поэтому и при отключении напряжения сети сигнализация действует. Реле *J3* работает от отдельного источника питания выпрямленного напряжения 8 В. При отключении таймера реле *J3* отключается и при помощи своего контакта *J31* подает положительное питающее напряжение на одну из клемм дверных контактов. Тем самым цепь сигнализации приводится в рабочее состояние. Выключатель *K*, параллельно соединенный с контактом *j31*, повышает надежность системы.

На рис. 22 приведена электрическая схема системы сигнализации, построенной на интегральных микросхемах КМОП-типа, обеспечивающих большую длительность работы. По сравнению со схемами ТТЛ эти микросхемы потребляют малый ток. Датчиками *E1* и *E2* могут быть дверные или оконные контакты, вырабатывающие сигналы при разрыве контролируемой цепи. Кнопка *G1* их запрещает.

Интегральная микросхема *IC1*, а также элементы *R4* и *C2* образуют моностабильную цепь, которая срабатывает при нарушении какого-либо контакта. Время задержки составляет 7 с. Одновременно импульс попадает

на один из входов D IC2. Самовозбуждающийся мультивибратор звуковых частот состоит из двух элементов НЕ-И и $R1$, $R2$ и $C1$. Звуковой сигнал тревоги попадает на базу транзистора $T1$ через резистор $R3$.

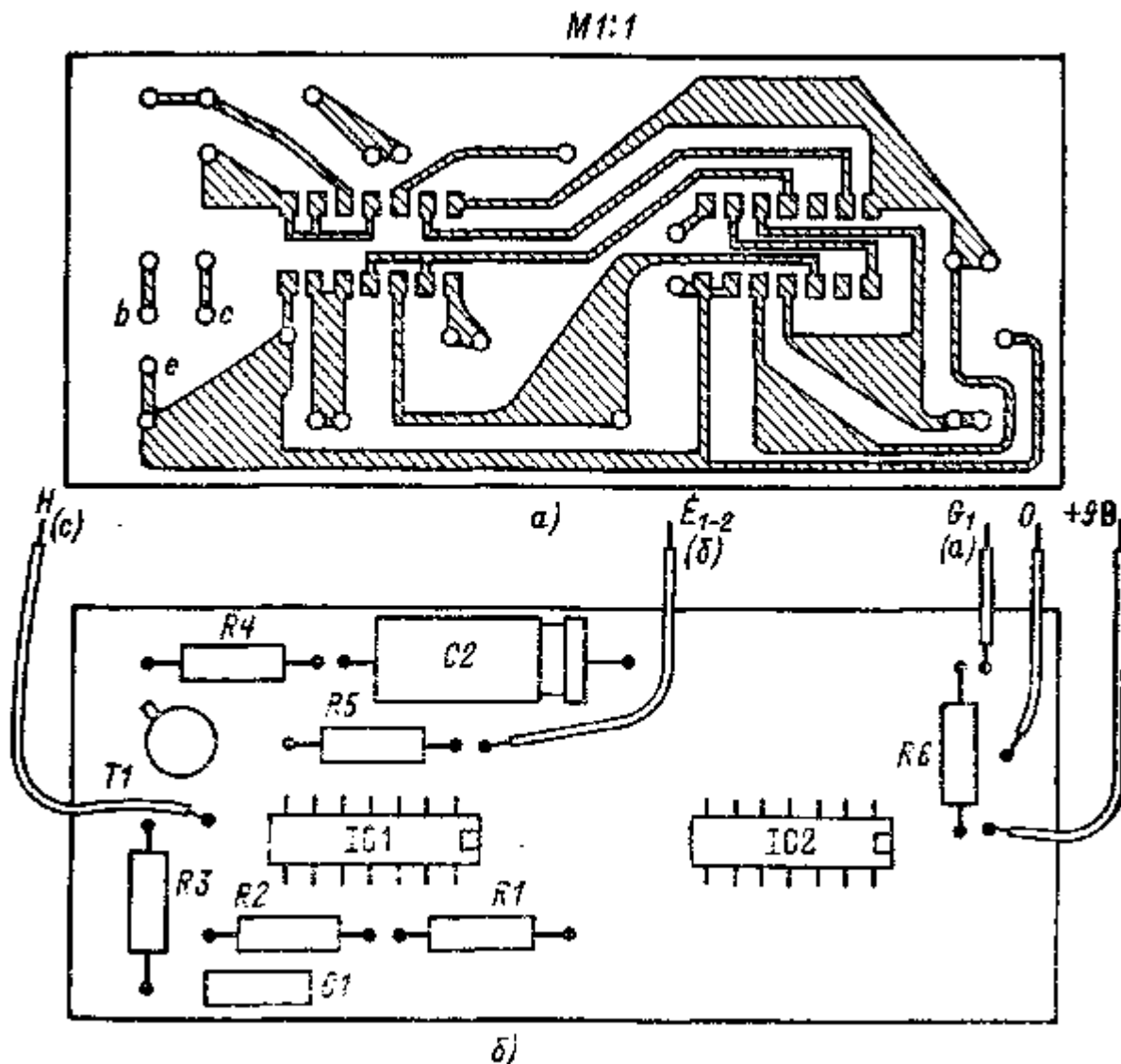


Рис. 23. Печатная плата (а) и монтажная схема (б) системы сигнализации на рис. 22

Предотвратить подачу этого сигнала можно, нажав (кратковременно) кнопку $G1$. Потребляемый в нерабочем, т. е. готовом к срабатыванию, состоянии ток составляет 15 мкА, что позволяет осуществлять питание системы от двух последовательно соединенных батареек на 4,5 В каждая примерно в течение года. На рис. 23 приведены печатная плата и монтажная схема системы сигнализации.

В домах с приусадебными участками бывает нужно установить сигнализацию о проходе кого-либо из приглашенных через садовую калитку или проникновении постороннего лица через забор. В таком случае вдоль забора или над ним протягивают провод из тонкой проволоки (рис. 24). Если провод обрывается или микропереключатель R , смонтированный на воротах, размыкается, реле J срабатывает и цепь звонка через контакт $j1$ замыкается, вызывая звуковой сигнал.

Рассматриваемая система требует постоянного восстановления проводки. Целесообразнее поэтому использовать провод (трос) соответствующей толщины, соединяемый с подвижным контактом кнопки (рис. 25). При натяжении этого провода цепь будет разрываться.

Если перерезать звонковый провод системы (рис. 24, а), то ее можно вывести из строя. В схеме, изображенной на рис. 24,б, используется еще одно реле $J2$, которое делает возможным срабатывание сигнализации и при разрыве провода сигнального звонка. Реле $J1$ посредством контакта $j11$ преобразовано в подстраховочное. В предыдущем варианте сигнал тревоги прекращался после захлопывания двери. Здесь же при прерывании цепи (даже на мгновение) реле $J1$ отпускает. Включение реле J и цепи сигнализации осуществляется кнопкой $K1$.

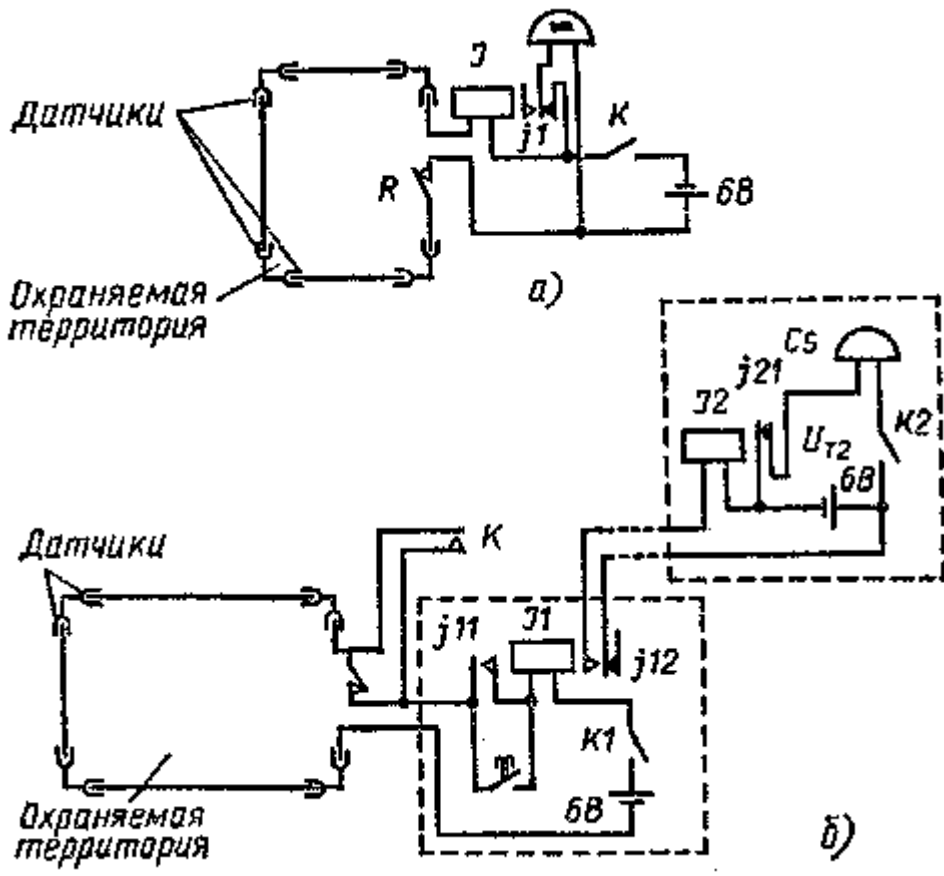


Рис. 24. Схемы сигнальной цепи с применением защитного провода (а) и троса (б)

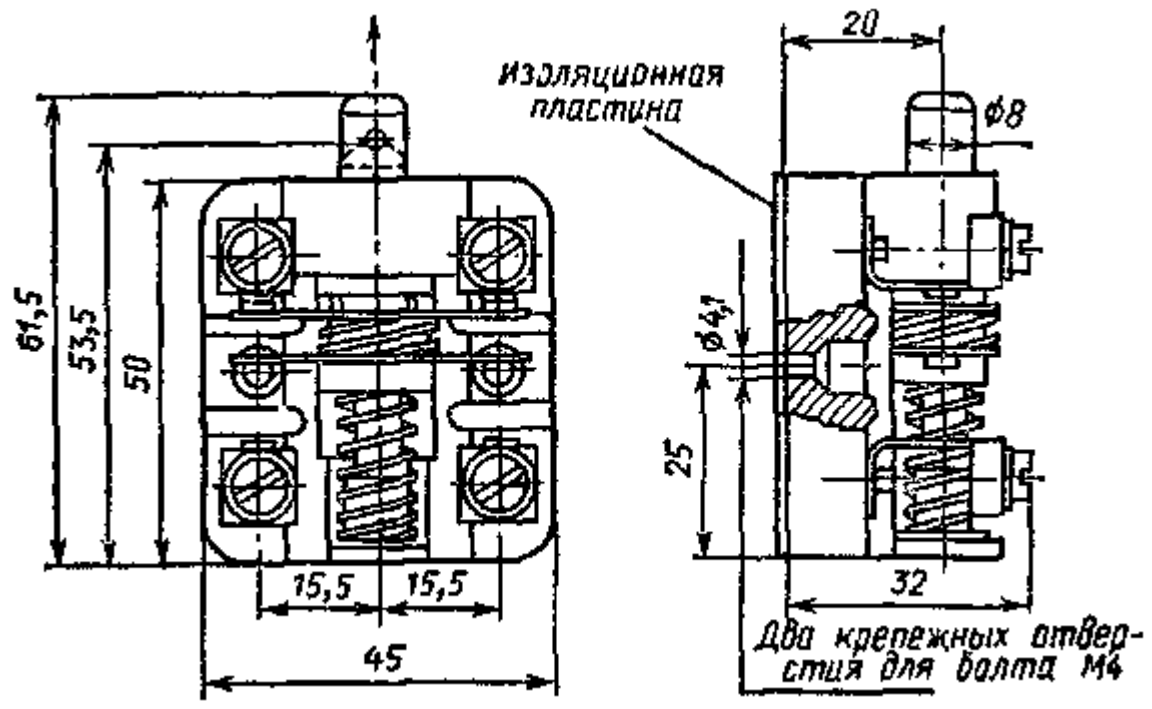


Рис. 25. Устройство с подвижным двойным контактом кнопки (сигнализация срабатывает как при перерезании троса, так и при его сильном натяжении)

Шунтовой замок К позволяет установить систему на садовой калитке. С его помощью можно отключать все датчики. Существуют разные типы шунтовых замков, например с ключами (см. рис. 26) или кодовыми выключателями, а также автомобильные (замки зажигания). Шунтовые замки в различных сигнально-охранных системах применяются для того, чтобы дать возможность посвященному лицу отключать ключом или кодовым выключателем датчик, расположенный на входной двери. Таким образом можно войти или выйти из

охраняемого помещения, не вызвав при этом сигнала тревоги. Замок располагается не внутри помещения, а снаружи, и поэтому является потенциально слабым звеном системы. Имеет смысл устанавливать его на хорошо освещенной и видимой проходной двери или стене.

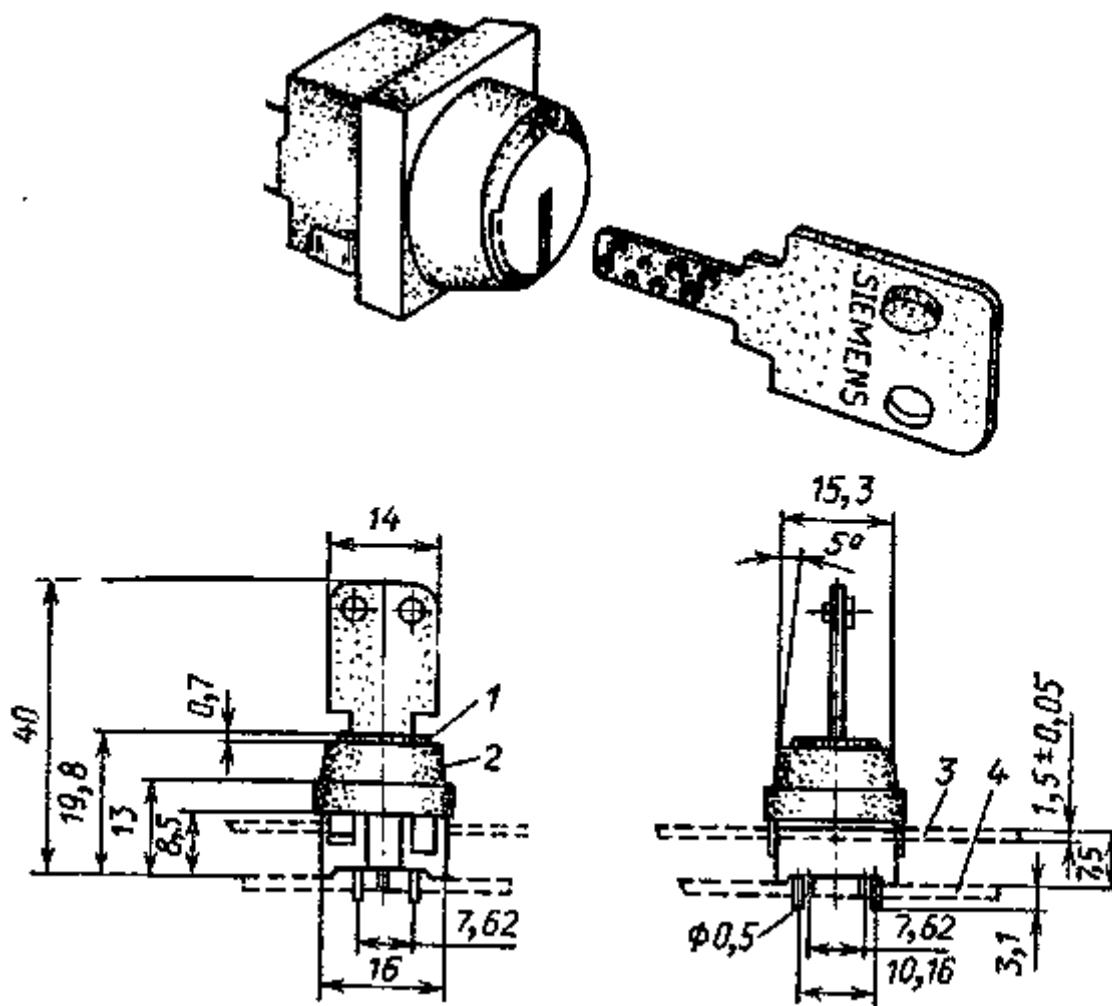


Рис. 26. Ключевой шунтовой замок (тип Siemens V42263-D-XX-XX):
1 — замок; 2 — колпачок; 3 — опорная пластина; 4 — вывод

На рис. 27 показана схема центрального блока безрелейной сигнальной системы. Устройство получает питание от встроенного аккумулятора 12 В/4,5 А-ч. К его выходу подключена сирена (12 В, потребляемый ток 3А). Сигнал микрофона (или микрофонов, соединенных параллельно) по экранированному кабелю подается на вход *Bel*. Далее через потенциометр *P1* и разделительный конденсатор *C1* он поступает на транзистор *T1*. Здесь сигнал усиливается до значения, способного открыть тиристор *Ti*. Если тиристор открывается, ток через ограничительный резистор *R1* и тиристор поступает на конденсатор *C2*.

Когда конденсатор *C2* полностью зарядится, ток прекращается и тиристор закрывается. Напряжение заряженного конденсатора теперь через резистор *R2* попадает на базу транзистора *T2* и открывает его. На эмиттерном резисторе транзистора *T2* отрицательное напряжение в это время будет настолько большим, что одновременно откроет транзисторы *T4* и *T5*. При открытом транзисторе *Td* сирена подает сигналы. Продолжительность периодического звучания зависит от емкости конденсатора *C2* и значений резисторов *R2* и *R4*.

При открытом транзисторе *T5* его остаточное напряжение между коллектором и эмиттером в зависимости от тока и нагрузки составляет 0,1 — 0,3 В. В этом состоянии на базовом резисторе 56 кОм транзистора *T3* создается отрицательное напряжение 0,3 В. Теперь транзистор *T3* остается закрытым и не влияет на транзистор *T4*. Подключенная к выходу сирена звучит на полную мощность.

Если напряжение на конденсаторе *C2* упало настолько, что уже не может открыть транзисторы *T2*, *T4* и *T5*, то возрастает коллекторное напряжение транзистора *T5*, а его коллекторный ток уменьшается. При правильном расчете базового резистора транзистора *T3* (56 кОм) этот транзистор открывается, когда его коллекторное напряжение увеличивается до 0,5 В, и подает на базу транзистора *T4* положительное напряжение. Транзистор *T4* закрывается, а вместе с ним и мощный транзистор *T5*, т. е. отключение защищает последний от возможных коротких замыканий на выходе сирены. При кратковременном коротком замыкании коллекторный ток ограничивается до 3 А.

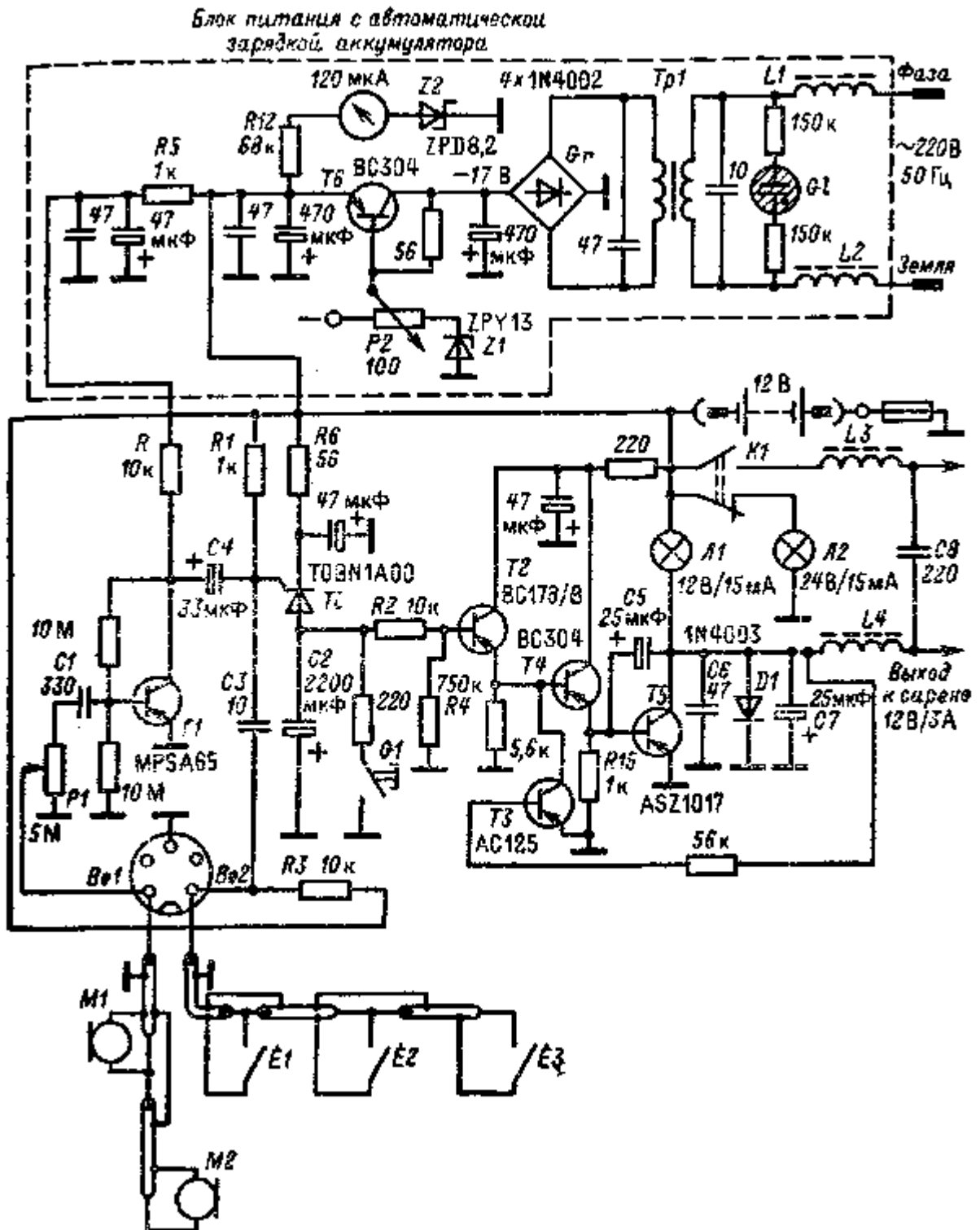


Рис. 27. Центральный сигнализационный блок безрелейной противо-взломной схемы

Вход *Be2* сделан для вызова сигнала тревоги (рабочие контакты) при помощи магнитных датчиков положения с комбинацией элементов *R3*, *R2* и *C1* или микропереключателей. Ведущие к ним провода, точно так же как и провода микрофонов, должны быть экранированы. Микрофоны обладают большим сопротивлением, поэтому входное сопротивление схемы должно быть более 1 МОм. Разделительный конденсатор *C1* выбирается таким образом, чтобы он надежно «срезал» частоты выше 100 Гц. Особенно важен диапазон от 800 Гц до 7 кГц, так как этот спектр частот соответствует звукам разбиваемого стекла. Если микрофоны используются для регистрации звука шагов, то емкость конденсатора *C1* должна быть увеличена до 1 — 1,5 нФ.

Мы уже отмечали, что продолжительность сигнала тревоги зависит главным образом от значения емкости зарядного конденсатора *C2*; при выходном токе 2,5 А эта продолжительность составляет 2,5 мин. Конденсаторы *C5*, *C6* и *C7* подавляют пики напряжения. Транзистор *T5* защищен от вызываемых сиреной пиков

напряжения диодом $D1$. Для уменьшения импульсных помех, тоже производимых сиреной, служат тороидальные дроссели $L3$ и $L4$ и конденсатор $C8$.

Лампы $L1$ и $L2$ контролируют работу оборудования: $L1$ показывает готовность к работе центрального блока сигнализации при открытом выходе, $L2$ — нерабочее состояние устройства. Выключатель $K1$ служит для проверки оборудования и при необходимости может отключать сирену. Если отключен выход сирены, контрольная лампа $L1$ выполняет роль коллекторного сопротивления транзистора $T5$. Конденсатор $C2$ можно разрядить при помощи кнопки $G1$, что приведет сигнальное устройство в нерабочее состояние, потребляемый ток при этом составляет около 1,5 мА.

Блок питания служит и для автоматического заряда аккумуляторов, он подзаряжает батареи, а при достижении номинального уровня заряда постоянно подает на аккумулятор буферный ток. Зарядный ток в аккумулятор (12 В/4,5 А-ч) течет через регулирующий транзистор $T6$. При заряженном аккумуляторе напряжение равно 13,8 В, зарядный ток 10 мА. Эти значения устанавливаются при помощи потенциометра $P2$ в цепи стабилизатора $Z1$. Когда аккумулятор разряжен, зарядный ток равен 120 мА. Трансформатор должен обеспечивать на выходе 12 В/1,2 В-А.

В зависимости от длины провода параллельно могут быть подключены несколько микрофонов. Вместо них для контроля за оконными стеклами с большим или меньшим успехом могут применяться и обыкновенные вибродатчики, хотя при большой чувствительности они часто ложно срабатывают. При грубой же настройке (малой чувствительности) вибродатчики срабатывают при уже разбитом стекле.

Включение и выключение магнитных датчиков может осуществляться, например, выключателем, расположенным на той двери, через которую в последнюю очередь выходят из охраняемого помещения.

При установке сигнального оборудования центральный блок должен быть недоступен для посторонних лиц. Сирену нужно помещать вне охраняемой зоны с учетом того, что, с одной стороны, она должна быть труднодоступной, а с другой — ее должны хорошо слышать соседи.

1.2.3. СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Охрану запертых помещений можно осуществлять несложными способами. При длительном отсутствии целесообразно использовать простейшие схемы со светочувствительными датчиками (фотоприемниками). Принцип их действия очень прост. Охраняемое помещение (или помещения) затемняют шторами. В соответствующем месте размещают светочувствительную сигнальную установку. Когда постороннее лицо входит в помещение, то на фотодатчик обязательно падает свет: днем — из двери, ночью — при включении освещения или от карманного фонаря; в результате сигнализация срабатывает. Схема должна и при коротком световом импульсе давать надежный сигнал.

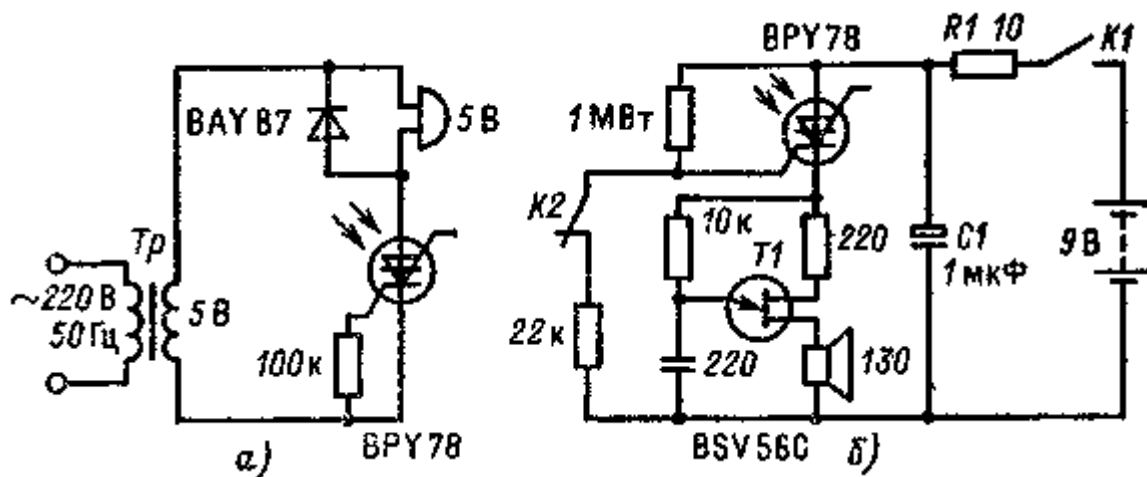


Рис. 28. Схемы противовзломной сигнализации на фоторезисторах, срабатывающей под воздействием света:

а — без вибродатчика; б — с вибродатчиком

Простая схема (рис. 28, а) позволяет осуществлять сигнализацию, срабатывающую под воздействием света (например, карманного фонаря). При этом загорается фототиристор и включается звонок.

Схема на рис. 28, б содержит также и вибродатчик $K2$. Генератор пилообразного напряжения, построенный на однопереходном транзисторе $T1$, может запускаться не только при освещении фототиристора, но и от сигнала вибродатчика $K2$, размыкающегося при механических колебаниях или тряске.

Отключение сигнала тревоги осуществляется ключом $K1$.

На рис. 29, а изображена схема фотореле сетевого питания. Переменное напряжение, появляющееся на резисторе $R2$ делителя напряжения, состоящего из элементов C , $R1$, $R2$, выпрямляется диодом D . Когда на фото-

резистор F попадает свет, его сопротивление уменьшается, реле J срабатывает и своим контактом $j1$ удерживается в этом состоянии, а контактом $j2$ замыкает цепь звонка. Прерывание сигнала тревоги возможно только тогда, когда на фоторезистор не падает свет или прекращается на короткое время подача питающего напряжения. В схеме использован кадмиево-сульфидный фоторезистор типа RPY20 фирмы PHILIPS ($U_{max} = 400$ В, $P = 1$ Вт, сопротивление при освещенности 50 лк равно 1500 Ом).

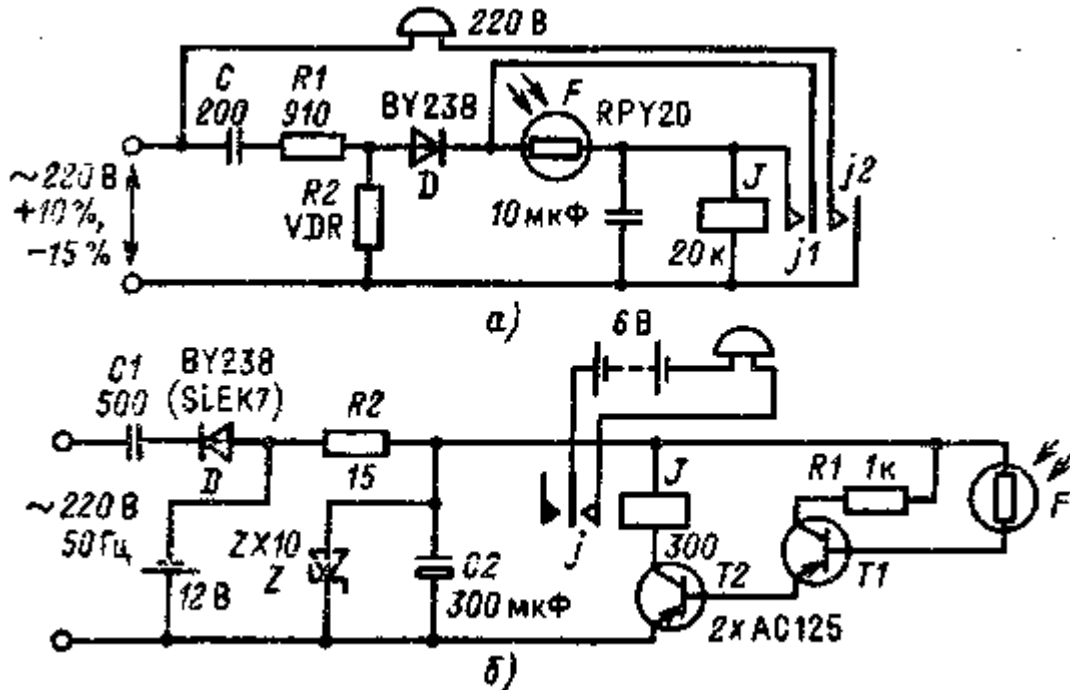


Рис. 29. Схемы противовзломной и противопожарной сигнализации, срабатывающей при изменении освещенности

Ток срабатывания реле составляет 2 мА, сопротивление обмотки 20 Ом. В качестве резистора $R2$ применен варистор VDR (для большей стабильности питающего напряжения) типа E299DG/P248. При напряжении 180 В через него течет ток 10 мА. Максимальное обратное напряжение выпрямительного диода D должно быть больше 500 В. Схема выдает сигнал тревоги уже при освещенности 10 — 30 лк.

Преимуществом схемы, показанной на рис. 29,6, является то, что она работает от одного аккумулятора напряжением 12 В. Светочувствительным элементом является кадмиево-сульфидный резистор типа LDR03. Реле сопротивлением 300 Ом в коллекторной цепи транзистора $T2$ срабатывает при токе 20 — 30 мА. Когда свет попадает на фоторезистор, его сопротивление уменьшается и транзисторы $T1$, а затем и $T2$ открываются. Посредством своего контакта j реле замыкает цепь звонка.

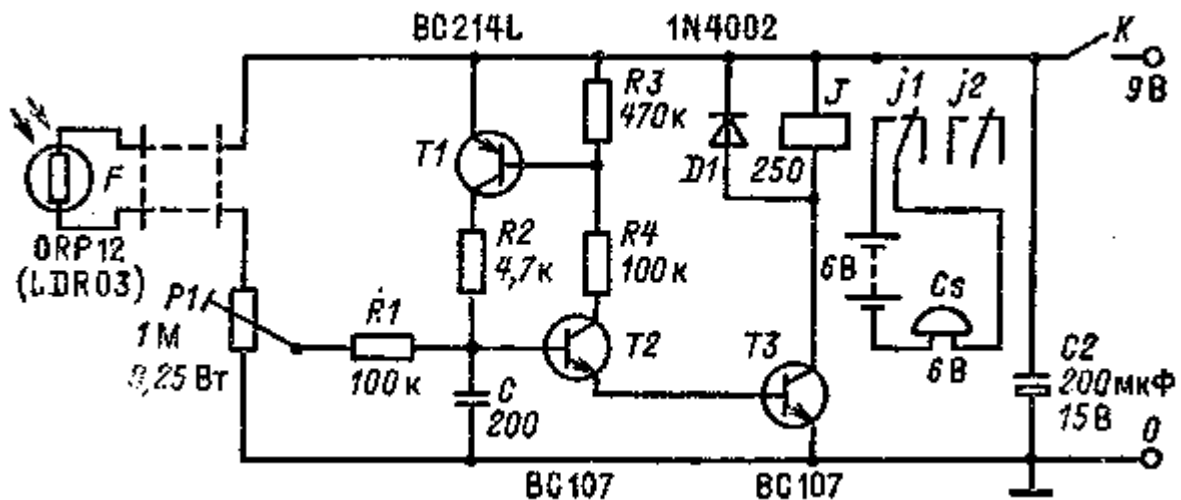


Рис. 30. Противовзломная сигнализация с цепью самоблокировки, срабатывающая под воздействием света

На рис. 30 приведена другая схема, работающая по такому же принципу. Когда свет попадает на светочувствительный резистор, устройство выдает сигналы тревоги до тех пор, пока его не отключат. В данном

случае звонит звонок, но при помощи контактов реле можно управлять и другими сигнально-предупредительными устройствами. Здесь необходимо учитывать следующее. Во-первых, цепь сигнализации должна быть независимой от сетевого напряжения, т. е. иметь автономное питание. Во-вторых, и это очень важно, ток, потребляемый оборудованием, должен быть минимальным, иначе применяемые батареи или аккумуляторы разрядятся бы очень быстро.

В качестве фотодатчика используется кадмиево-сульфидный фоторезистор. Несмотря на то что в темноте его сопротивление велико, уже при слабом освещении оно резко уменьшается. Фоторезистор типа LDR03 в темноте имеет сопротивление более 10 МОм, а при освещенности 100 лк только 1 кОм. Максимальная мощность рассеяния 200 мВт (при температуре до 40 °С) и 100 мВт (при температуре до 50 °С).

Кроме фоторезистора типа LDR03 могут быть использованы приборы типов ОРР12, LDR05 или другие, аналогичные по параметрам.

Если схему предполагается использовать в устройстве противопожарной сигнализации, в качестве датчика кадмиево-сульфидный фоторезистор не подходит из-за слабой чувствительности к инфракрасному спектру излучений. Если он все же используется, то необходимо обеспечить соответствующую чувствительность в требуемом диапазоне. Фоторезистор на основе сульфида свинца обладает более подходящими характеристиками. Он «охватывает» весь видимый спектр и частично инфракрасный диапазон.

В схеме фоторезистор F и потенциометр $P1$ образуют делитель напряжения. Постоянный уровень напряжения потенциометра через токоограничительный резистор $R1$ подается на базу транзистора $T2$. Через транзистор $T2$ до тех пор не будет протекать коллекторный ток, пока напряжение базы не превысит напряжения открывания транзисторов $T2$ и $T3$ ($2X0,6=1,2$ В). В случае, когда транзистор $T2$ закрыт, все же ничтожно малый ток течет через резисторы $R4$ и $R3$ и переходы коллектор — эмиттер и база — эмиттер транзисторов $T2$ или $T3$. Если транзисторы $T1$ и $T2$ закрыты, а в темноте сопротивления фотодатчика 1 МОм, то вместе с током утечки транзисторов потребляемый ток не превышает 5 мкА.

При освещении кадмиево-сульфидного фоторезистора его сопротивление уменьшается и поступающее на базу транзистора $T2$ напряжение увеличивается. Когда оно превысит 1,2 В, транзистор $T2$ открывается и через резистор $R4$ открывается транзистор $T1$. Через резистор $R2$ коллекторный ток транзистора $T1$ поступает на базу транзистора $T2$. По существу получается петля (цепь) с регенеративной обратной связью, которая при использовании транзисторов $T1$ и $T2$ позволяет увеличить скорость переключения схемы. Вследствие относительно малого значения сопротивления резистора $R2$ цепь остается в указанном состоянии и тогда, когда свет, падающий на фотодатчик, прекращается. Следовательно, чтобы транзисторы $T1$ и $T2$ открылись и цепь перешла в состояние самоблокировки, достаточно только на мгновение осветить фотодатчик. Тогда через резистор $R2$ и переходы эмиттер — база транзисторов $T2$ и $T3$ будет протекать ток, не превышающий 2 мА. В результате транзистор $T3$ тоже откроется, а находящееся в его коллекторной цепи реле сработает и своим рабочим контактом $J1$ включит звонок.

Желательно звонок и питающую его батарею помещать отдельно от собранной схемы, так как переходные токи и напряжения могут создать сильные помехи.

Конденсатор $C1$ с относительно малой емкостью служит для защиты от ложного срабатывания из-за воздействия напряжения помех, вызванных наводками в проводах фотодатчика и другими причинами. Диод $D1$ защищает транзистор $T3$ от индуктивных всплесков напряжения, возникающих при выключении реле,

1.2.4. СИГНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, СРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРИ ПЕРЕКРЫТИИ ЛУЧА

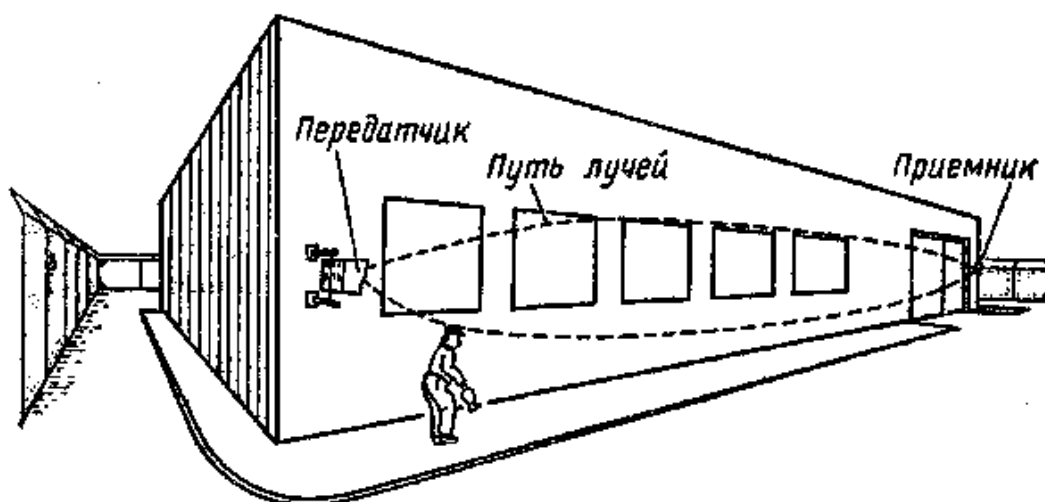


Рис. 31. Противовзломная охрана окон и дверей при создании светового барьера

Расположив перед охраняемым входом в дом, окном или другим объектом источник инфракрасного излучения (рис. 31), можно создать невидимый барьер, который в совокупности с электронным блоком послужит источником сигналов тревоги. Такое устройство выдает устойчивый сигнал тревоги при пересечении невидимого светового луча посторонним лицом.

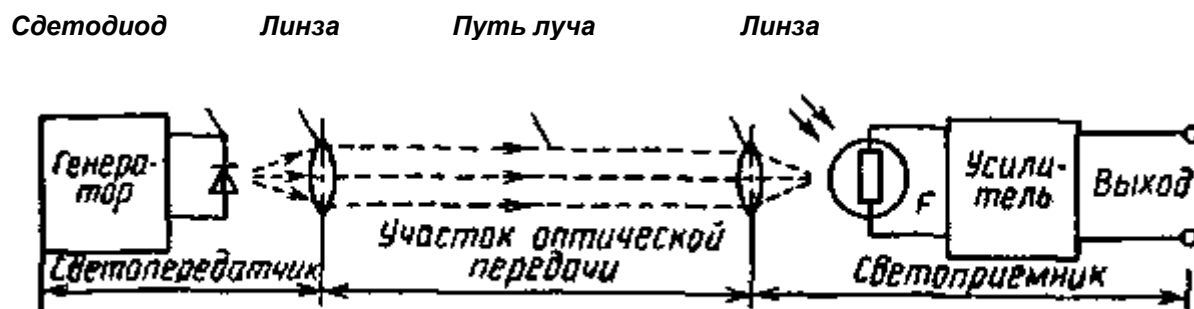


Рис. 32. Участок оптической связи

Участок оптической связи показан на рис. 32. Поток инфракрасного излучения от источника попадает на расположенный напротив светочувствительный элемент. Перекрытие луча, даже незначительное, или прекращение подачи света немедленно вызывает сигнал тревоги. Недостатком этой конструкции является то, что светопередатчик (излучатель) и фотоприемник должны быть расположены точно на одной линии. Другой недостаток заключается в том, что пересечь узкий пучок света могут, например, и птицы, что приведет к ложной тревоге. Для устранения этого недостатка созданы усовершенствованные конструкции (рис. 31), когда для срабатывания сигнализации требуется перекрыть (пересечь) около 50 % площади светового пучка диаметром около 30 см.

При применении источников инфракрасного излучения между передатчиком и приемником должна быть обеспечена зона свободной (прямой) видимости. При передаче потока на большие расстояния располагаются последовательно несколько таких систем, причем так, чтобы в непосредственной близости от передатчиков и приемников не возникали зоны перекрытия диаграммы направленности (рис. 33).

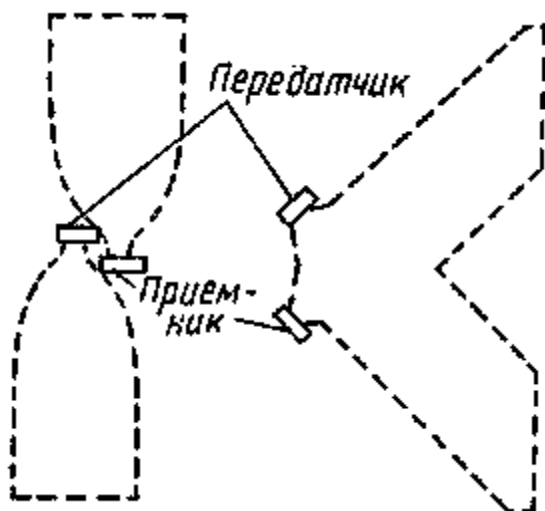


Рис. 33. Перекрытие диаграммы направленности

Если применяются простые устройства, особенно на большом расстоянии между излучателем и приемником, то могут возникать различные помехи, например фоновый свет, изменение дневной освещенности, искусственные источники света и т.д. Для устранения влияния этих мешающих факторов применяют модулированные источники света и резонансные усилители. Такие устройства с модулированным источником света по сравнению с другими не обладают большой чувствительностью, но их невозможно вывести из строя побочными инфракрасными сигналами.

Излучатели с немодулированным источником света. Речь здесь будет идти о простых устройствах, применяемых для перекрытия светом расстояния 2,5 — 5 м.

В таких конструкциях для концентрации светового потока на фотоприемнике имеет смысл использовать собирательную линзу (двояковыпуклую или плосковыпуклую). Обычно применяют линзы с фокусным расстоянием 50 и диаметром 30 мм. Их встраивают в металлическую или пластмассовую трубу длиной 40 и внутренним диаметром 32 — 33 мм.

Приемник надо расположить таким образом, чтобы лучи источника света попадали на светочувствительную поверхность точно в фокусе. Оптика используется та же самая, что и в светоприемнике. Лампу располагают так, чтобы нить накаливания находилась в фокусе линзы. Если лампа имеет характеристики 6 В/3 Вт, то без инфракрасного фильтра можно перекрыть расстояние 2,5 м. Применение фильтра, который может стоять до и после линзы, уменьшает это расстояние до 1,3 м. При необходимости световые лучи можно направить под углом (рис. 34).

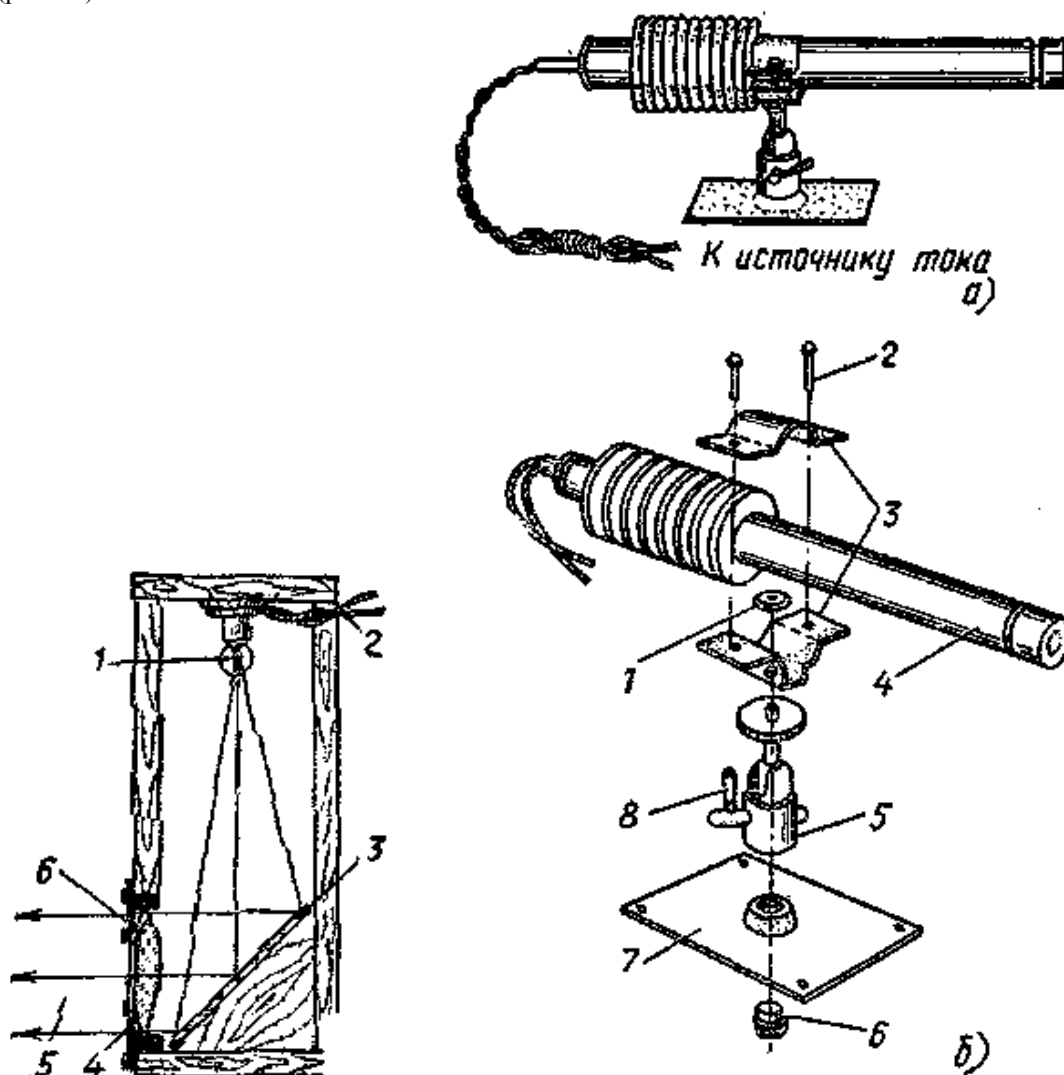


Рис. 34. Устройство простого светодатчика:

1 — лампа; 2 — провод; 3 — веркало; 4 — двояковыпуклая линза; 5 — лучи света; 6 — фильтр

Рис. 35. Светодатчик:

а — в собранном виде; б — схема сборки на крепежной пластине: 1 — гайка; 2 — винт М4Х15; 3 — хомут; 4 — проекционная труба; 5 — кронштейн; 6 — винт; 7 — Крепежная пластина; 8 — рычаг крепления

Захватываемое светом расстояние в значительной степени может быть увеличено при использовании источников света большей мощности. Такие лампы имеют толстую спираль накаливания, вследствие чего на светочувствительной поверхности приемника можно создать большую освещенность. Наилучших результатов можно достичь, применяя автомобильные лампы. В этом случае, конечно, корпус должен быть больших размеров и иметь соответствующую вентиляцию (вентиляционные отверстия).

Для перекрытия больших расстояний (5 — 6 м) служит источник света, конструкция которого изображена на рис. 35 и 36. Здесь источником инфракрасных лучей является низковольтная (12 В/1,3 А) лампа накаливания, расположенная в фокусе плосковыгнутой линзы, перед которой помещен инфракрасный фильтр.

На рис. 37 показана схема сигнализации с фотодиодным датчиком. Реле срабатывает в том случае, когда пересекается луч света, направленный на фотодиод. Последний образует с резистором 91 кОм делитель напряжения, который обеспечивает базовое напряжение транзистора 77. Когда фотодиод освещен, его сопротивление минимально, следовательно, потенциал базы транзистора $T1$ низкий. Если световой луч перекрывается, значе-

ние сопротивления увеличивается, в результате чего возрастает и напряжение на базе транзистора. Транзистор $T1$ управляет триггером Шмитта, состоящим из транзисторов $T2$ и $T3$. На его выходе напряжение резко (скачком) возрастает от минимального до максимального значения даже в том случае, когда изменение светового потока, падающего на фотодиод, незначительно. Транзистор $T3$ управляет мощным каскадом, состоящим из транзистора $T4$, в коллекторной цепи которого находится реле. Диод D служит для ограничения индуктивных всплесков напряжения, возникающих в обмотке реле при-закрытии транзистора $T4$, и для его защиты.

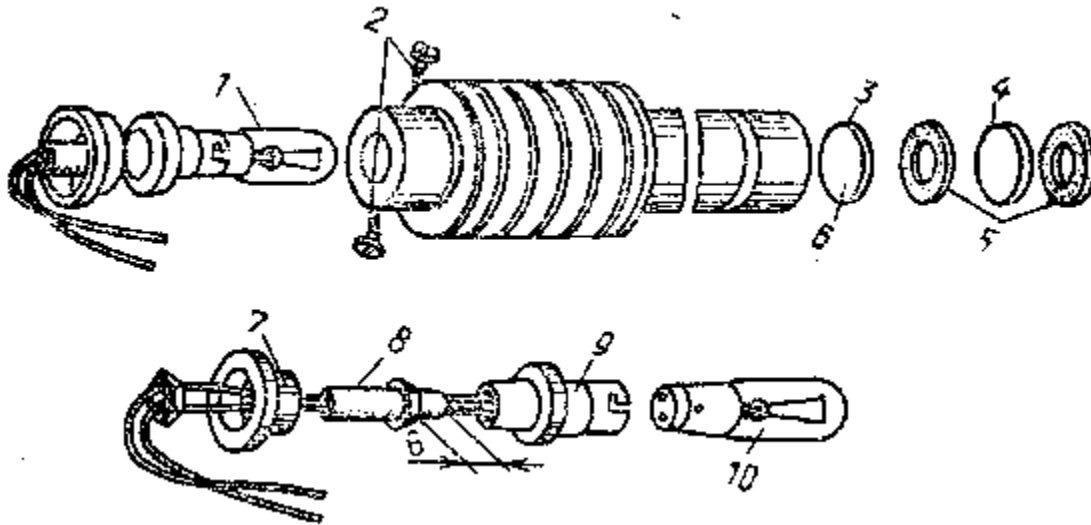


Рис. 36. Схема сборки проекционной трубы светодатчика:

1 — лампа; 2 — винты для листового металла 2,9X6,5; 3 — выпуклая сторона; 4 — инфракрасный фильтр; 5 — резиновые кольца; 6 — полувыпуклая линза; 7 — запорное кольцо; 8 — резьбовая труба; 9 — патрон; 10 — лампа

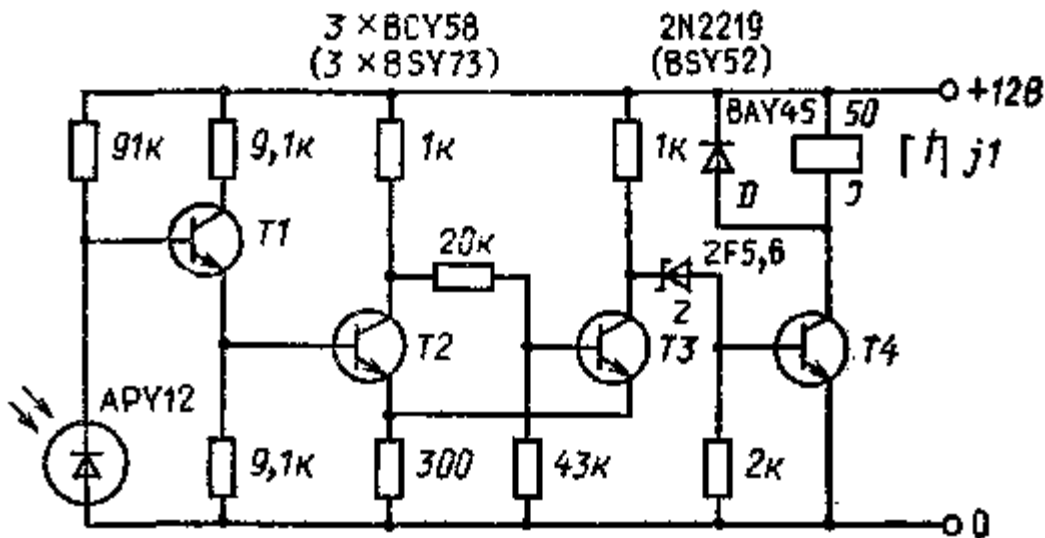


Рис. 37. Схема сигнализации с фотодиодным датчиком

Другой пример схемы сигнализации, в которой используется кадмиево-сульфидный фотодатчик, приведен на рис. 38: При освещении фоторезистора его сопротивление уменьшается и транзистор $T1$ закрывается. Транзистор $T2$ в это время тоже закрыт, так как на его базу через резистор $R2$ подается отрицательное напряжение. Когда поток световых лучей, направленных на фоторезистор, уменьшается, транзистор $T1$, а вместе с ним и $T2$ открываются, а так как напряжение на транзисторе $T2$ уменьшается, то оно падает и на делителе напряжения ($R4$, $R3$), соединенном параллельно с ним. Поэтому уменьшается эмиттерное напряжение транзистора $T1$, а в результате этого происходит увеличение его коллекторного тока, что опять приводит к его возрастанию в транзисторе $T2$, и реле срабатывает. При срабатывании реле образует цепь самоблокировки — контакт $j1$ и кнопка G . Цепь звонка и лампы накаливания $Л1$ замыкается контактом реле $j2$. Схема может работать от аккумулятора напряжением 9 В (при отсутствии сетевого питания).

На рис. 39 изображена схема сигнализации с применением кадмиево-сульфидного фоторезистора для работы на расстоянии примерно 5 м. Напряжение эмиттер — база транзистора $T1$ определяется потенциометром $P1$ и кадмиево-сульфидным фоторезистором LD:R03.

Если свет от лампы накаливания, пройдя через инфракрасный фильтр, не попадает на светочувствительный резистор (при перекрытии светового луча), то транзистор $T1$ закрыт, транзисторы $T2$ и $T4$ открыты. Нахо-

дающееся в коллекторной цепи транзистора $T5$ -реле срабатывает и своим контактом $j2$ делает короткое замыкание на входе сигнально-предупредительного блока. Когда поток света становится стабильным и инфракрасные лучи попадают на фоторезистор, его сопротивление уменьшается. В результате напряжение эмиттер — база транзистора $T1$ увеличивается и он открывается. Затем уменьшается базовое напряжение транзистора $T2$ и он начинает закрываться. Аналогичным образом ведут себя и транзисторы $T4$ и $T5$, поскольку базовый ток $T3$ определяется резисторами $R6$ и $R7$. Когда возрастает напряжение на базе транзистора $T3$, транзистор $T2$ полностью закрывается, то же происходит и с транзисторами $T4$ и $T5$. Реле в этом случае будет находиться в нерабочем состоянии (отпускает), а следовательно, сигнал прекращается.

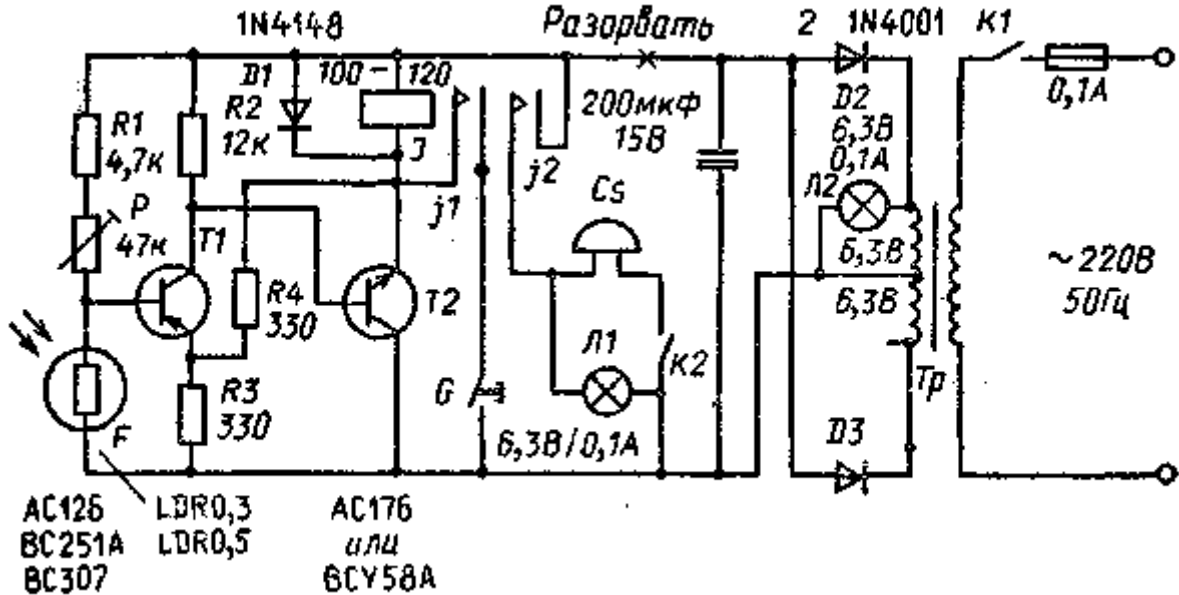


Рис. 38. Схема сигнализации с кадмиево-сульфидным фотодатчиком

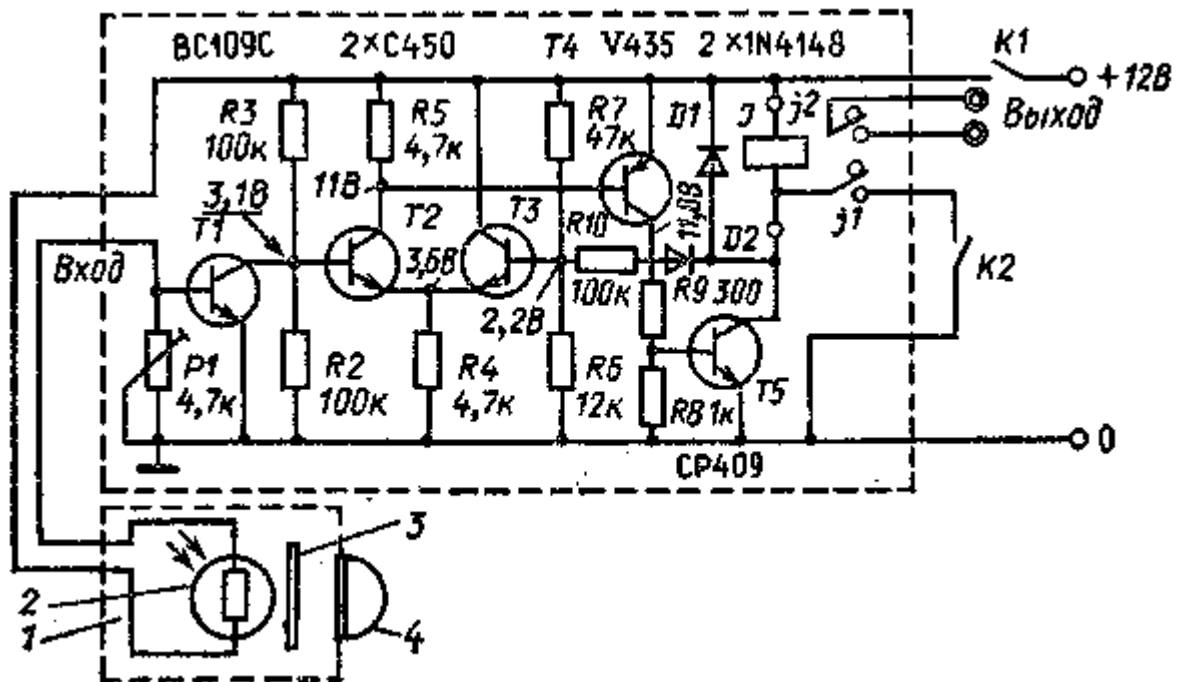


Рис. 39. Схема сигнализации с кадмиево-сульфидным фоторезистором:
а — блок светоприемки; 2 — фоторезистор; 3 — инфракрасный фильтр; 4 — плосковогнутая линза

Выключатель $K2$ позволяет подавать два вида сигналов тревоги: кратковременный и длительный.

При включении $K2$ работающее реле своим контактом $j1$ самоблокируется. Если $K2$ выключен (временный режим), система сигнализации работает только при перекрытии инфракрасных лучей, достигающих светочувствительного резистора. Когда $K2$ включен, сигнализация функционирует все время, пока ее не отключат.

Если использовать лампу накаливания на 12В/1,2А, то можно контролировать расстояние до 5 м. Питающее напряжение схемы 12 В, а общая мощность рассеяния приблизительно равна 15 Вт. Схема монтажа (сборки) светоприемного устройства приведена на рис. 40.

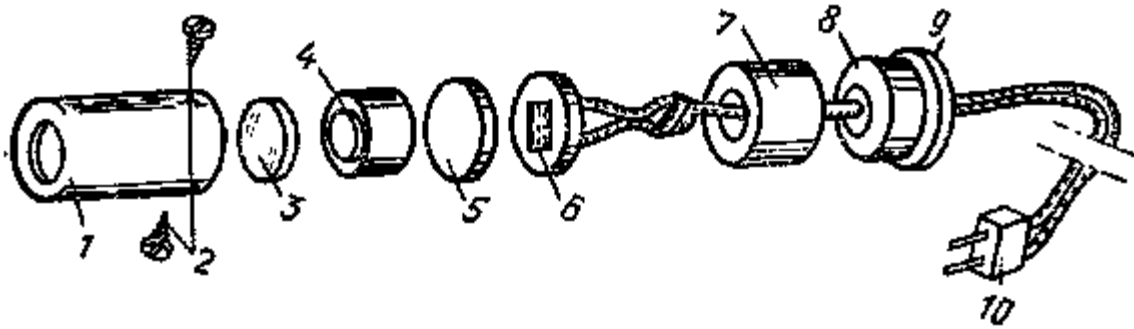


Рис. 40. Схема сборки светоприемного устройства:

1 — металлический корпус; 2 — винты для листового металла 0 2,9Х6,5; 3 — плосковогнутая линза; 4 — распорное кольцо 0 26Х9; 5 — инфракрасный фильтр; 6 — фотодатчик; 7 — распорное кольцо 0 26Х15; 8 — резиновая трубка; 9 — запорное кольцо; 10 — вилка

Излучатели с модулированным источником света.

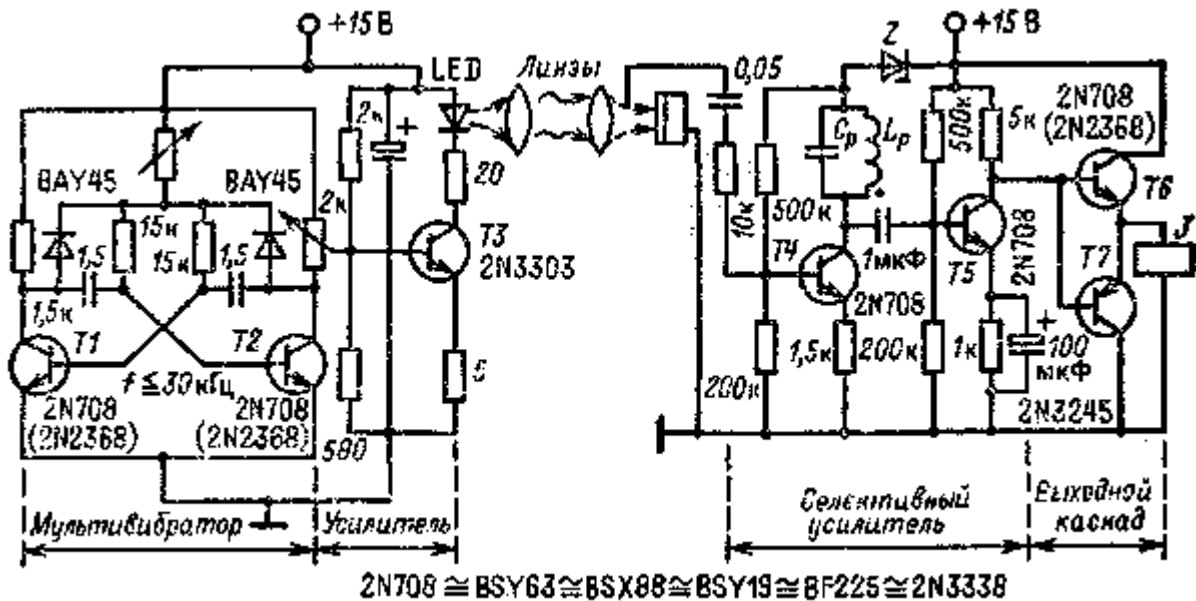
Работе устройств с немодулированными источниками света может помешать окружающее освещение. Кроме того, они легко могут быть выведены из строя посторонними сигналами. Следует отметить, что в качестве источника света не должны применяться лампы с большой тепловой инерцией нити накаливания. Для этой цели годятся, например, лампы тлеющего разряда, импульсные газоразрядные трубки и светодиоды.

По сравнению с устройствами, работающими на обычных лампах накаливания, блоки оптического приема со светодиодами, работающие в режиме модуляции частоты или в импульсном режиме, обладают определенными преимуществами.

Во-первых, лампы накаливания имеют КПД менее 0,1 %. При токе в несколько сот микроампер требуется напряжение минимум в несколько вольт; кроме того, они недолговечны. Коэффициент полезного действия светодиодов больше, при токе свыше 10 мА, постоянном прямом напряжении 1,5 В срок службы практически не ограничен.

Во-вторых, светодиоды могут работать в импульсном режиме. Схема подключения фотоприемника выполнена таким образом, что он может быть настроен на частоту модуляции в узком спектре частот. Таким образом, система достаточно независима от воздействия рассеянного света.

В-третьих, при помощи пары светодиод — фототранзистор, работающей в импульсном режиме, можно контролировать расстояние и в несколько сотен метров (даже не применяя при этом лазерные диоды). Фотоприемник в этом случае работает как селективный усилитель.



2N708 ≅ BSY63 ≅ BSX88 ≅ BSY19 ≅ BF225 ≅ 2N3338

Рис. 41. Электрическая схема участка оптической связи с модуляцией света в передатчике и с селективным приемником

На рис. 41 представлена электрическая схема участка оптической связи с модуляцией света в передающем и селективном приемном узлах. Устройство используется, например, в качестве сигнального в противозломных системах. Модуляция светового сигнала осуществляется при помощи самовозбуждающегося мультивибратора.

Инфракрасные импульсные излучатели являются новейшим вариантом противозломных сигнальных устройств, работающих при перекрытии луча. Они с успехом действуют на больших расстояниях (10 м) и имеют автономное питание.

Принцип их действия основан прежде всего на большой мощности диодов инфракрасного излучения на арсениде галлия (GaAs), возникающей при очень кратковременном и большом импульсном токе. Возникают очень короткие световые импульсы с соответственно продолжительными перерывами (паузами). Если, например, время периодической подачи напряжения на излучающий диод CQY99, т. е. время включения (или длительность импульса), 20 мкс, период 50 мс (20 Гц), то при импульсном токе диода 2 А среднее его значение будет лишь 0,8 мА. С учетом же тока потребления генератора общий ток не составит и 1 мА. Такой световый импульсный передатчик можно непрерывно эксплуатировать в течение года от аккумулятора 4,5 В/10 А-ч.

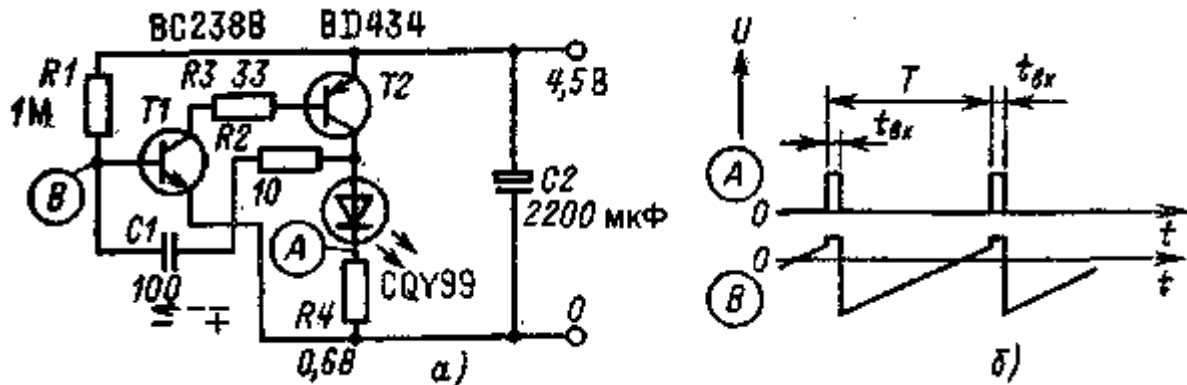


Рис. 42. Электрическая схема (а) и формы сигналов (б) светодатчика системы сигнализации с использованием инфракрасных импульсов

Электрическая схема и формы сигналов светопередатчика и светоприемника системы сигнализации приведены на рис. 42 и 43. Коэффициент заполнения световых импульсов от светопередатчика (см. сигналы формы А) $t_{вх}/T=20 \text{ мкс}/50 \text{ мс}$.

Если бы в качестве импульсного генератора использовали обыкновенный самовозбуждающийся мультивибратор, то и при больших импульсных промежутках потребление тока было бы относительно высоким, так как один транзистор из двух всегда открыт. Небольшой коэффициент заполнения только тогда приводит к минимальному среднему расходу тока, когда импульсный генератор при длительной паузе потребляет малый ток. Этим требованиям удовлетворяет самовозбуждающийся мультивибратор (рис. 42), поскольку во время паузы закрыты оба транзистора.

Рассмотрим теперь, каким образом приемная часть обрабатывает световые импульсы (рис. 43). Фотодиод BPW34, находящийся на пути следования лучей, воспринимает периодически (через каждые 50 мс) поступающие на него импульсы длительностью 20 мкс, которые после усиления появляются на выходе интегральной микросхемы TDA4180P (сигналы формы «С»). Выходной сигнал усилителя в каскаде, состоящем из транзистора T3, преобразуется в положительные импульсы («D»), которые, попадая на вход интегрального ключа типа U113B фирмы AEG-Telefunken, приводят к запуску генератора и образованию пилообразного напряжения («E»).

Скорость его нарастания определяется емкостью конденсатора С, которую нужно выбрать таким образом, чтобы пилообразный сигнал не достиг значения $U_{пит}$. Принцип работы схемы построен на реакции на отсутствие импульсов. Если хотя бы на мгновение перекрывается световой поток, по крайней мере исчезает один из них и пилообразный сигнал почти достигает $U_{пит}$. В результате транзистор T4 закрывается, а реле, вызывающее возникновение сигнала тревоги, возвращается в нерабочее состояние.

Приемная часть представляет собой схему, срабатывающую при отсутствии сигналов. С увеличением емкости конденсатора С нарастание пилообразного сигнала замедляется. Следовательно, при отсутствии нескольких запускающих импульсов возникает большая пауза и сигнал достигает значения питающего напряжения. Таким способом можно добиться соответствующей регулировки времени подачи сигнала.

Если схема работает от аккумулятора или сухого элемента, необходимо добиться большего срока их службы, однако нельзя не учитывать, что при незначительном уменьшении $U_{пит}$ реле начнет «стучать» (дребезжать). При сетевом питании возможна стабилизация напряжения, но тогда надо иметь в виду определенный разброс параметров интегральной микросхемы U113B. К достоинствам схемы следует отнести то, что в случае питания от сети во время отключения тока реле срабатывает и самостоятельно вызывает сигнал тревоги, т. е. сигнализирует о прекращении питания. Блок сигнализации, конечно, должен иметь питание от отдельного источника, независимого от сети.

Защитить фотодиод от падающего сбоку света можно при помощи черной пластмассовой трубки. Поставив пластмассовую линзу с пленкой-фильтром дневного света, можно увеличить область действия системы и уменьшить чувствительность к постороннему свету. Если, несмотря на принятые меры, чувствительность к постороннему свету будет еще высока, можно уменьшить сопротивление резистора, стоящего на входе, что, однако приведет к уменьшению рабочего расстояния.

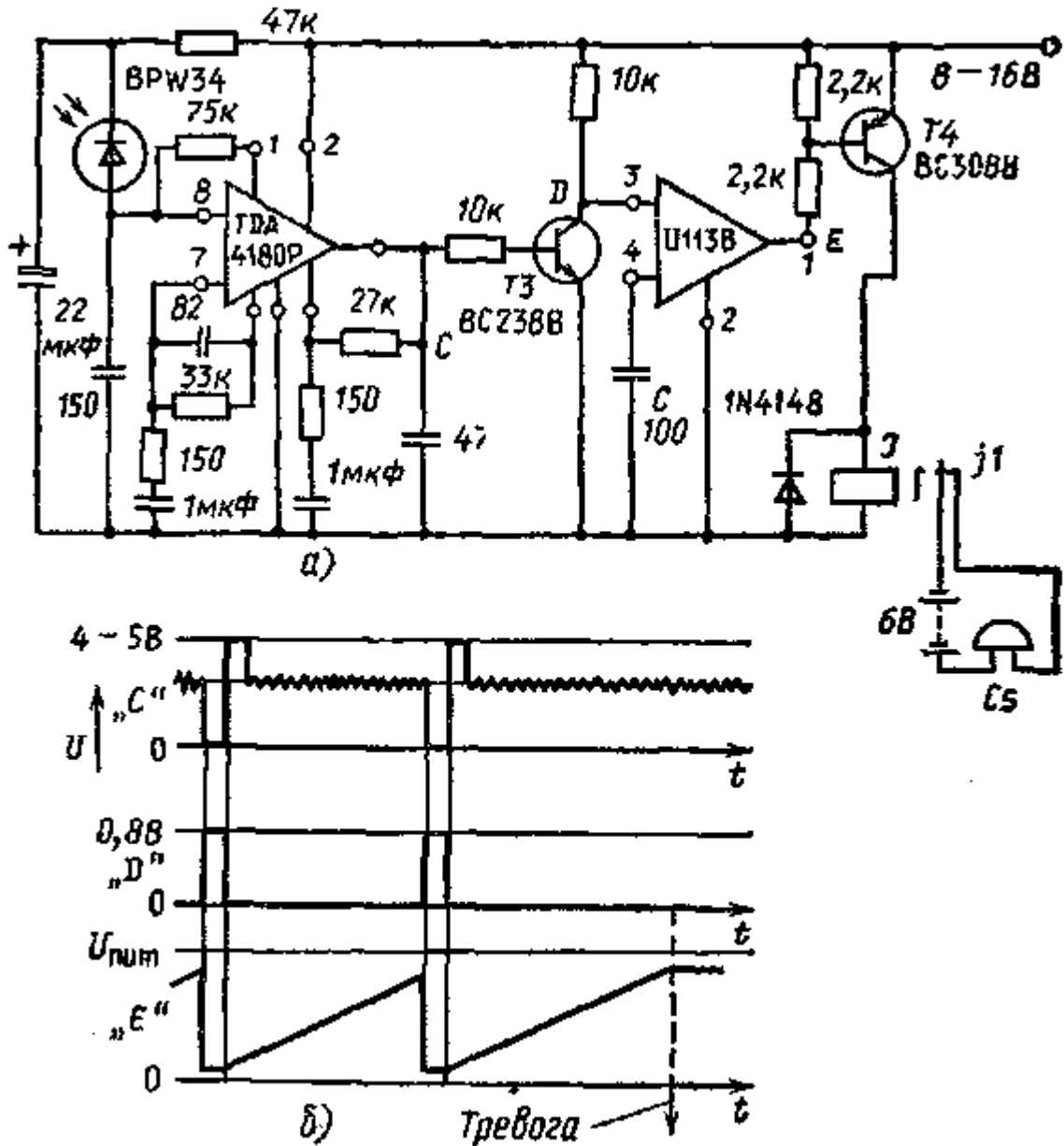


Рис. 43. Электрическая схема соединений (а) и формы сигналов (б) приемной цепи системы сигнализации с использованием инфракрасных импульсов

Малое потребление светопередатчика достигается за счет применения дополнительного самовозбуждающегося мультивибратора. Как это видно на рис. 42, во время паузы конденсатор $C1$ заряжен (это происходит за время действия предыдущего импульса) и имеет полярность, показанную на этом рисунке. На базу транзистора $T1$, следовательно, подается отрицательное напряжение в несколько вольт и он закрыт. Конденсатор $C1$ теперь медленно перезаряжается через резисторы $R1$, $R2$, диод и $R4$. Этот процесс продолжается до тех пор, пока напряжение базы транзистора $T1$ не достигнет такого положительного значения, при котором возникает коллекторный ток. В результате транзистор $T2$ тоже открывается, что влечет за собой еще более быстрое открытие транзистора $T1$.

Обратная связь ведет к быстрому переключению транзисторов $T1$ и $T2$. Конденсатор $C1$ снова перезаряжается на первоначальную полярность через проводящий транзистор $T2$, резистор $R2$ и переход эмиттер — база транзистора $T1$. Как только уменьшится ток перезарядки, поступающий на базу транзистора $T1$, увеличивается коллекторное напряжение $T2$. Вследствие этого базовое напряжение транзистора $T1$ продолжает уменьшаться

при протекании тока по цепи $R2$ и CL . Таким образом, транзисторы теперь опять закрываются, т. е. происходит обратное переключение.

Таким образом, период 50 мс, т. е., по сути, пауза, определяется элементами $R1$ и $C1$, а длительность импульса 20 мкс — элементами $R2$ и $C1$. Она также зависит от коэффициента усиления по току транзисторов, питающего напряжения и параметров инфракрасного излучающего диода (табл. 2).

Таблица 2. Влияние изменения параметров схемы, изображенной на рис. 42, на амплитуду, период и длительность импульса

Параметр	Амплитуда	Период	Длительность импульса
Напряжение питания	+	0	—
Прямое напряжение инфракрасного диода	—	+	+
$R1$	0	+	0
$R2$	0	0	+
$C1$	0	+	+
Усиление по току $T1$	0	0	+
Усиление по току $T2$	0	0	+
Температура	+	0	

Примечание. «+» — увеличение; 0 — без изменения; «—» — уменьшение.

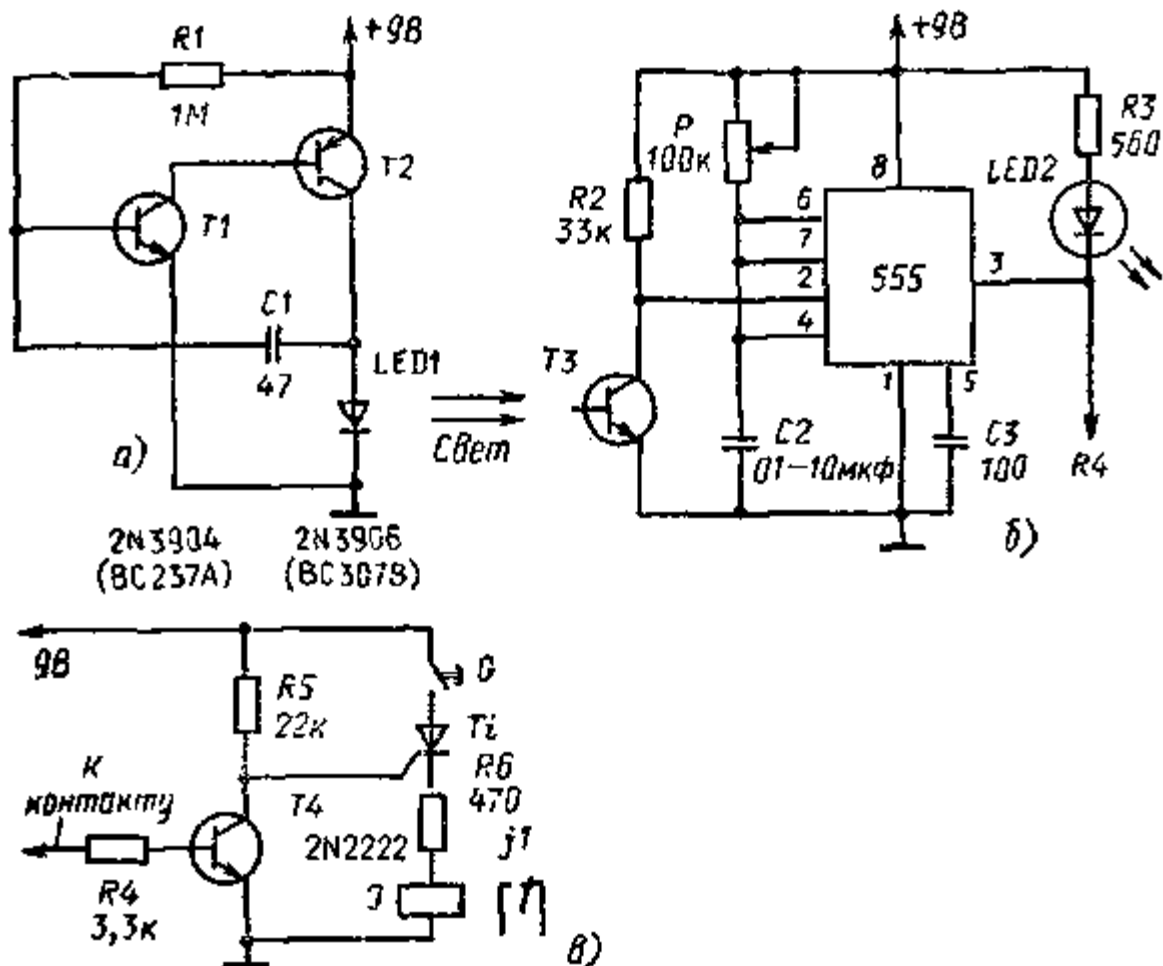


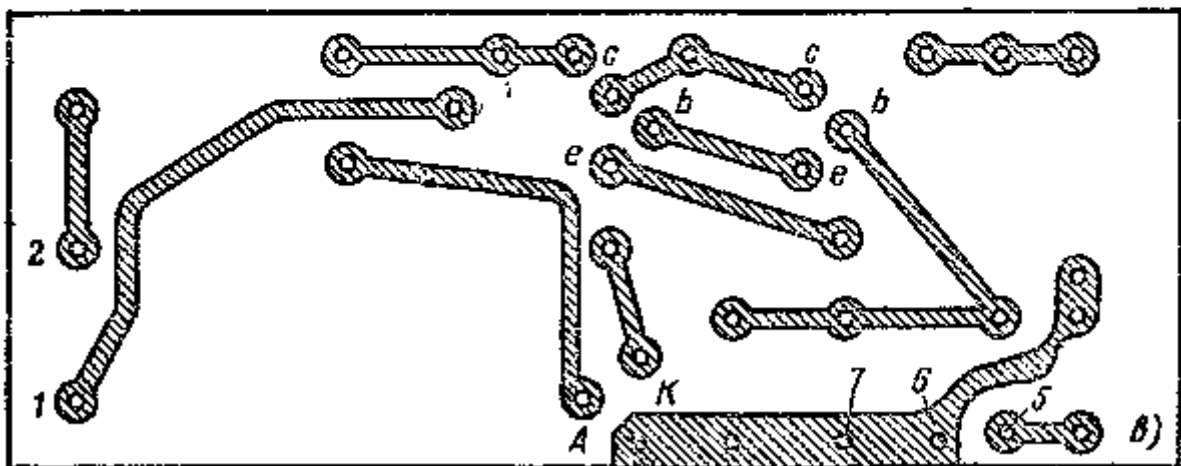
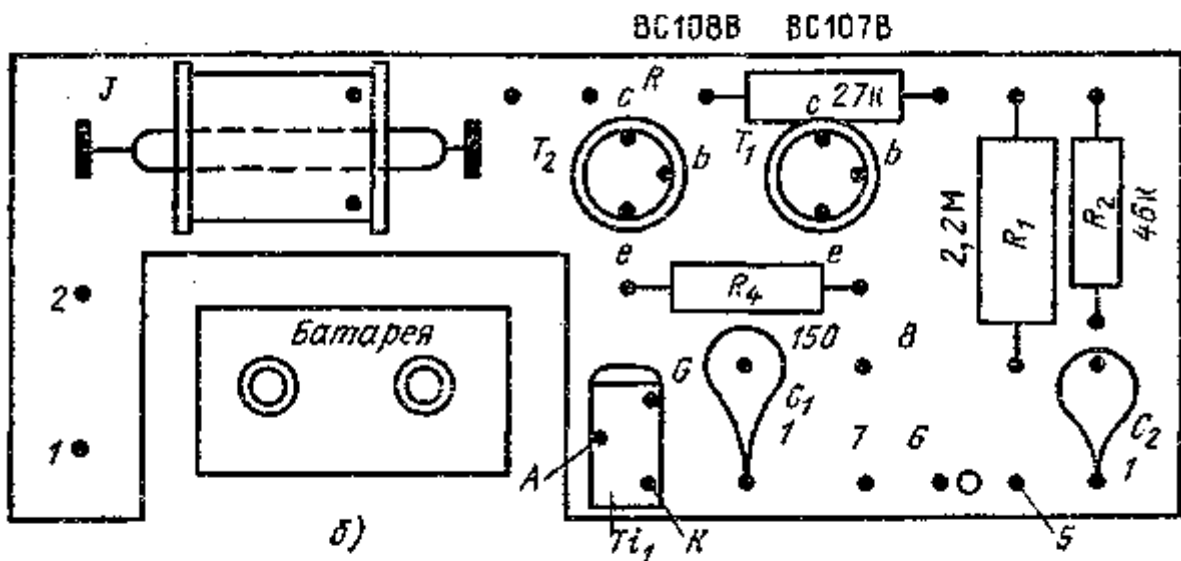
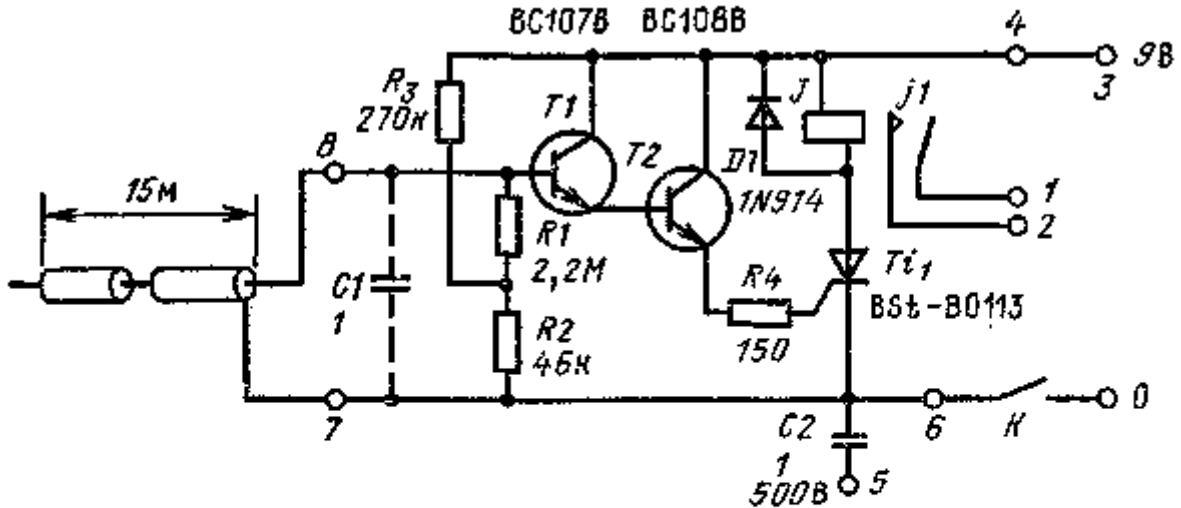
Рис. 44. Схема сигнализации с использованием инфракрасных импульсов: а — передатчик; б — приемник; в — цепь задержки сигнала тревоги

На рис. 44 приведена схема сигнализации с инфракрасным излучающим диодом. Ее передающая часть (рис. 44, а) представляет собой самовозбуждающийся мультивибратор, от которого диод LED1 начинает периодически излучать световые импульсы.

Приемная часть схемы выполнена на базе ИМС-тай-мера типа 555, фиксирующего моменты отсутствия импульсов, которые с диода LED1 воспринимаются фототранзистором $T3$ и используются для обратного пере-

ключения и запуска моностабильного мультивибратора. Когда световой путь перекрывается, зажигается светодиод LED2, подключенный к ИМС. Продолжительного сигнала можно добиться и при помощи тиристорной схемы, приведенной на рис. 44, б. Под воздействием импульса тиристор отпирается и заставляет срабатывать реле. Прекращение сигнала тревоги достигается нажатием кнопки *G*.

Чувствительность схемы на рис. 44, б определяется резистором *R2* и фототранзистором *T3*. Значение сопротивления резистора *R2* может быть и меньше 33 кОм, но в этом случае уменьшается чувствительность приемника. Фотоприемником *T3* может быть обычный кремниевый фототранзистор, однако применение составного фототранзистора (по схеме Дарлингтона) обеспечивает лучшую чувствительность.



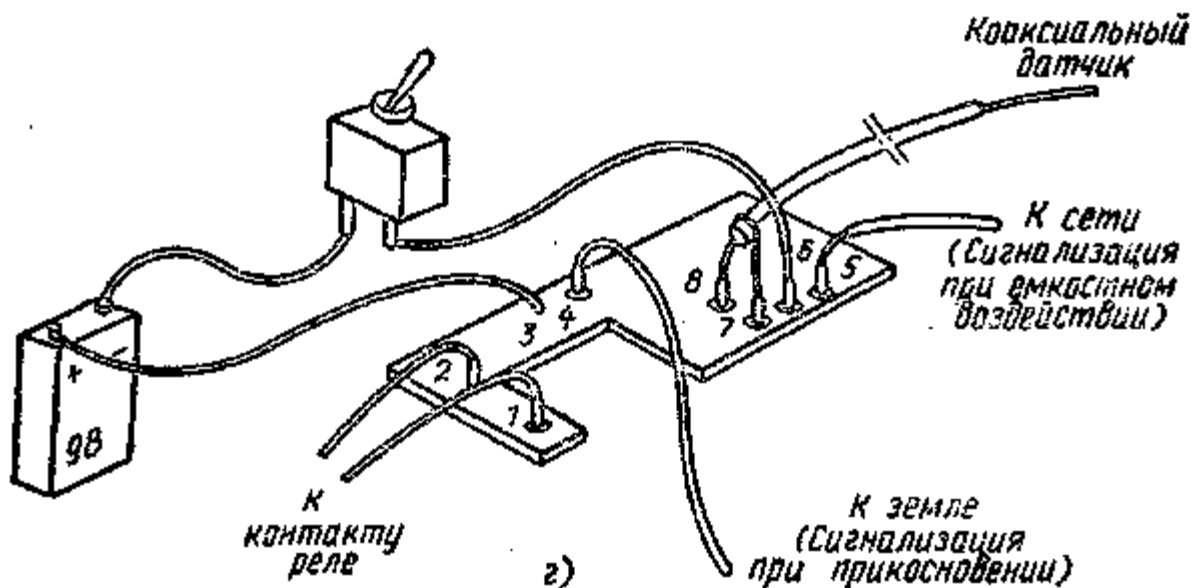


Рис. 45. Сигнализация, срабатывающая при емкостном воздействии или прикосновении:
 а — электронная схема; б — монтажная схема; в — печатная плата; г — соединение с внешними элементами

Постоянная времени моностабильного мультивибратора определяется R и $C2$. Время, необходимое для срабатывания звуковой сигнализации при исчезновении светового импульса, равно разности между временем паузы передатчика и постоянной времени приемника. Поэтому кажется, что схема срабатывает почти мгновенно при перекрытии каким-либо образом светового луча, если постоянная времени немного больше паузы. Однако, если она намного больше времени паузы, для срабатывания схемы потребуется несколько секунд. Большая постоянная времени обеспечивает также в защиту от ложных срабатываний.

Контролируемое расстояние определяется чувствительностью приемника, мощностью импульса, излучаемого диодом LED1.

Применение соответствующей линзы и защита диода в приемнике от падающего сбоку света (при помощи черной пластмассовой трубки) позволяют контролировать расстояние в 3 — 4 м. Наилучшие результаты дает применение в передатчике и приемнике таких линз, фокусное расстояние которых приблизительно равно их диаметру.

1.2.5. СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ, СРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРИ ПРИБЛИЖЕНИИ ИЛИ ПРИКОСНОВЕНИИ К НИМ

Одним из способов защиты квартир от взлома может быть установка сигнальных систем, срабатывающих при приближении (емкостном воздействии) или прикосновении к ним человека (рис. 45).

Датчиком сигнального устройства может быть любой изолированный от земли металлический предмет. Можно использовать, например, проволоку, пластины, сетку и т.д. Они соединяются с задвижками или замками дверей тех помещений, попытки проникновения в которые должны сопровождаться сигналами тревоги, а также и с ценными металлическими предметами, подлежащими охране.

Если устройство должно срабатывать при емкостном воздействии, то экранированный кабель всегда соединяют с тем предметом, емкость которого по отношению к земле меньше 10 пФ. Такая сигнализация применяется и для охраны ценных картин. Датчик помещают за картину или же, как проволоку, натягивают на задней стороне рамы. Когда кто-то слишком близко к ней подходит, немедленно раздается сигнал тревоги.

При прикосновении или приближении к датчику сигнальной системы образующийся сигнал, усиленный транзисторами $T1$ и $T2$, попадает на тиристор и открывает его. Реле срабатывает и своим контактом включает звонок или сирену.

В схеме использовано обычное реле, работающее при 6 — 7 В, потребляемый ток которого находится в пределах рабочего тока тиристора. Прекращение сигналов тревоги и приведение схемы в состояние готовности к повторному срабатыванию происходит путем выключения выключателя K и затем его повторного включения.

Если устройство настроено на срабатывание от прикосновения, вывод 5 конденсатора $C2$ остается свободным, т. е. ни к чему не подключается. Положительный же полюс источника питания (клемма 4) должен быть заземлен. В качестве заземления служит водопроводная сеть или система центрального отопления, но надо остерегаться подключения к газопроводу. Датчик в этом случае при помощи одножильного провода следует подключать к клемме 8.

Если схема будет настроена на емкостное воздействие, клемму 4 надо оставить свободной (заземлять ее не надо), а вывод 5, ведущий к конденсатору C_2 , соединить с фазным проводом сети. Клеммы 7 и 8 при помощи коаксиального кабеля соединить с одной стороны с входом, с другой — с датчиком. Максимальная длина кабеля 15 м.

При использовании кабеля максимальной длины конденсатор C_1 из цепи надо исключить. Если кабель, как это обычно бывает, короче, следует принимать в расчет практическую емкость одного метра, равную 80 пФ, важно, чтобы она не превышала 1 нФ. Отметим еще, что конденсатор C_1 можно вводить в схему только в этом конкретном случае.

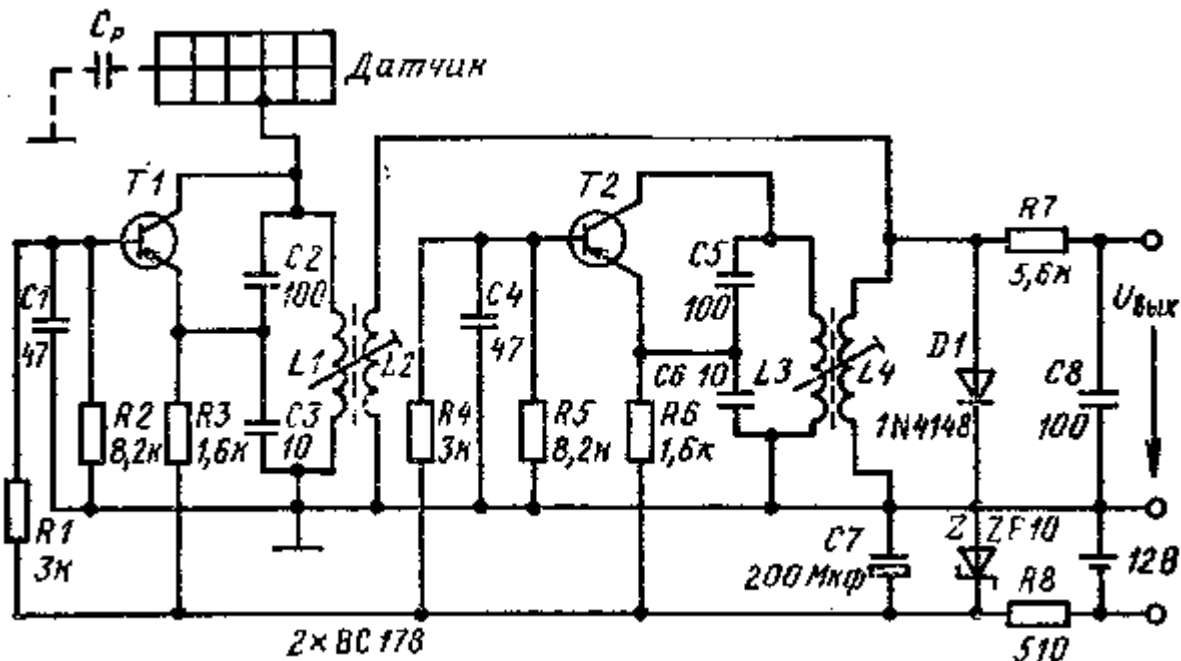


Рис. 46. Схема сигнальной системы, чувствительной к изменению емкости

На рис. 46 дана схема сигнальной системы, чувствительной к изменению емкости. Транзисторы T_1 и T_2 образуют одинаковые каскады гетеродинных генераторов. Индуктивность обмоток колебательного контура транзисторов T_1 и T_2 25 мГн (L_1 и L_3). Частота генераторов будет 95 кГц. Настраиваемая емкость колебательных контуров относительно невелика потому, что небольшое параллельное изменение емкости датчика вызывает уже достаточно большое изменение частоты. Если C_p равна 10 пФ, частота гетеродинного каскада транзистора T_1 изменится на 4,2 кГц.

В качестве обмоток колебательного контура можно использовать, например, обмотки строчного генератора телевизионных приемников. Они имеют индуктивность 30 мГн, число витков 2000. Соединительные обмотки L_2 и L_4 имеют по 100 витков. Датчик присоединяют к индуктивности L_1 . Вызываемое им нарушение настройки выравнивается регулировкой сердечника обмотки L_1 . При приближении к датчику в результате нарушения настройки генератора T_1 изменяется возникающее на диоде D_1 разностное напряжение звуковой частоты. Вследствие малого количества витков в обмотках L_2 и L_4 девиации частоты между двумя генераторами не возникает. Элементы R_7 , C_8 образуют фильтр верхних частот.

В обычном состоянии, т. е. когда около датчика никого нет, разность частот двух генераторов составляет более 1 кГц. Эту относительно большую разностную частоту фильтр верхних частот не пропускает, так что выходное напряжение очень невелико. Если же емкостный датчик нарушает настройку генератора T_1 , разница частот уменьшается, а выходной сигнал возрастает.

Работа устройства может быть построена и на другом (противоположном) принципе. В обычном состоянии тогда настройка частот дает, например, разницу в 100 — 200 Гц; получаем большой выходной сигнал. При работе емкостного датчика частотная разность увеличивается и выходной сигнал уменьшается, а $U_{\text{вых}}$ управляет релейным пусковым каскадом.

Стабилитрон Z стабилизирует питающее напряжение генераторов, построенных на транзисторах T_1 и T_2 .

На рис. 47 приведена схема переносной сигнальной системы, применяемой для охраны входной двери. Устройство работает от двух малогабаритных аккумуляторов, заряда которых хватает на 10 дней работы (без подзарядки), и приводится в действие в момент, когда кто-то касается дверной защелки или же пытается открыть дверь ключом. Сигнализация срабатывает, даже если взломщик в кожаных или резиновых перчатках, и звучит до тех пор, пока не отключат переключатель K_1 .

Вмонтированное в пластмассовую мыльницу сигнальное устройство надо повесить с внутренней стороны двери к основанию защелки.

Достоинствами прибора являются: портативность; транспортабельность; независимость питания от сети переменного тока; малые размеры; простота устройства; относительно небольшие затраты на установку.

Сигнальная цепь состоит из генератора, который включает в себя элементы: $T1$, $L1$, $R1$ и $C2$. Выходной сигнал его вторичной обмотки детектируется диодом $D1$. Положительный сигнал, попадающий на базу транзистора $T2$ с диода $D1$, удерживает транзистор в открытом состоянии, так что его коллекторно-эмиттерное напряжение почти равно нулю. Тиристор при этом закрыт.

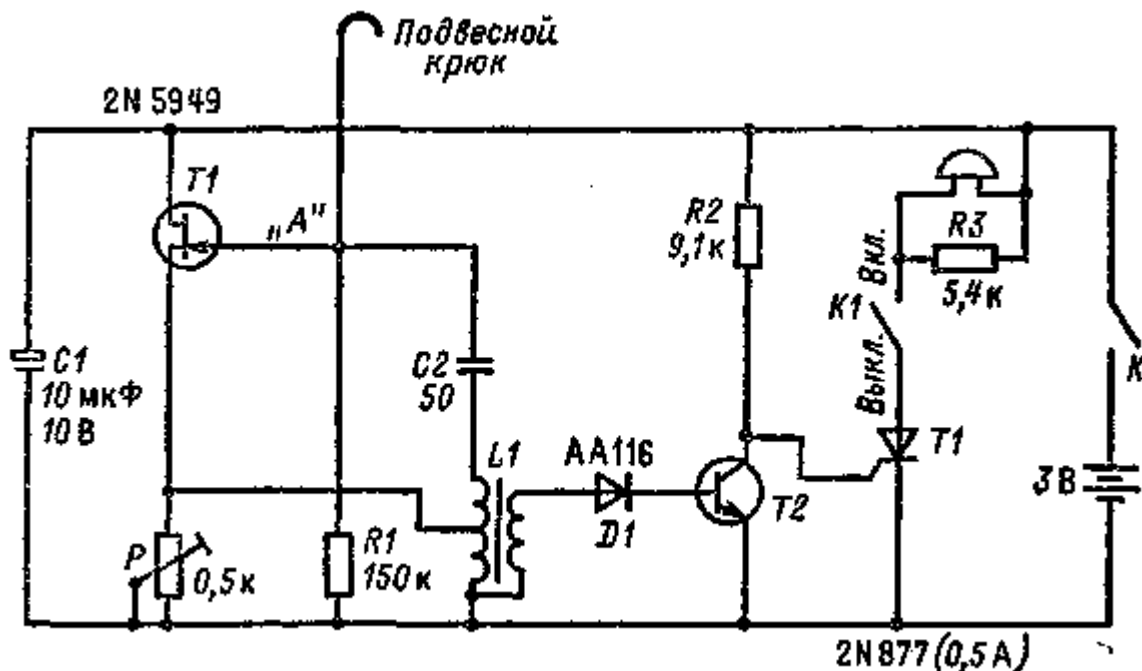


Рис. 47. Схема переносной сигнальной системы, применяемой для охраны входной двери

Чувствительная точка A генератора имеет высокочастотный импеданс, который может легко изменяться, если вблизи подвесного крюка окажется любой крупный предмет, поглощающий высокие частоты. Сигналы тревоги, таким образом, вызываются приближением или касанием человеческой руки. Чувствительность прибора устанавливается на нужный уровень при помощи потенциометра P , параллельно соединенного с обмоткой обратной связи. Подвесной крюк — короткая металлическая петля, имеющая большой импеданс. Если через нее нагружать высокочастотный генератор, то генерация срывается, а в результате прекращается подача положительного открывающего напряжения на базу транзистора $T2$. Он закрывается, а тиристор открывается. На сигнальный зуммер в это время подается питающее напряжение через тиристор и кнопку $K1$. Поскольку тиристор подключен к источнику постоянного тока, он до тех пор остается в открытом состоянии, пока не нажмут кнопку $K1$, чтобы на мгновение прервать цепь и таким образом закрыть тиристор.

Схема собирается на небольшой пластине с отверстиями или печаткой плате. При монтаже надо следить за тем, чтобы длина проводов была минимальной. В качестве $L1$ можно использовать обмотку транзисторного радиоприемника.

В маленький пластмассовый корпус должны быть встроены печатная плата, зуммер, кнопка $K1$, выключатель K и два аккумуляторных элемента по 1,5 В каждый. Крючок изготавливают из крепкой медной проволоки, которую, просунув в отверстие на боковой поверхности корпуса, припаивают к точке «Л».

Следует заметить, что устройство надежно работает только при металлических дверных защелках, устанавливаемых на деревянных дверях. Металлические двери слишком «перегружают» генератор, поэтому применяться не могут. В качестве транзистора $T2$ может быть использован любой маломощный германиевый транзистор $n-p-n$ -типа.

1.2.6. СИГНАЛЬНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Самыми распространенными из них являются: акустические (звонки со световой сигнализацией, электро-механические и электронные сирены, трещотки, многотональные рожки и трубы, сигнальные выстрелы, взрывы петард); оптические (лампы, мигалки, вращающиеся световые сигнализаторы, прожекторы, лампы-вспышки, световые надписи, вызывающие о помощи или же означающие тревогу, дымовые устройства и др.); беззвучные (системы, вмонтированные в телефонную или радиосеть), представляющие собой комбинацию оптических и акустических сигнально - предупредительных систем.

При выборе и проектировании сигнально-предупредительных устройств нужно учитывать следующие акустические характеристики: самый эффективный частотный диапазон звуковых сигналов от 2 до 4 кГц; поскольку на частоте 4 кГц распространены слышимые помехи, целесообразнее использовать диапазон от 2 до 3 кГц; изменяющийся звук обнаруживается легче, чем равномерный, непрерывный.

Акустические сигнально-предупредительные устройства. На рис. 48 приведена схема прерывисто звучащего электронного сигнала. Прямоугольные сигналы самовозбуждающегося мультивибратора (транзисторы $T1$ и $T2$) поступают на транзисторы $T3$ и $T4$. Потребляемая мощность составляет 40 Вт при напряжении питания 6 В. В схеме диод D защищает транзистор $T4$ от индукционных всплесков напряжения.

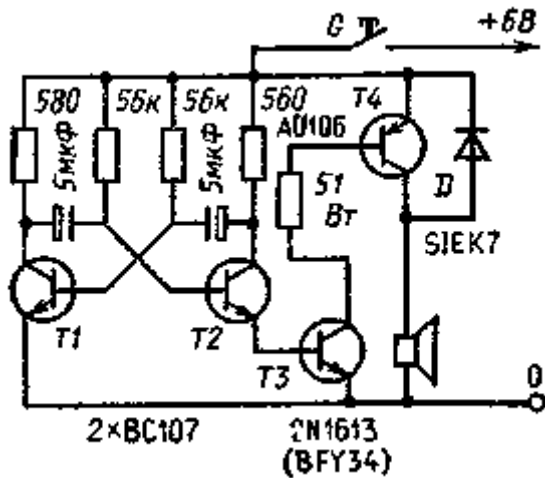


Рис. 48. Схема прерывисто звучащего электронного сигнала с самовозбуждающимся мультивибратором

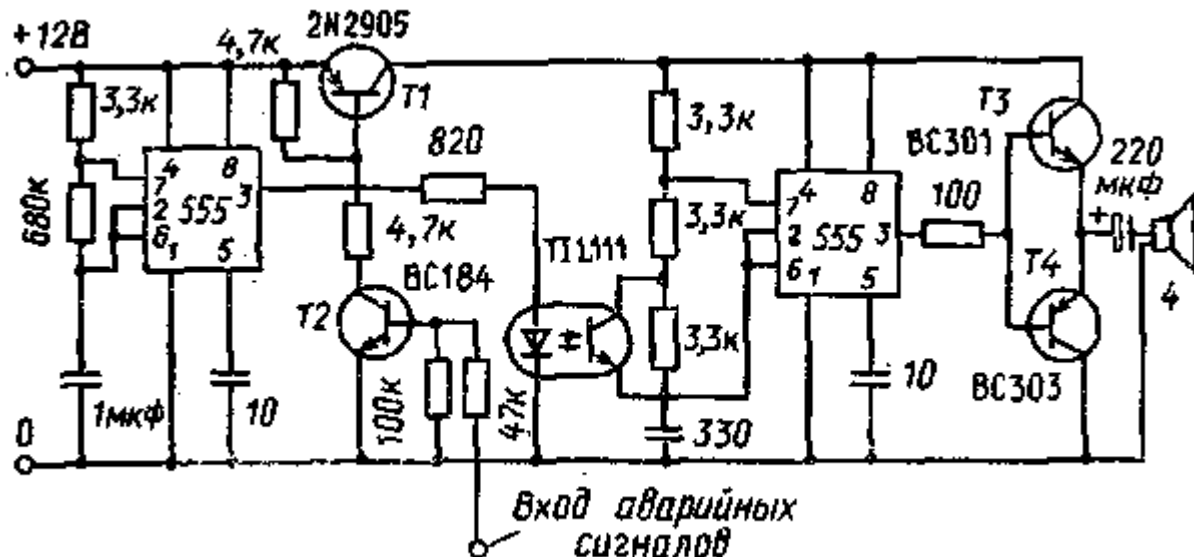


Рис. 49. Схема сигнально-предупредительного устройства с характерным звучанием сирены

На рис. 49 показано сигнально-предупредительное устройство с характерным звучанием сирены. Схема построена на двух интегральных схемах таймеров типа 555, которые работают как самовозбуждающиеся мультивибраторы. Один из них вырабатывает сигналы частотой 1, другой — 270 Гц. Первый питается напряжением от транзистора $T1$, который открывается сигналом управляющего транзистора $T2$. Второй в это время начинает работать, и прямоугольные импульсы на его выходе через оконечный каскад включают источник звуковых аварийных сигналов.

Постоянно действующий самовозбуждающийся мультивибратор частотой 1 Гц посредством оптопары на 0,5с накоротко замыкает часть резистора обратной связи другого мультивибратора с частотой 270 Гц, в результате чего звуковая частота увеличивается до 480 Гц. Так формируется характерный звук сирены.

На рис. 50 представлена схема программируемой электронной сирены. Сила звука регулируется при помощи потенциометра $P3$. Интегральная микросхема $IC2$ работает в качестве самовозбуждающегося мультивибратора. Его частоту определяют элементы $(P2-f-R5)C3$. Частота настройки находится в диапазоне от 250 до 1500 Гц и регулируется потенциометром $P2$. Формула $f = 1/[0,36(P2+R5)C3]$ позволяет установить пределы настраиваемой частоты. Время периода устанавливается потенциометром PL . Печатная плата и монтажная схема даны на рис. 51.

На рис. 52 изображена электронная сирена с выходной мощностью около 1,5 кВт, построенная на одной интегральной микросхеме КМОП-типа (CD4011) и трех транзисторах. Устройство состоит из низкочастотного мо-

дулирующего генератора и генератора с частотой колебаний 800 — 1000 Гц. Каждый из них имеет по два входа, а также элементы R_5 , C_2 и R_2 , C_4 , C_3 , определяющие частоту колебаний. Глубина модуляции устанавливается потенциометром P . Выходной сигнал появляется на выводе 4. Для подачи питающего напряжения служат выводы 7 и 14. Звукоизлучатель приводится в действие усилителем звуковой частоты, состоящим из транзисторов T_1 , T_2 , T_3 .

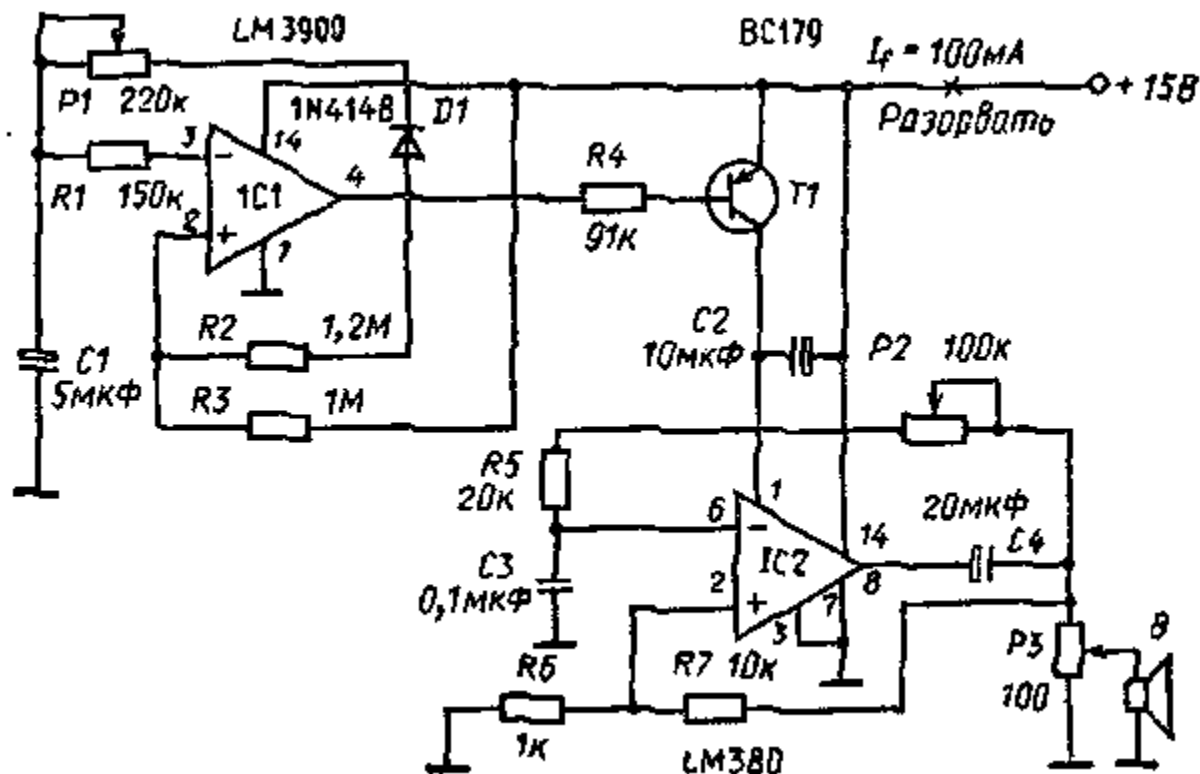


Рис. 50. Схема программируемой электронной сирены

Устройства со световой сигнализацией. В таких устройствах чаще всего применяются лампы накаливания, которые должны сигнализировать о состоянии опасности с безусловной надежностью. Причин выхода из строя ламп может быть несколько: повреждение при включении или в результате механического сотрясения нити накаливания, выход из строя из-за окисления лампового патрона при низком напряжении и др. Для предохранения от подобных повреждений служит вариант схемы, предлагаемый фирмой Intermetall (рис. 53). Для увеличения надежности ставят две лампы. Когда нарушается работа лампы L_2 , автоматически загорается запасная L_1 . Схема работает на двух транзисторах BSY51. Если при подаче питания загорается лампа L_2 , то напряжение, падающее на соединенный последовательно с ней резистор 47 Ом, открывает транзистор T_2 . Таким образом, на базе транзистора T_1 получается напряжение, близкое к нулю. Он продолжает оставаться в закрытом состоянии, и, следовательно, лампа L_1 не горит.

Если перегорает нить накаливания лампы L_2 или же нарушен контакт по каким-либо причинам, в транзистор T_2 базовый ток не поступает, он закрыт. Тогда транзистор T_1 открывается и загорается лампа L_1 , одновременно это свидетельствует о каких-либо неполадках в лампе L_2 .

Большой эффект достигается при использовании в качестве сигнализации мигающего света. На рис. 54 представлена схема такого устройства на светодиоде с триггером Шмитта. Резистор R_3 обеспечивает необходимый режим работы транзистора T_1 , R_1 и R_2 определяют время включения и выключения схемы. Самое эффективное пропорциональное соотношение включений-выключений составляет 2:1. Указанные на рисунке значения сопротивлений реализуют эти требования при частоте 1,5 Гц. Сила света светодиода регулируется подбором сопротивлений резисторов R_3 и R_4 .

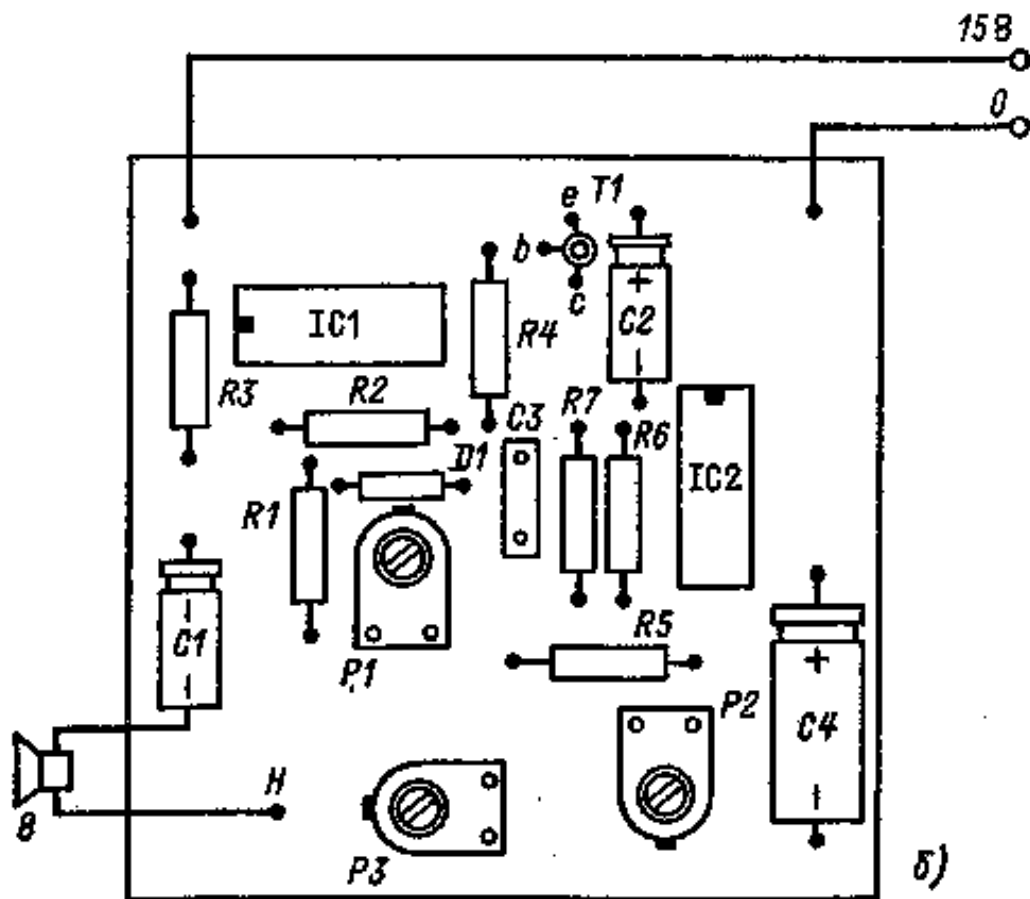
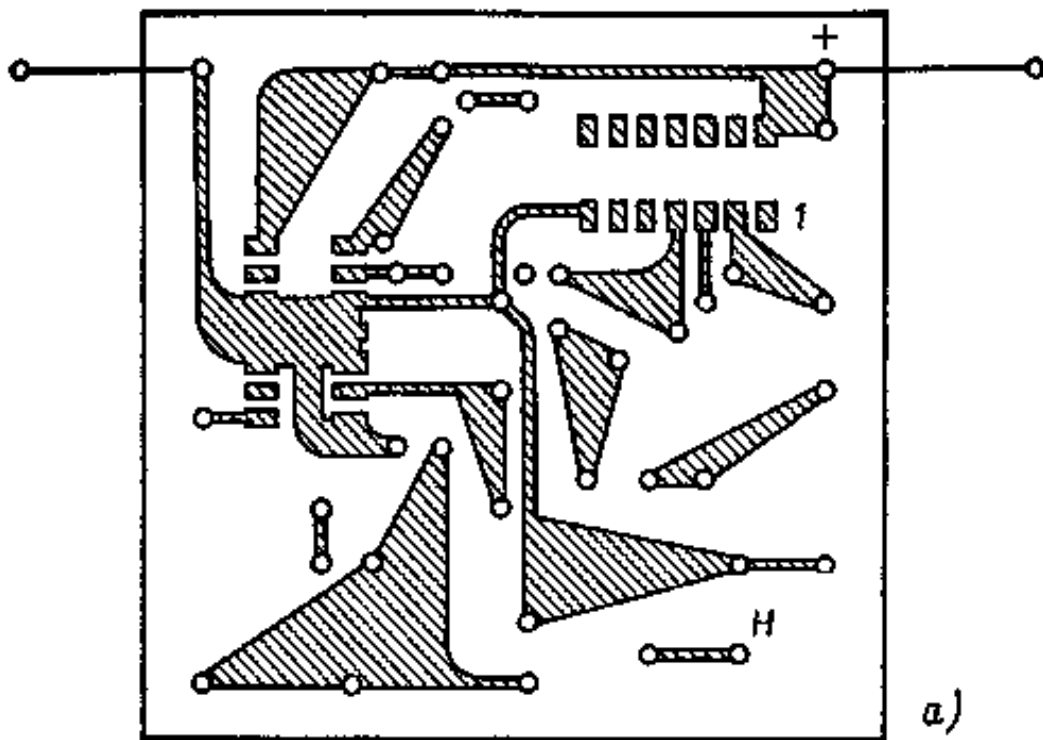


Рис. 51. Программируемая электронная сирена: а — схема печатной платы; б — монтажная схема

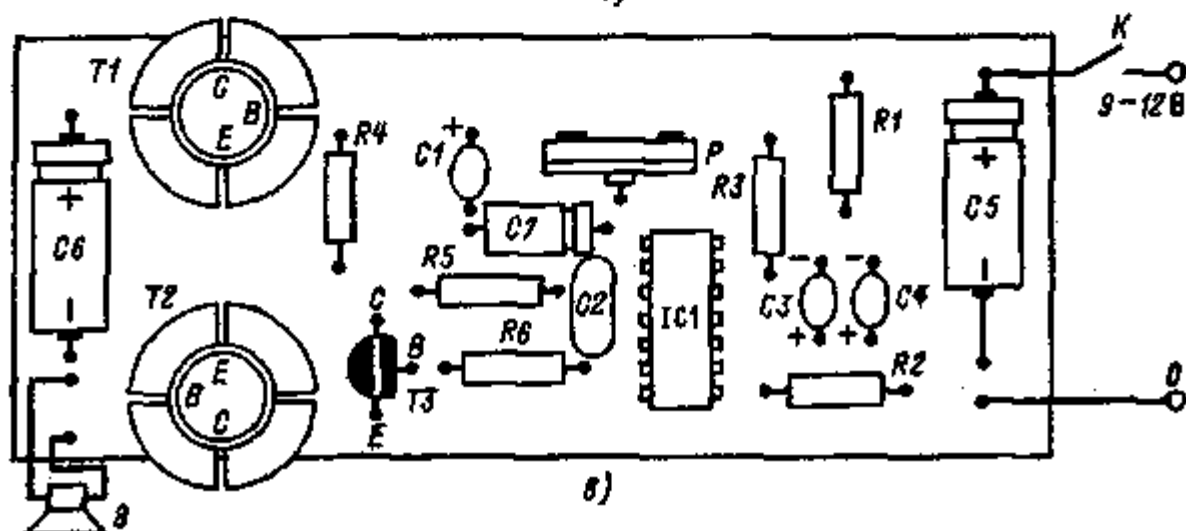
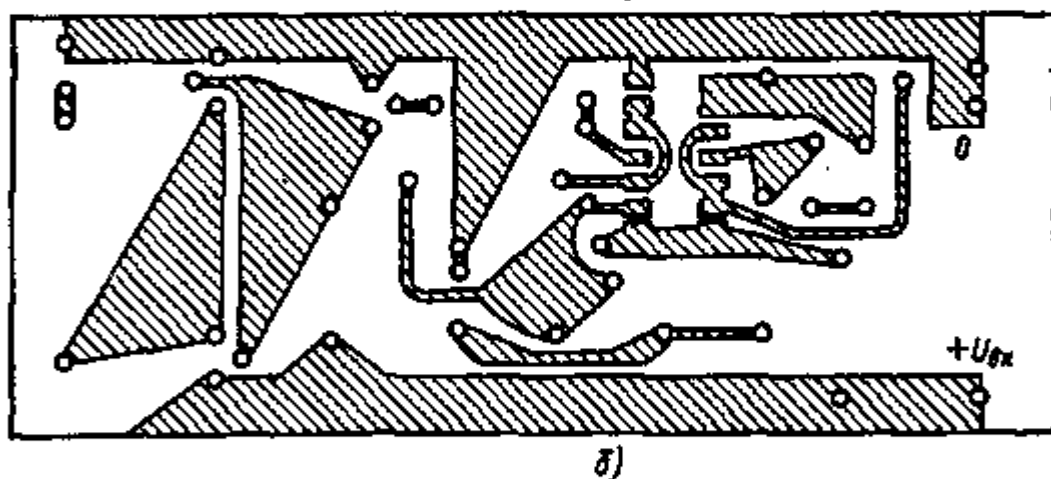
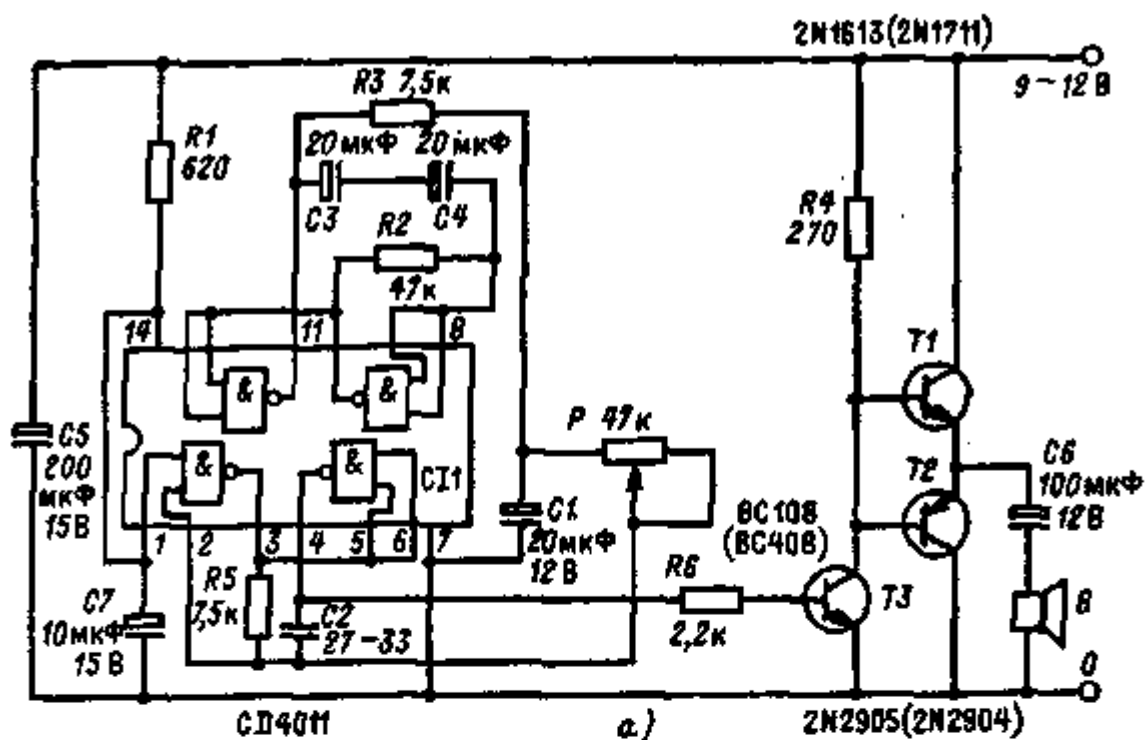


Рис. 52. Электронная сирена:
 а - электрическая схема соединений; б - печатная плата; в - монтажная схема

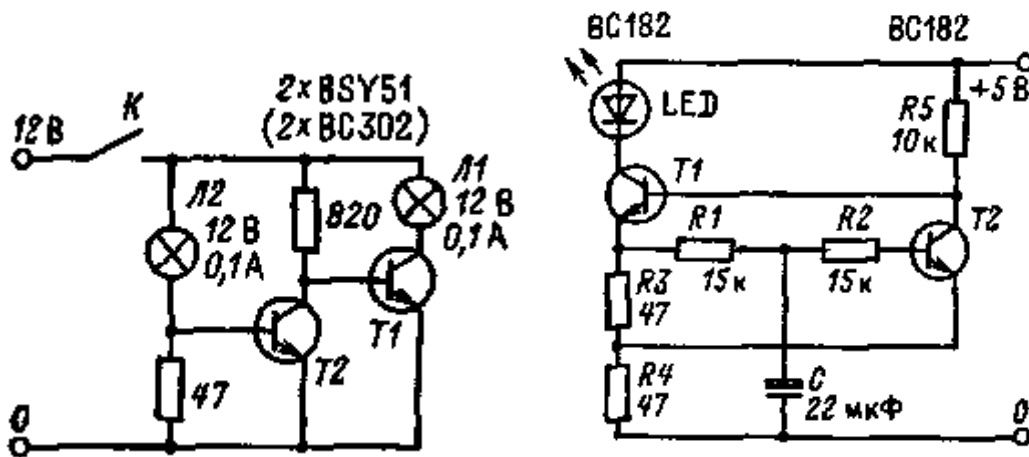


Рис. 53. Повышение надежности устройства путем применения двух ламп накаливания
 Рис. 54. Сигнализатор с мигающим светом на светодиоде

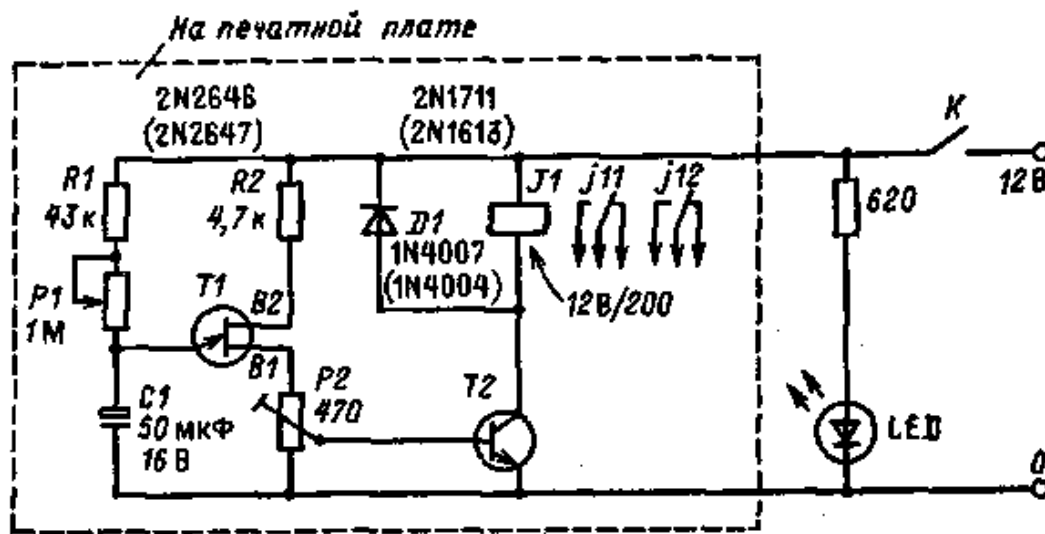


Рис. 55. Схема генератора с однопереходным транзистором

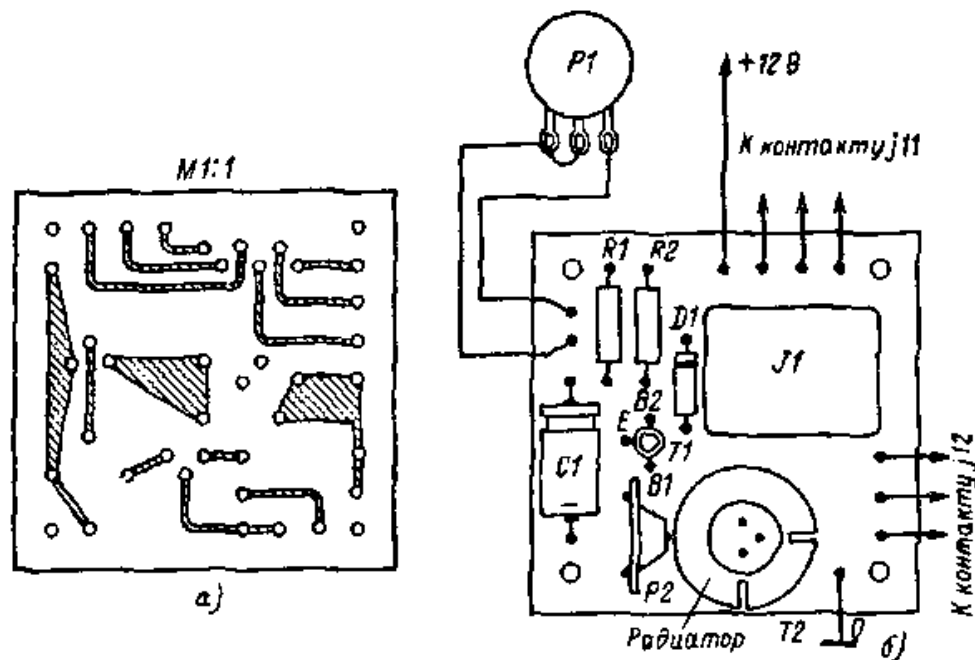


Рис. 56. Печатная плата (а) и монтажная схема (б) генератора, изображенного на рис. 55

На рис. 55 показан тактовый генератор, содержащий однопереходный транзистор. При помощи контактов реле можно периодически на короткое время включать и выключать различные сигнально-предупредительные устройства. При указанных на схеме значениях элементов генератор импульсов может быть настроен потенциометром $P1$ на период от 1 до 25 с.

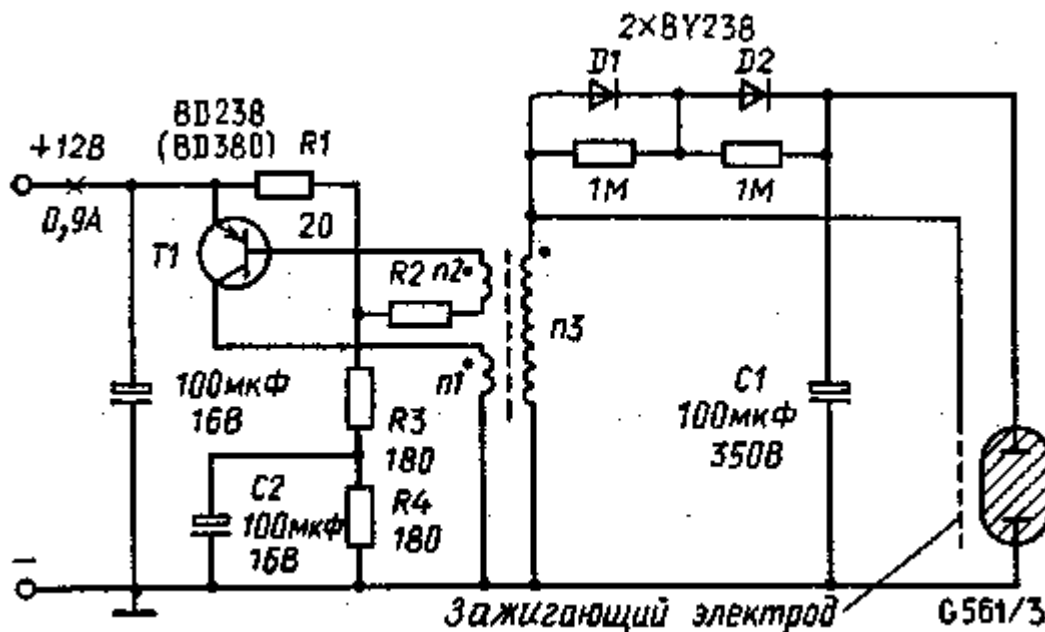


Рис. 57. Сигнализатор с импульсными разрядными трубками. Тиристор $T1$ выполнен на алюминиевой охлаждающей панели размером 60X60X2 мм

Печатная плата и монтажная схема генератора приведены на рис. 56.

Разительный эффект дает применение сигнализатора с импульсными разрядными трубками (рис. 57). В момент включения транзистора напряжение, возникающее в обмотке $n3$, через диоды $D1$ и $D2$ заряжает конденсатор $C1$. Когда по прошествии определенного времени конденсатор заряжается до 220 — 250 В, происходит зажигание импульсной разрядной трубки. В конце цикла ее работы напряжение конденсатора $C1$ уменьшается до 30 — 40 В, и весь процесс повторяется. Емкость $C2$ определяет гарантированное самовозбуждение генератора. Если значение сопротивления резистора $R2$ будет лежать в интервале 200 — 10 Ом, то частота мигания составит 1 — 2 Гц. Трансформатор обладает следующими характеристиками: сердечник кольцевого типа 26X14; $n=20$ витков; $d_1 = 0,6$ мм (материал CuZ); $n_2 = 6$ витков; $d_2=0,35$ мм (CuZ); $n_3 = 510$ витков; $d_3 = 0,1$ (провод с изоляцией из эмали и хлопка).

1.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ СИГНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

1.3.1. АВТОМАТИЧЕСКИЕ МИГАЛКИ

На рис. 58 приведена очень простая схема мигалки, автоматически включающейся с наступлением темноты и выключающейся с рассветом. Она содержит лишь реле, лампу накаливания, потенциометр настройки и фоторезистор типа LDR03 или RCA7163.

Фоторезистор и лампа накаливания оптически связаны друг с другом. При включении выключателя К (в темноте) через рабочий контакт $j1$ реле по лампе течет ток.

Свет от нее одновременно падает и на фоторезистор F, его сопротивление уменьшается, что влечет за собой срабатывание реле и прерывание вследствие этого цепи питания.

Когда лампа гаснет, сопротивление фоторезистора возрастает, реле возвращается в исходное состояние и опять включает лампу L . Период мигания определяется инерционностью фоторезистора и лампы, а также временем срабатывания реле. Кроме простоты достоинством схемы является то, что процесс мигания при дневном свете автоматически прекращается. Ток, текущий в это время через относительно большое сопротивление обмотки реле, довольно мал. Схема мигалки с самовозбуждающимся мультивибратором, начинающая работать с наступлением темноты, показана на рис. 59. Когда дневная освещенность снижается до 25 лк, в результате превышения порогового значения сопротивления фоторезистора приводится в действие мультивибратор, который и включает мигалку.

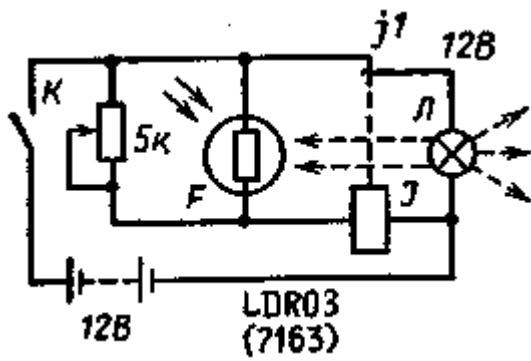


Рис. 58. Автоматическая мигалка, основанная на принципе оптической связи

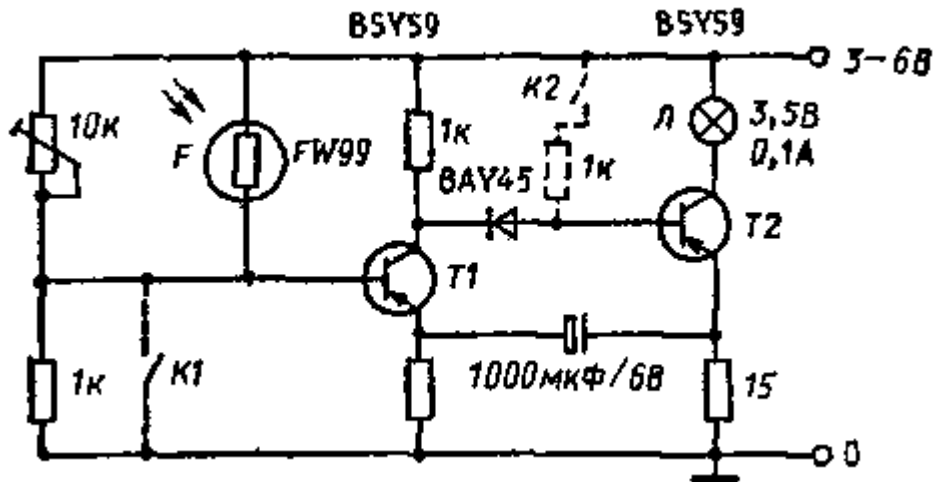


Рис. 59. Мигалка с самовозбуждающимся мультивибратором, работающая при наступлении темноты

1.3.2. СИГНАЛИЗАТОР ДЛЯ ВАРКИ ЯИЦ

На рис. 60 представлена принципиальная схема таймера (временного переключателя), подающего звуковой сигнал по истечении некоторого времени задержки. Устройство издает свистящий звук через 3 или 10 — 15 мин, необходимые для варки яиц всмятку или вкрутую (нужное время устанавливают переключателем К1). Таймер приводится в действие выключателем К2.

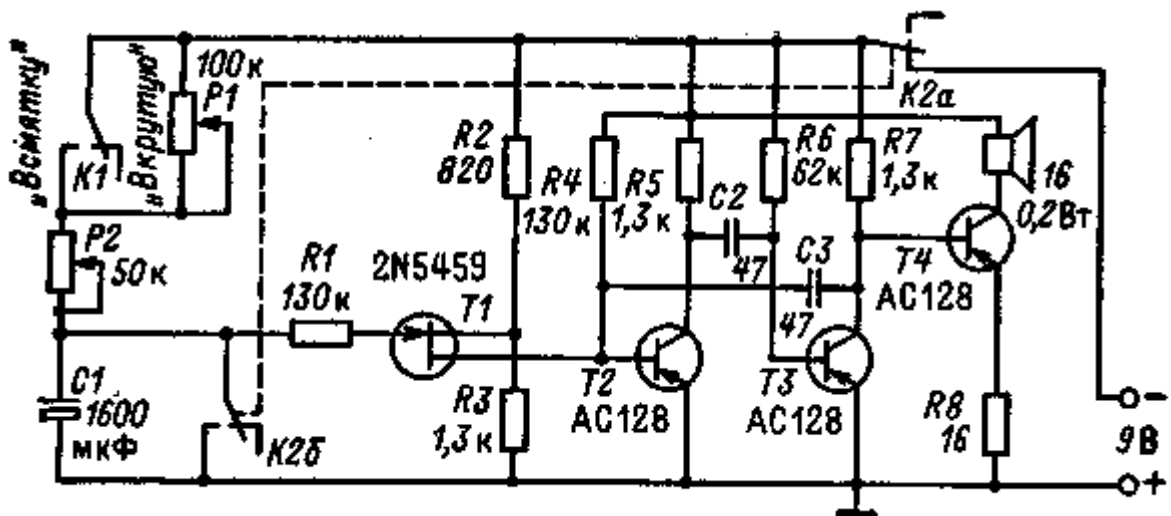


Рис. 60. Схема таймера со звуковой сигнализацией

Схема состоит из трех основных частей: времязадающего контура, мультивибратора и простого низкочастотного усилителя. Полевой транзистор *T1* позволяет установить требуемое время задержки. Элементы *R* и *C*,

определяющие фактическую постоянную времени, состоят из потенциометров $P1$ и $P2$ и конденсатора $C1$. К истоку $T1$ подводится определенный уровень напряжения от делителя, состоящего из резисторов $R2$ и $R3$.

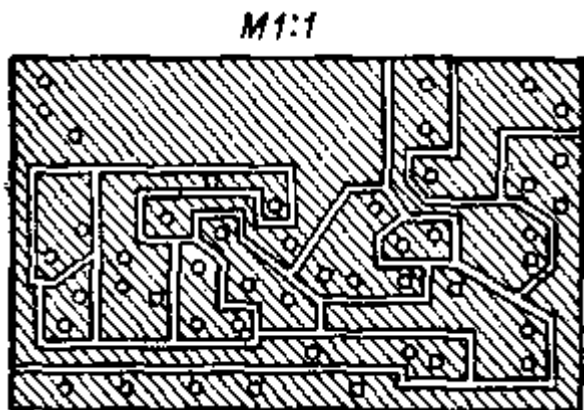


Рис. 61. Печатная плата таймера со звуковой сигнализацией (M1 :1)

Если устройство выключено, контакт $K.26$ выключателя $K2$ создает короткое замыкание на конденсаторе $C1$. В момент включения, следовательно, конденсатор $C1$ полностью разряжен и медленно заряжается через потенциометры $P1$ и $P2$ или только $P2$. По прошествии установленного времени транзистор $T1$ между истоком и стоком имеет сопротивление 100 кОм, которое отделяет базу транзистора $T2$, имеющего напряжение, задаваемое резистором $R4$. В это время приводится в действие самовозбуждающийся мультивибратор, состоящий из транзисторов $T2$ и $T3$. Звуковой сигнал раздается из миниатюрного динамика, включенного в коллекторную цепь транзистора $T4$. Ограничение коллекторного тока этого транзистора обеспечивается резистором $R8$. За исключением резистора $R8$ (16 Ом, 0,5 Вт), все остальные рассчитаны на мощность V_s Вт. Конденсатор $C1$ имеет параметры 1600 мкФ/10 В.

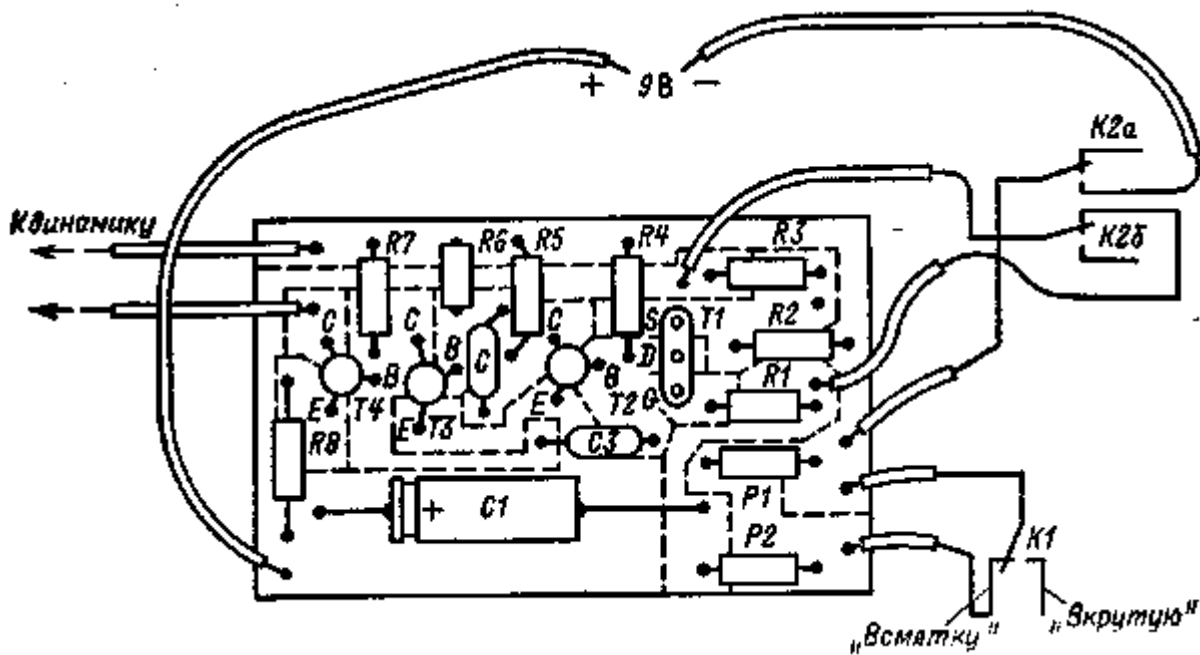


Рис 62 Схема размещения деталей таймера со звуковой сигнализацией (M2 : 1)

Печатная плата и монтажная схема размещения деталей этого устройства даны на рис. 61 и 62. Следует заметить, что особую осторожность надо проявлять при монтаже полевого транзистора, так как он гораздо чувствительнее обыкновенных. Паразитные источники напряжения (статическое электричество) при пайке могут вывести транзистор из строя. Паяльник поэтому на это короткое время следует отключить от сети.

Настройка потенциометров $P1$ и $P2$ для работы схемы на 3 или 15 мин производится при помощи секундомера.

1.3.3. ЭЛЕКТРОННЫЙ КАЛЕНДАРЬ

Электронный календарь, схема которого приведена на рис. 63, показывает соответствующий день недели. Замыкание контакта для данного дня недели осуществляется посредством последовательно соединенных

фоторезисторов *F1* и *F2*. Посторонний свет, например, молнии, автомобильных фар, а также других внешних источников не влияет на работу схемы. Поместив фотодатчики (фоторезисторы) в пластмассовую трубу, их направляют в разные стороны.

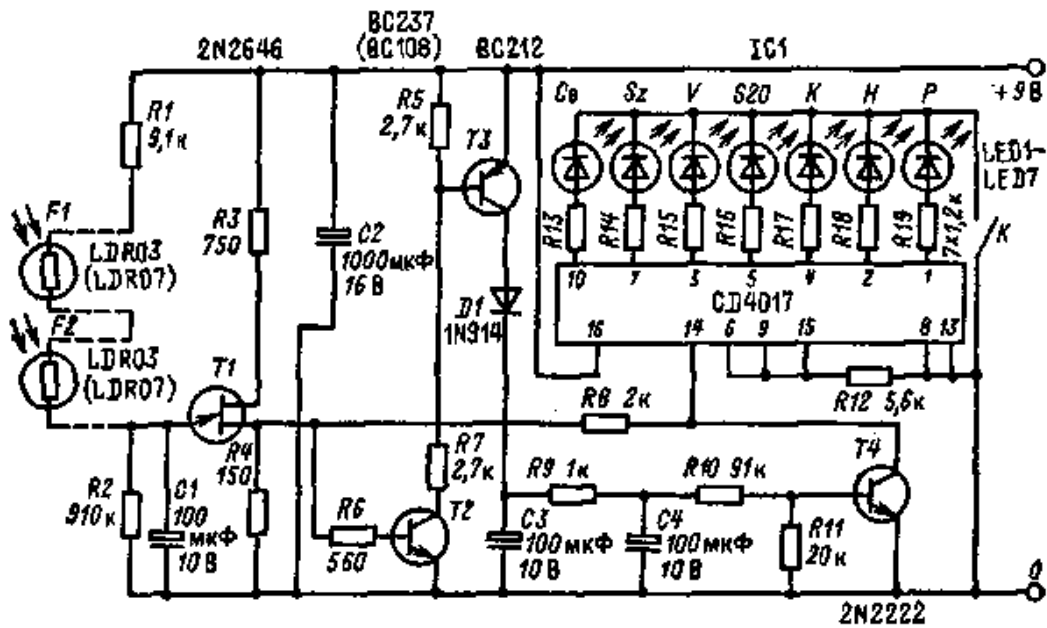


Рис. 63. Принципиальная электрическая схема электронного календаря

Устройство работает следующим образом. Предположим, что календарь установлен на понедельник и уже наступил вечер, т. е. стало темно. Когда начинается утро, сопротивление фотодатчиков LDR уменьшается, в результате напряжение достигает значения порога переключения однопереходного транзистора типа 2N2646, что приводит к открыванию транзисторов *T2* и *T3*. Конденсатор *C1* разряжается (через резистор *R4*), и немедленно заряжаются конденсаторы *C3*, а спустя несколько секунд и *C4*. Транзистор *T4* в это время открыт, и первый импульс, достигающий счетчика, установленного на нуль, переводит календарь на вторник. До тех пор, пока свет падает на фоторезисторы, импульсы релаксационного генератора (2N2646) опять заряжают конденсаторы *C3* и *C4*.

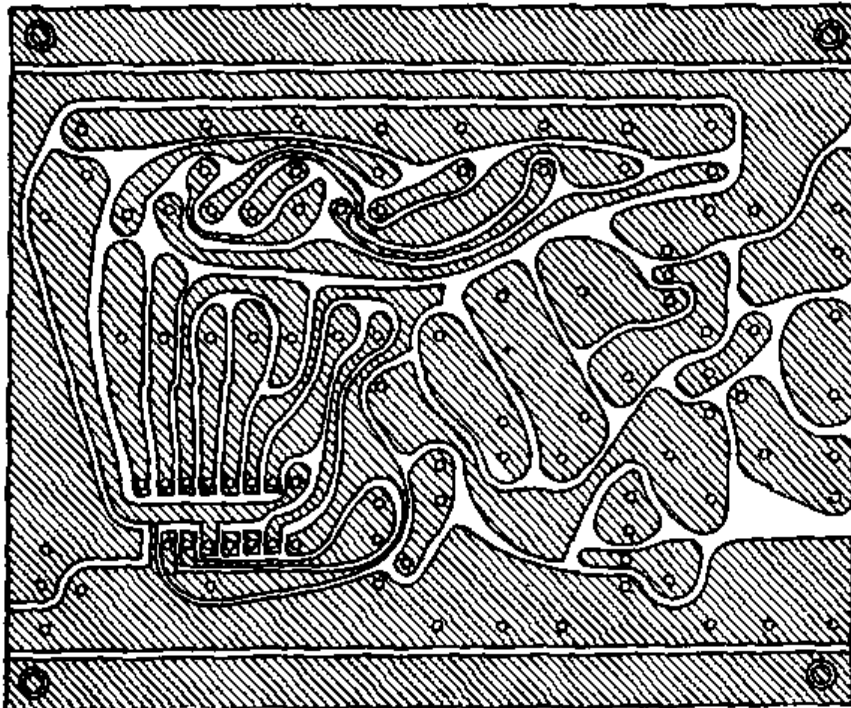


Рис. 64. Печатная плата электронного календаря, изображенного на рис. 63(М1:1)

С наступлением темноты сопротивление фотодатчиков возрастает и импульсы генератора становятся все реже. Постоянная времени емкостей $C3$ и $C4$ составляет более 1 ч, так что смена дня недели происходит прежде, чем сопротивление LDR достигнет $2/3$ значения сопротивления резистора $R2$. Затем напряжение, падающее на $R2$, прекращает генерацию колебаний транзистора TL . Схема при этом не работает вплоть до наступления следующего дня. Потребляемый ток при использовании све-диодов составляет 6 — 7 мА.

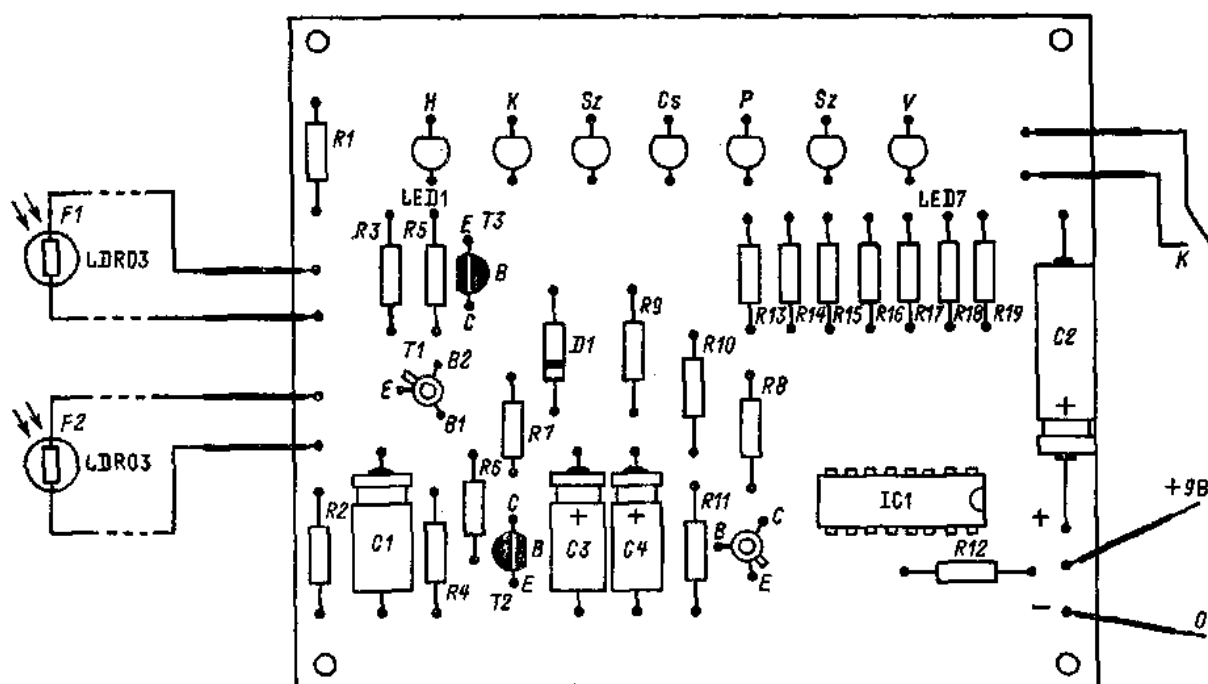


Рис. 65. Монтажная схема электронного календаря, изображенного на рис. 63

Печатная плата электронного календаря приведена на рис. 64, а монтажная схема — на рис. 65.

Глава 2

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ДОМАШНИХ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

2.1. ЭЛЕКТРОННОЕ ОТКРЫВАНИЕ ДВЕРЕЙ

2.1.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАМКИ И ПРИНЦИПЫ ИХ ДЕЙСТВИЯ

Основными преимуществами обычных электрических замков по сравнению с механическими являются их удобство, надежность, а также возможность управления со значительного расстояния от места установки. Распространены два типа электрических замков: традиционного устройства и с системой блокировки.

При установке традиционных и блокирующих дверных замков дверь открывается с помощью электромагнита, действующего на пружину. Электрические замки этого типа малоупотребимы, поскольку для их срабатывания необходима довольно большая энергия.

В наши дни чаще применяются электрические замки с системой блокировки. Их встраивают в дверные стойки напротив механических замков, расположенных в створках дверей. Когда на катушку возбуждения замка подается ток, запор, препятствующий повороту замочной втулки, размыкается и при нажатии на дверь верхняя задвижка механического замка, вмонтированного в створку двери, поворачивает замочную втулку электрического замка. Известны электрические замки с системой блокировки, рассчитанные на переменные напряжения 6 — 12 и 12 — 24 В. Мощность, необходимая для их срабатывания, минимальная (3 — 10 Вт), поскольку электромагниту требуется только разомкнуть запор поворотной задвижки замка.

Электрический замок (например, садовой калитки) срабатывает при нажатии из внутренних помещений дома одной из параллельно соединенных кнопок, т.е. при возбуждении электромагнитной катушки замка. Не так просто открыть замок снаружи. Для этой цели разработаны специальные схемы, приводящие в действие электрические дверные замки различных устройств. Такие замки применяют не только в частных домах и кварти-

рах, но и в промышленности, там, где до сих пор использовали предохранительные механические замки.

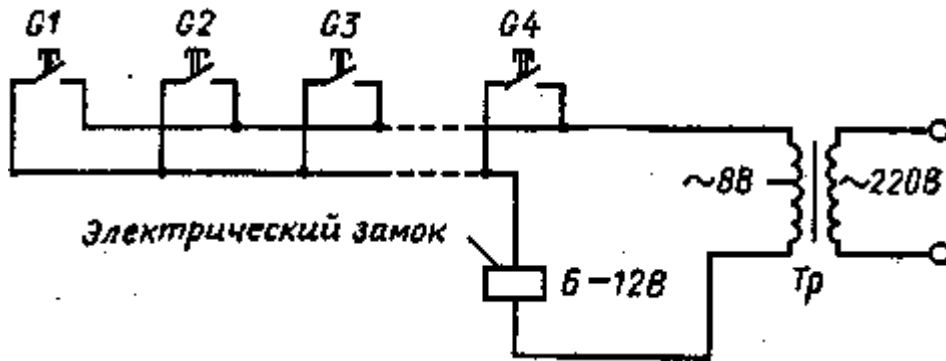


Рис. 66. Электрический дверной замок с параллельно соединенными кнопками включения

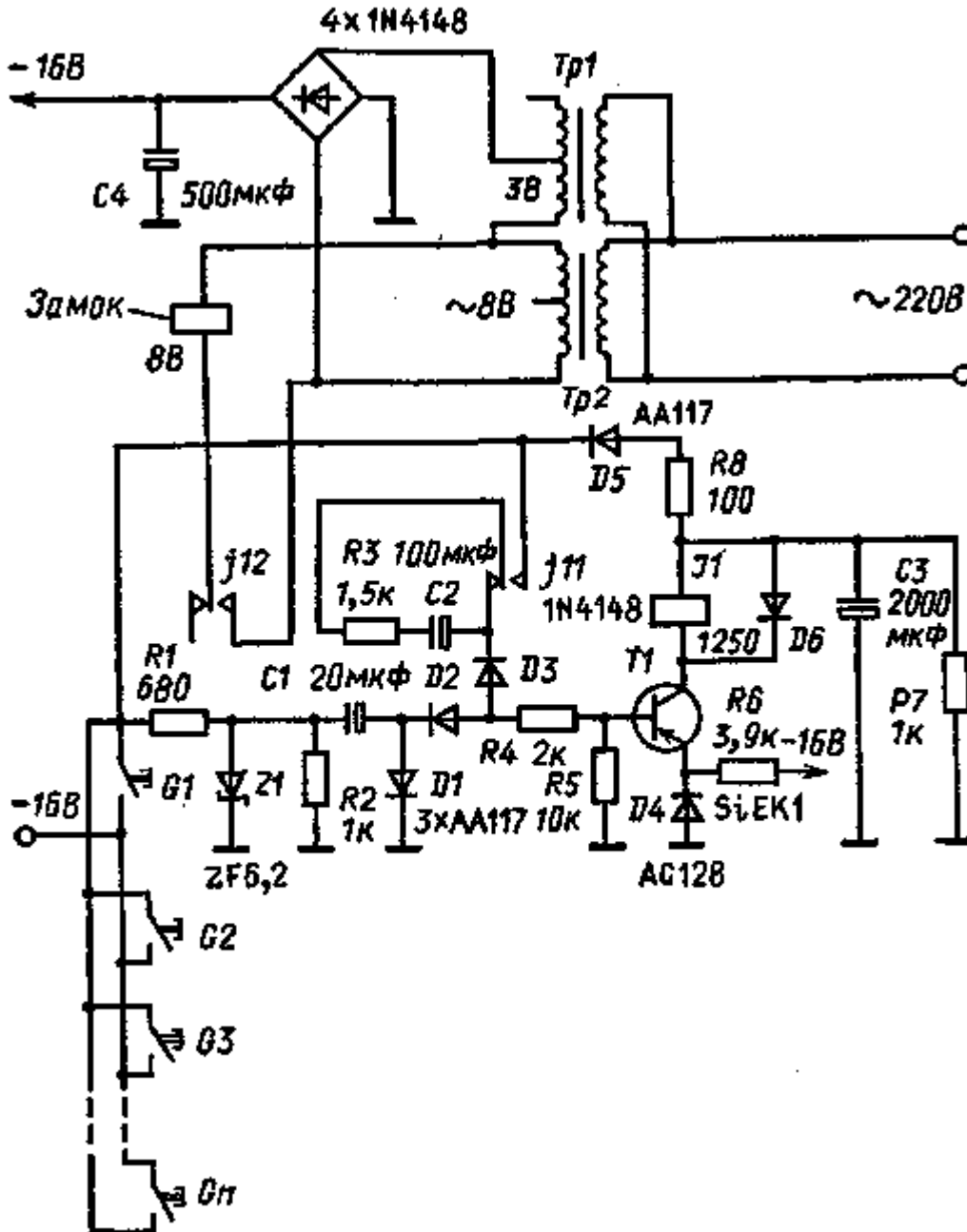


Рис. 67. Электрический дверной замок с защитой от заедания кнопок, срабатывающий при повторном нажатии одной из них

Открытие электрического дверного замка из внутренних жилых помещений осуществляется с помощью схемы, представленной на рис. 66. При нажатии на любую из параллельно соединенных кнопок его электромаг-

нитная катушка оказывается под напряжением. Недостаток здесь только один: при заедании любой из кнопок катушка возбуждения будет постоянно находиться под напряжением. Об этом сигнализирует зуммер электромагнита, так как он питается от источника переменного тока. Если дверь установлена на пружинах, то при нажатии какой-либо кнопки она открывается, потому что замок срабатывает. При случайном нажатии это оказывается неудобным или нежелательным. На рис. 67 показана схема, у которой имеется специальная защита от заедания кнопок, при помощи которой на катушку электромагнита дверного замка непродолжительное время подается напряжение возбуждения (импульс) только при повторном нажатии на одну из параллельно соединенных кнопок.

Схема работает следующим образом. При нажатии на кнопку $G1$, $G2$ или Gn , т.е. при подаче напряжения — 16 В, на диоде $Z1$ появляется — 6 В. До этого напряжения конденсатор $C1$ заряжается через диод $D2$ и резисторы $R4$ (ограничивает ток базы), $R5$ и входное сопротивление базы — эмиттера транзистора $T7$. На базу транзистора через конденсатор приложено отпирающее напряжение до тех пор, пока он не зарядится до — 6 В. Одновременно через диод $D5$ и резистор $R8$ заряжается конденсатор $C3$. Постоянная времени его заряда должна быть выбрана намного больше, чем у элементов, связанных с базой транзистора. После нажатия кнопки на базу $T1$ поступает отпирающее напряжение в течение примерно $T=R4*C1 = 40$ мс, но реле $J1$ не может сработать, так как увеличивающееся на конденсаторе $C3$ напряжение за такое короткое время в состоянии достигнуть значения, необходимого для его срабатывания, поскольку его постоянная времени $T2=R8*C3 = 200$ мс. На реле J через 200 мс поступает напряжение, необходимое для его срабатывания, но на транзисторе $T1$ по прошествии 40 мс уже нет отпирающего напряжения, потому что конденсатор $C1$ зарядился. Тогда транзистор $T7$ закрывается, поскольку потенциал эмиттера увеличился при помощи кремниевого диода $D4$ до — 0,6 В, а база заземлена через $R5$. Резистор $R6$ применяется в качестве рабочего сопротивления диода.

В тот момент, когда отпускают кнопку $G1$, конденсатор $C1$ через резистор $R2$ и диод $D1$ разряжается в течение времени $T11=R2*C1 = 10^3*20*10^{-6} = 20$ мс. Постоянная времени разряда конденсатора $C3$ $T12=R7*C3 = 10^3*2000*10^{-6} = 2$ с. При повторном нажатии кнопки $G1$ на конденсаторе $C3$ уже есть напряжение, необходимое для срабатывания реле, а поскольку конденсатор $C1$ в промежуток (20 мс) между двумя нажатиями кнопки разрядился, он снова в течение 40 мс подает на базу транзистора отпирающее напряжение. Таким образом, срабатывает реле, подключающее через свой контакт $j12$ рабочее напряжение на электрический дверной замок.

Предположим, что кнопка $G1$ после повторного нажатия не отпущена или, например, ее заклинило. Тогда на конденсаторе $C3$ имеется напряжение, необходимое для срабатывания реле $J1$, но поскольку по прошествии 40 мс конденсатор $C1$ заряжается, транзистор закрывается, следовательно, реле отпускает. Очевидно, если кнопку $G1$ заклинило, то на дверной замок вообще не поступает напряжение.

Чтобы реле длительное время находилось в состоянии срабатывания, надо с момента срабатывания подавать отпирающее напряжение через его контакт $j11$, резистор $R3$, конденсатор $C2$, диод $D3$ и резистор $R4$ на базу транзистора $T1$ в течение времени $Tk=(R3+R4)C2$; тем самым можно увеличить время выдержки реле. После отпускания реле конденсатор $C2$ разряжается через резистор $R3$ и контакт $j11$.

В данной схеме используют реле с сопротивлением 1250 Ом, срабатывающее при напряжении 10 В. Максимальный ток, протекающий через него и транзистор $T1$,

$$I_{max} = (U_1 - U_{D4} - U_{CE}) / (R_{j1} + R_8) = (16 - 0,6 - 0,2) / (1250 + 100) = 11,3 \text{ мА.}$$

В схеме использован транзистор AC128, но может быть и другой с меньшим коллекторным током I_{cmax} . Конечно, нужно следить за тем, чтобы не превысить значение максимального рабочего тока базы I_{Bmax} (взятого по каталогу), который ограничивается резистором $R4$. $I_{Bmax} = 6/2*10^{-3} = 3$ мА. (При изменении сопротивления $R4$ меняется и постоянная времени заряда базовой цепи!)

При возвращении реле в исходное состояние возникает индуктивный импульс напряжения $U_L = -L di/dt$.

Таким образом, на транзистор попадает сумма питающего и индуктивного напряжений, что может привести к выходу его из строя. Поэтому параллельно катушке реле включен диод $D6$, который под влиянием обратного индуктивного напряжения, возникающего при отпускании реле, отпирается, и таким образом поглощается энергия в диоде и самом реле.

Проблему можно решить и путем параллельного подключения к катушке возбуждения реле конденсатора относительно большой емкости и сглаживания с его помощью всплеска индуктивного напряжения; недостаток этого решения в том, что конденсатор будет задерживать срабатывание реле.

Диоды $D2$, $D3$ и $D5$ выполняют логические функции ИЛИ — ИЛИ, отделяя друг от друга отдельные электрические цепи.

2.1.2. ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЗАМКАМИ

Электронные замки аналогового действия. Многие механические замки, имеющиеся в продаже, разборные, что позволяет устанавливать в них электронное управление. Существует очень много типов замков с электронными устройствами управления. Используя, например, мост Уитстона (мостовая схема постоянного тока), можно собрать очень простую и надежную схему управления электрическим дверным замком. При открывании двери, когда резистор, играющий роль ключа, вставляют на свое место, мост уравнивается. В процессе уравнивания реле, находящееся в диагонали моста, отпускает и через свой контакт подает напряжение на катушку возбуждения замка.

Надежность замка повышают, подключая параллельно с реле замедляющий конденсатор, тем самым обеспечивают его работу только по прошествии определенного времени, т.е. посторонние лица замок уже не откроют.

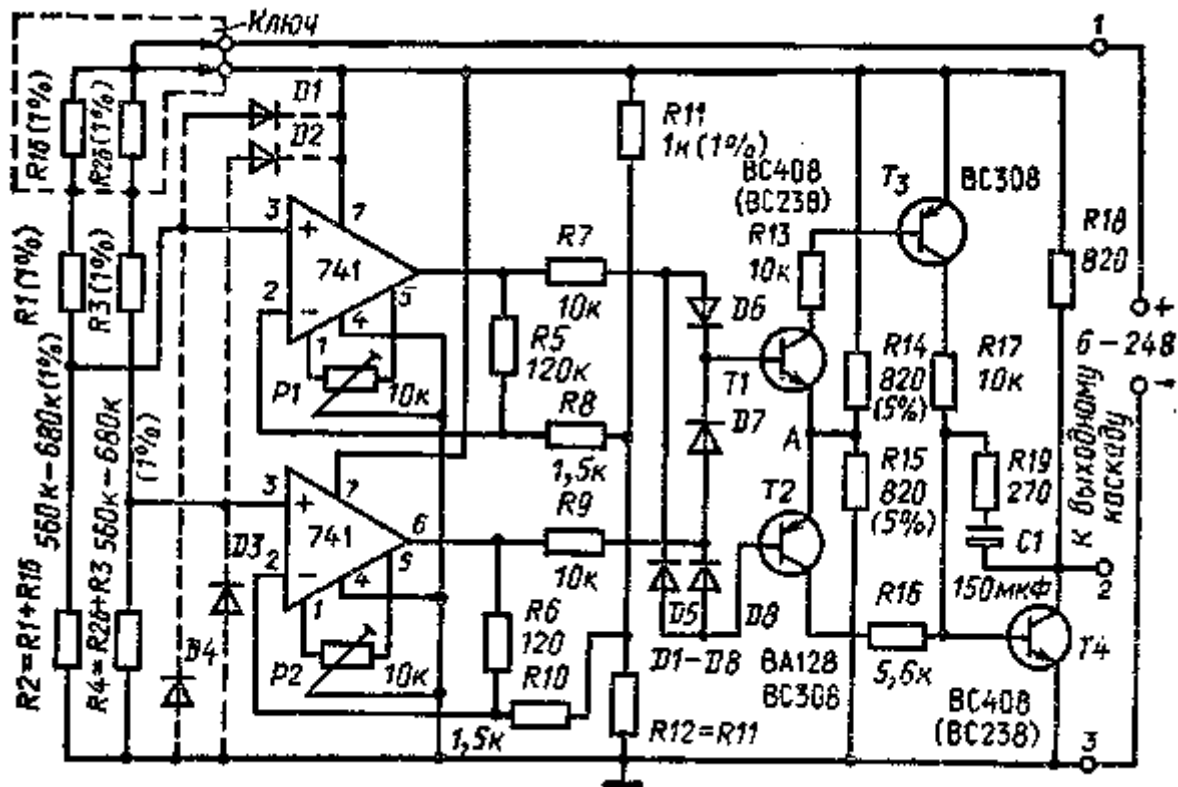


Рис. 68. Схема соединений электронного дверного замка, срабатывающего при помощи «ключа» с одним контактом и двумя резисторами

Существенно большую надежность обеспечивает схема с двумя резисторами, представленная на рис. 68. Усилители уравнивают напряжение в центре делителя, состоящего из резисторов $R11$ и $R12$, соответствующим напряжением двух входных делителей ($R16$, $R1$ и $R2...$). «Ключ», открывающий замок, имеет контакт, осуществляющий включение питающего напряжения, и два резистора ($R16$ и $R26$). Резисторы $R1$ и $R3$ и обозначенные пунктирной линией, диоды $D1 - D4$ защищают схему от возможной преднамеренной поломки.

При правильной настройке напряжение в точке A в момент присоединения «ключа» равно нулю (при меньших или больших номинальных значениях сопротивления ключа оно будет положительным или отрицательным) и через диоды $D5 - D8$ ток не течет. Следовательно, транзисторы $T1 - T4$ ток не проводят. В двух других случаях транзистор $T4$ проводит ток или через транзисторы $T1$ и $T3$, или через транзистор $T2$. Емкость $C1$ совместно с последовательными резисторами имеют постоянную времени 2 с и осуществляют задержку по времени на открывание $T4$. Таким образом, без соответствующего «ключа» нужно будет испробовать 60 тыс. вариантов. На рис. 69 изображены выходные каскады, управляющие тремя реле разного тока, для приведения в действие электрических замков.

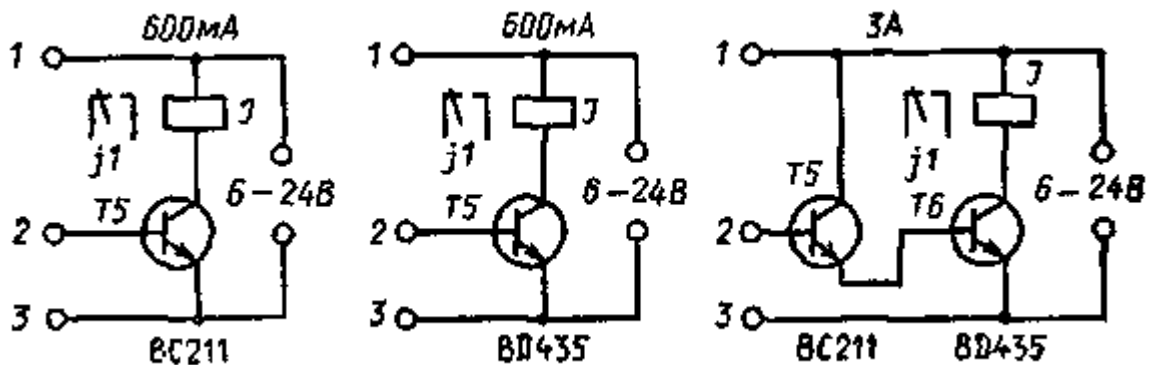


Рис. 69. Выходные каскады к схеме рис. 68

Существуют и селективные релейные схемы с ферритовым стержнем. Выполненный из ферритового стержня «электронный ключ» особенно часто применяется, когда по каким-либо причинам в данное помещение

разрешен вход только строго ограниченному кругу лиц. Комбинация замка с «ключом» из ферритового стержня и реле позволяет получить электронный замок высокой степени надежности, который не смогут открывать посторонние лица.

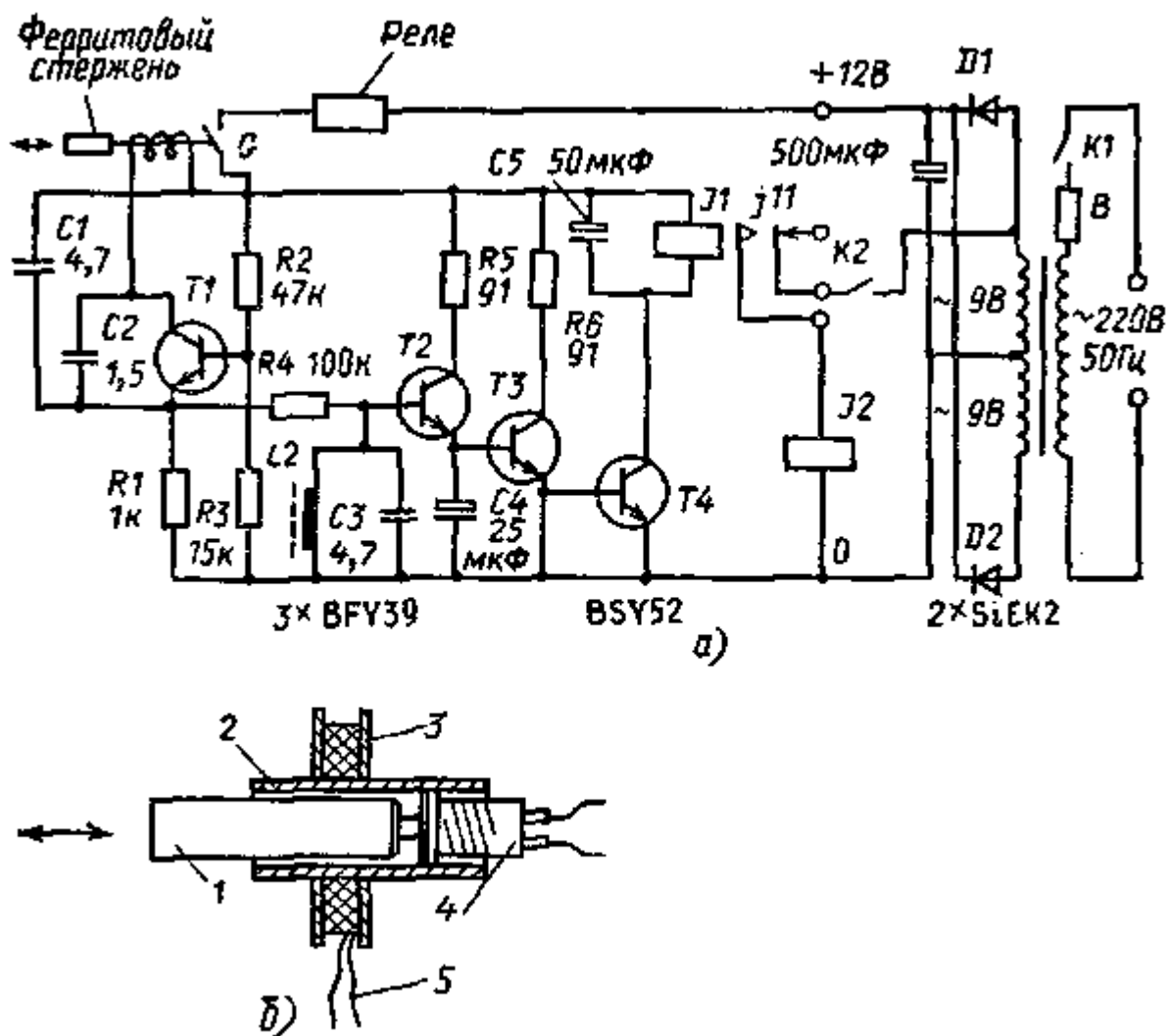


Рис. 70. Электронный замок с реле и «ключом» из ферритового стержня:
а — электрическая схема; б — «ключ» из ферритового стержня

Схема на рис. 70, а представляет собой селективное реле, работающее с ферритовым стержнем, и состоит из следующих основных узлов: генератора, настроенного на работу с ферритовым стержнем ($T1$), избирательной фильтрующей цепи ($L2$, $C3$), каскада управления реле ($T2$, $T3$, $T4$) и самого реле с исполнительным устройством.

Замок работает следующим образом. Ферритовый стержень 1, который теперь играет роль ключа, вставляют в дверное отверстие, где помещена, как видно на рис. 70, б, генераторная катушка 3 с выводами 5, а в конец трубы 2 встроена нажимная кнопка 4. Ее контакты подключают питающее напряжение устройства. Генератор работает с транзистором $T1$. Колебательный контур генератора состоит из элементов: $C1$, $C2, L1$ (рис. 70, а).

Индуктивность меняется при помощи ферритового стержня, вставляемого в катушку LL . Таким образом, частота генератора зависит только от качества и размеров ферритового стержня. При использовании стержня длиной 100 и диаметром 10 мм она принимает значения 8 и 19 кГц. Катушка $B1$ (495 витков) помещена в изолированную трубку с внутренним диаметром 12 мм. Толщина медной проволоки 0,15, длина катушки 14 мм.

От генератора сигнал передается в параллельный колебательный контур, состоящий из элементов $L2$ — $C3$, и только при резонансе проходит в каскад, построенный на транзисторах $T2$, $T3$ и $T4$, который приводит в действие реле $J1$. Реле срабатывает только в том случае, если избирательный фильтр настроен точно на 8 кГц.

Катушка $L2$ расположена на ферритовом сердечнике, диаметр которого 8, а длина 15 мм. Число витков катушки 240, диаметр проволоки (CuZ) 0,15 мм. В схеме может быть использовано реле, рабочее напряжение которого 6 — 8 В, а ток срабатывания 60 — 100 мА.

Сигнал, поступающий в колебательный контур и на транзистор $T2$ регулируется при помощи резистора $R4$. Целесообразно поэтому вместо $R4$ использовать потенциометр на 200 кОм.

Замок открывается следующим образом. Ферритовый стержень вставляется в выполненное для него отверстие, и одновременно при помощи постоянного магнита приводится в действие реле, прикрепленное к внутренней стороне двери. В это время цепь получает питание через реле и кнопку *G*. Если постороннему лицу удастся возбудить генератор при помощи металлического или же, возможно, ферритового стержня, но с другими магнитными параметрами, то все равно релейный каскад не будет реагировать на другую частоту. Следовательно, реле не сработает. Надежность замка повышается еще и потому, что его устанавливают с противоположной, невидимой стороны двери. Отверстие для ферритового стержня обычно также делается незаметным.

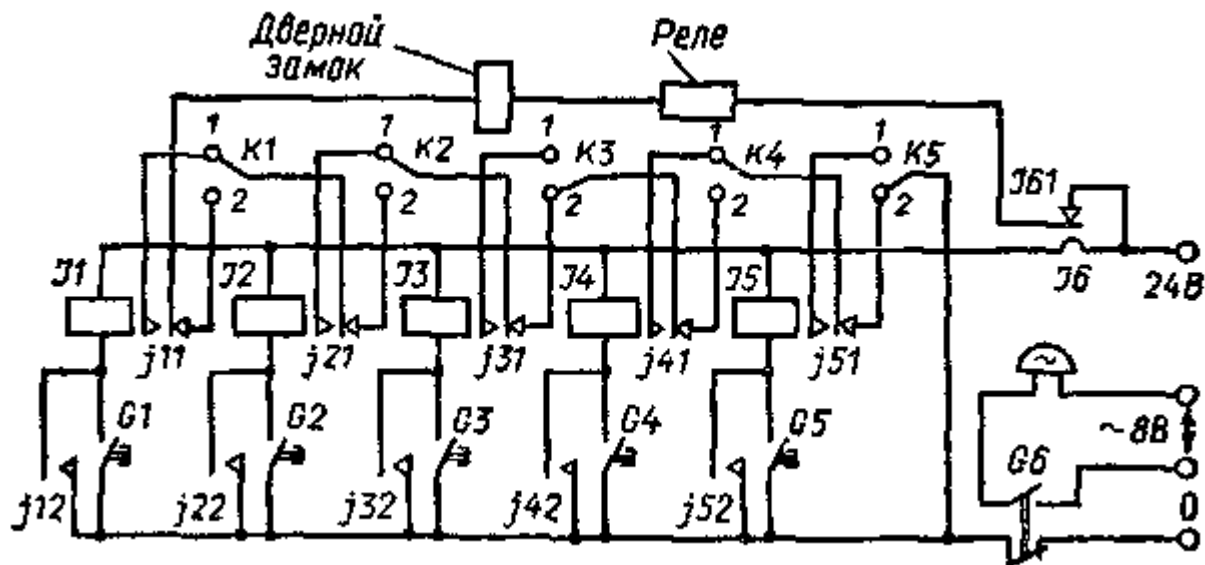


Рис. 71. Схема соединений электрического дверного замка, открывающегося при наборе заранее установленного кода

На двери имеет смысл оставить обычный механический замок. Таким образом можно ввести взломщика в заблуждение: ложным ключом он будет открывать ложный замок.

Электронные замки с кодовым устройством. На рис. 71 изображен электрический замок, открывающийся при наборе заранее установленного кода (и одновременном срабатывании реле). На стойке входной двери смонтированы пять кнопок. В скрытом от постороннего глаза месте выключателями *K1* — *K5* можно установить выбранную кодовую комбинацию. При нажатии на одну из кнопок *G1* — *G5* реле срабатывает и блокировкой удерживается в этом состоянии. Если выключатели находятся в положении, показанном на рисунке (кодовая комбинация 1, 1, 0, 1, 0), для открывания двери нужно нажать кнопки *G1*, *G2* и *G4*. Одновременно с этим постоянный магнит нужно поднести к реле, прикрепленному к внутренней стороне двери. При неправильном наборе кода можно снять (прекратив подачу питающего напряжения) блокировку, слабо нажав на двоящую кнопку, одновременно являющуюся и кнопкой звонка. Можно использовать также и тепловое реле, которое исключает возможность подбора кода, так как оно прерывает цепь дверного замка уже после двух-трех попыток открывания (контакт *161*). Поскольку неосведомленное лицо не знает о возможности прерывания блокирующих цепей реле, оно располагает лишь одной попыткой открыть замок. При комбинации кода и реле получаем, это можно сказать с полной уверенностью, замок, который постороннее лицо открыть не сможет. Реле *J1* — *J5* должны быть аналогичного типа и иметь одинаковые значения сопротивлений обмоток. Подбирать их надо таким образом, чтобы они соответствовали применяемому тепловому реле и напряжению питания. На рис. 72 представлена схема соединений электрического дверного замка, открывающегося пластиной со световым кодом. Элементы цепей транзисторов и свето-диодов расположены на одной оптической оси, напротив друг друга. Вставляемая в качестве ключа пластина со световым кодом в некоторых местах преграждает путь световому лучу. На ней имеется пять зон (пятая зона всегда темная). Если пластина вставлена до упора, она преграждает путь свету и посредством транзистора *T1* обеспечивает задержку на 10 с помощью интегральной микросхемы таймера типа 555.

Четыре зоны со световым кодом обеспечивают комбинацию из 4 бит с 16 вариантами открывания замка. Поскольку 16 — минимальное число комбинаций, ставят блокировку с помощью таймерной схемы на 9 с и применяют блок сигнализации, который начинает действовать после неудачной попытки открывания замка. Достигнутую таким образом степень защиты нельзя недооценить.

Кодовая комбинация может быть выбрана произвольно, нельзя только в качестве ключа использовать полностью темную пластину, так как в этом случае замок может быть, например, открыт и при помощи полоски темной бумаги. Еще больше повысить надежность защиты можно, включив последовательно в цепь электрического звонка реле. Замок в этом случае будет открываться с задержкой 10 с при срабатывании реле, прикрепленного к внутренней стороне двери с помощью постоянного магнита.

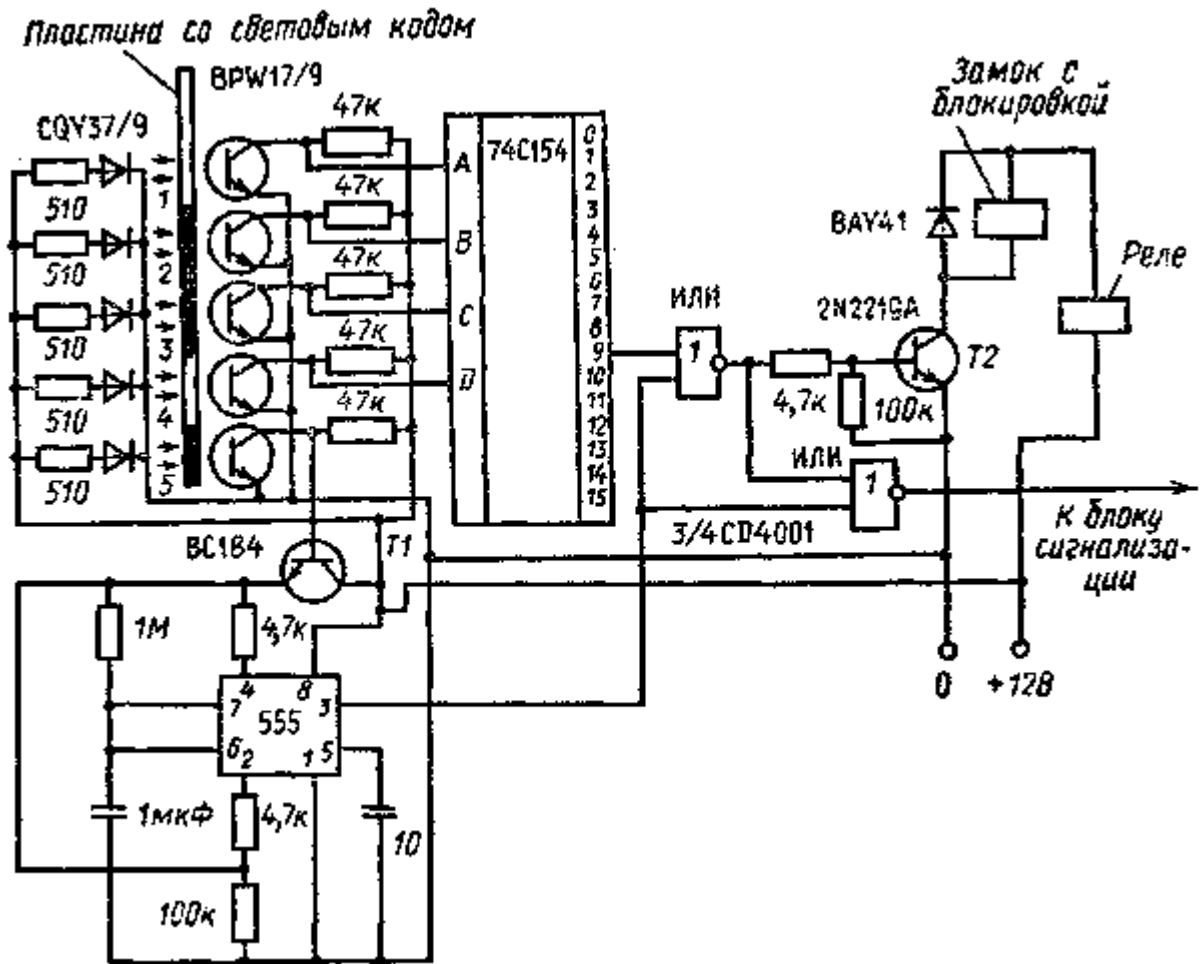


Рис. 72. Схема соединений электрического дверного замка, открывающегося на кодовую комбинацию на пластине со световым кодом

При вставлении «ключа» первые четыре зоны пластины дают код, который в десятичной системе счисления означает 9. Эти цифры расшифровываются в цепи де-мультиплексора 74С154. Следовательно, на выходе 9 появляется уровень 0. По истечении 30 с выход 3 таймера типа 555 тоже устанавливается в 0. Два уровня 0 служат в качестве инверсного входного сигнала схемы ИЛИ, управляющей транзистором Т2, и создают условия, при которых на выходе устанавливается уровень 1. Вследствие этого возбуждается обмотка электрического дверного замка.

При попытке открыть замок посторонними лицами (при неправильном подборе кода) работает цепь задержки и на выходе 9 демультиплексора установлен уровень 1, на выходе схемы ИЛИ, управляющей электрическим дверным замком, по-прежнему 0, а на выходе аналогичной схемы, но управляющей блоком сигнализации, появляется 1. В результате этот блок включает сигнализацию.

На рис. 73 приведена схема электронного кодового дверного замка одной из последних конструкций. Для того чтобы его открыть, надо установить четырехзначный цифровой код на расположенных по кругу контактных переключателях К1, К2, К3 и К4 и нажать кнопку Г1. После этого все четыре декадных переключателя нужно вернуть в нулевое положение и повторно нажать кнопку. Замок через некоторое время откроется. Этот метод обеспечивает условия, при которых после открывания замка можно не оставлять важного начального кода на переключателях. Во время работы схемы при правильной установке кодов диоды D1 — D6 пропускают ток. Открывая дверь, нужно установить первый код (в нашем случае 5058). Тогда диоды D2, D4 и D6 проводят ток в направлении кнопки Г1. Вторым кодом в данном случае будет 0000, и диоды D1, D2 и D5 будут пропускать ток от кнопки Г1 к цепи второго кода.

Первый и второй коды могут устанавливаться произвольно путем подключения черного или красного проводника к соответствующему контакту. Черные провода служат для произвольной установки первого кода, красные — второго. Связь со стороны кодового числа отсутствует, за исключением тех случаев, когда числа самого маленького разряда одинаковы (таких ситуаций быть не должно).

Питание схемы осуществляется от нестабилизированного блока питания ±15 В (рис. 74). Ток течет от световодов к цепям микросхем К1, К2 (рис. 73), а через них — к остальным элементам электронной схемы. Применение оптических изоляторов целесообразно, так как позволяет сократить расстояние между блоком установочных переключателей с расположенными по кругу контактами и электроникой управления.

Интегральная микросхема $IC1$, следовательно, получает напряжение питания при соответствующем первом коде, $IL2$ — при втором. Светодиоды $LED1$ и $LED2$ служат для контроля работы табло. Светодиод $LED1$ загорается при правильной установке первого кода $LED2$ — второго.

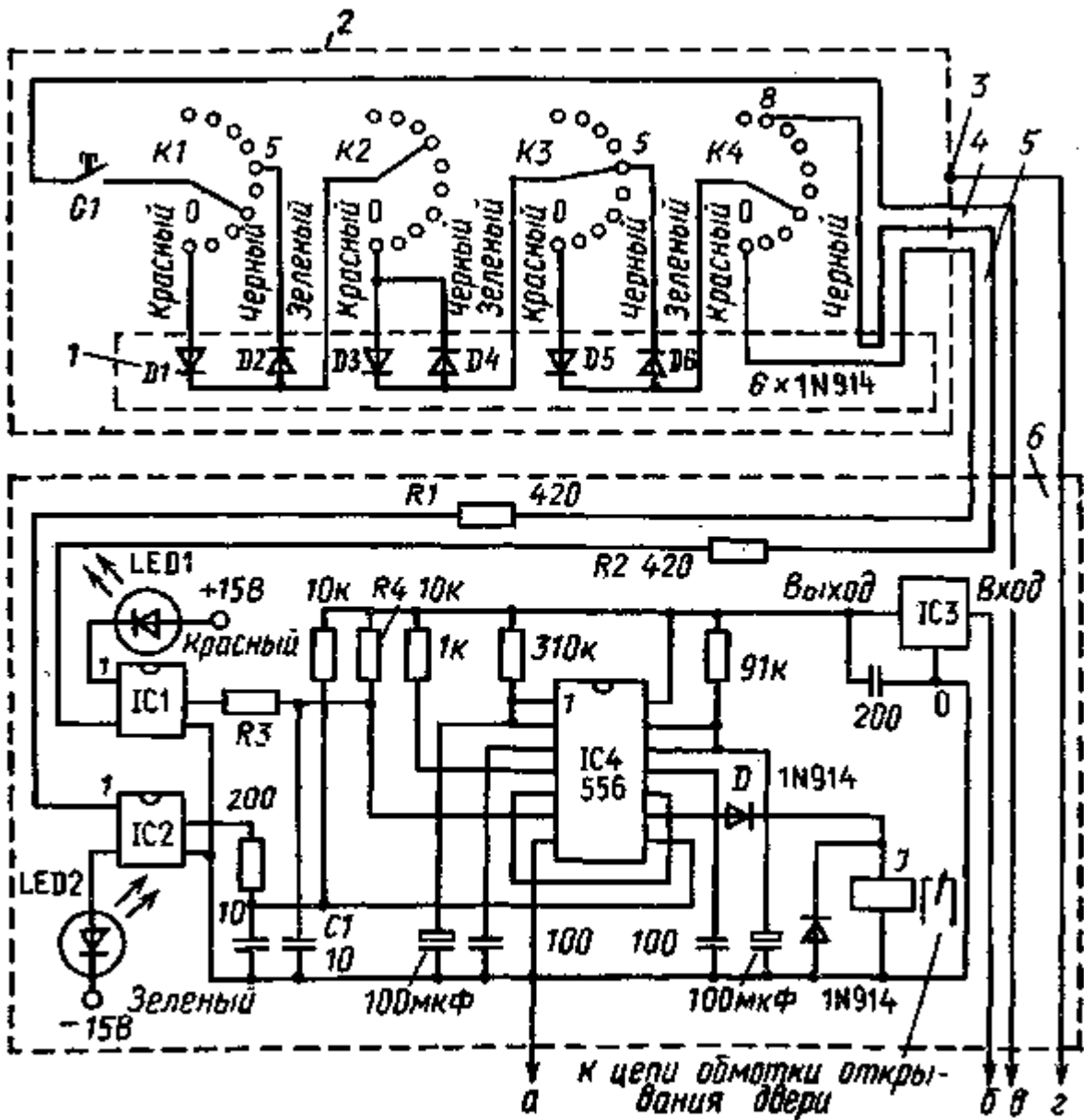


Рис. 73. Схема соединений электронного кодового дверного замка:

1 — цепь кодирования; 2 — блок установочных переключений с расположенными по кругу контактами; 3 — заземление корпуса; 4 — цепь первого кода; 5 — цепь второго кода; 6 — электронная схема управления

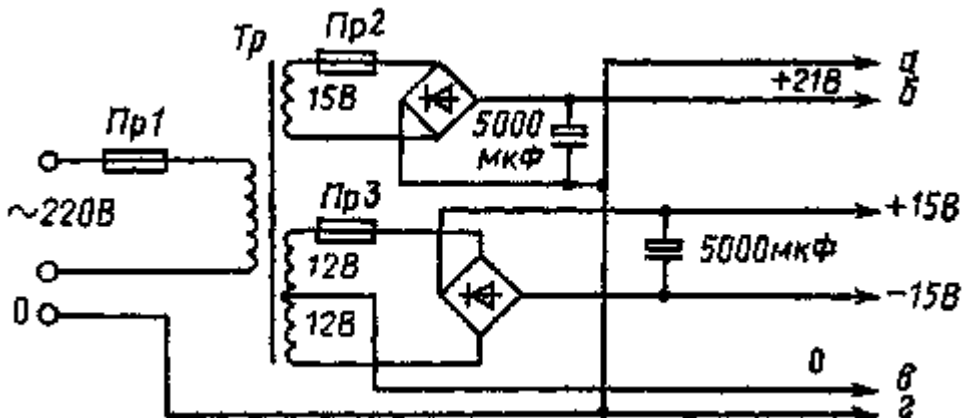


Рис. 74. Нестабильный блок питания электронного комбинационного дверного

замка

Интегральная микросхема *IC4* представляет собой сдвоенный таймер типа 556, одна половина которого (а) соединена как моностабильный мультивибратор с постоянной времени 30 с, а другая (б) - с постоянной времени, равной 10 с.

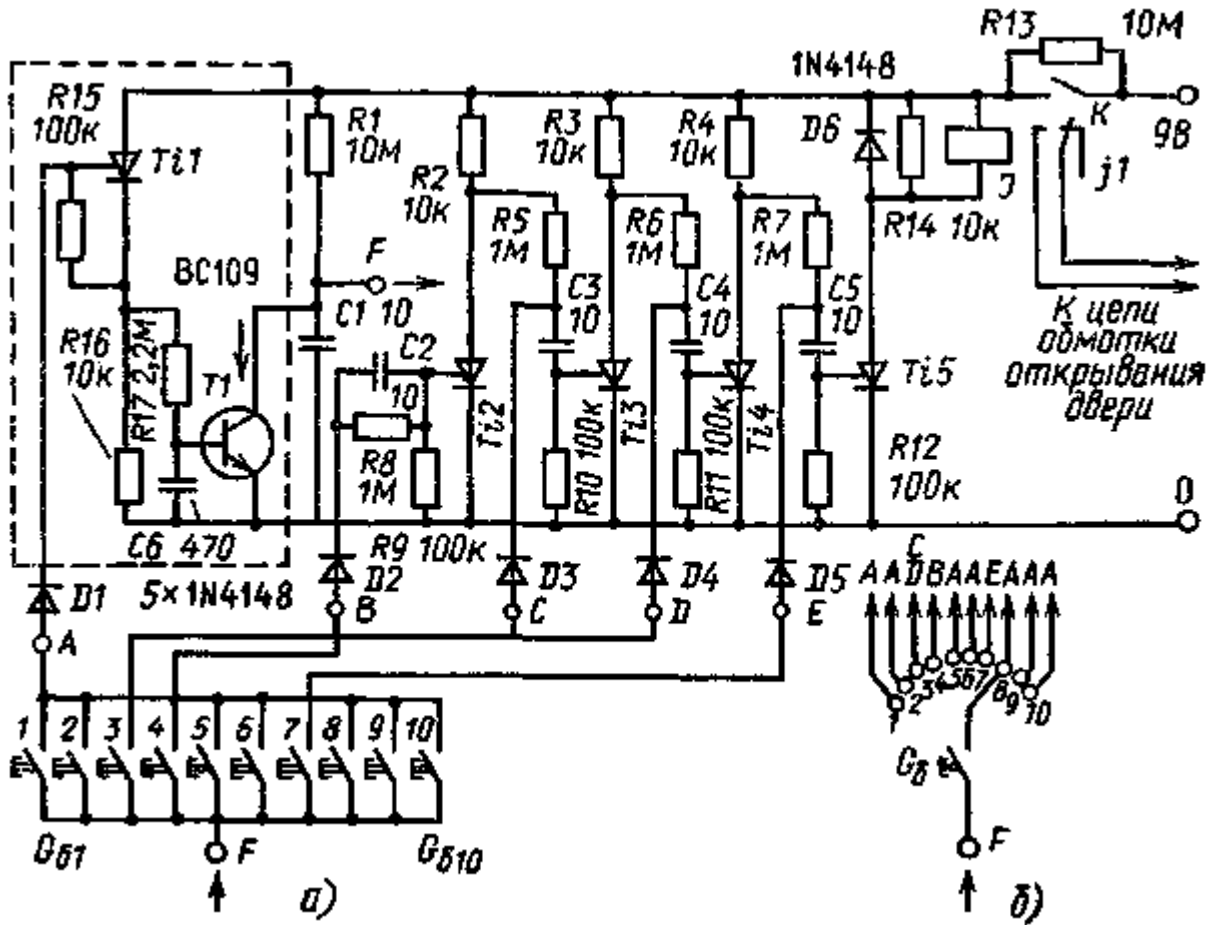


Рис. 75. Электронный кодовый замок:
 а — схема соединений; б — набор кода при помощи кругового переключателя и кнопки *G6*

При правильном первом коде начинает работать микросхема *IC4* (а) совместно с элементами *R3*, *C1* и *P4*. Выход *IC4* (а) подключен к стирающему входу *IC4* (б) (соединены контакты 5 и 10). Следовательно, *IC4* (б) при нормальных условиях бездействует но пуск ее возможен. Правильность второго кода контролирует *IC4* (б), реле *J* срабатывает и своим контактом *j* возбуждает обмотку открывания двери. Примерно через 30 с истекает время работы *IC4*(а) и сигнал стирания снова попадает на *IC4*(б). Поэтому в течение 30 с после установки первого кода надо его стереть и открыть дверь или же начать все сначала

Стабилизированное напряжение 12 В, необходимое для работы интегральной микросхемы типа 556, обеспечивается стабилизатором напряжения типа *mA7812* (*IC3*),

На рис. 75 приведена круговая схема электронного дверного замка с четырехзначным цифровым кодом Ввод цифровой кодовой комбинации осуществляется путем нажатия в соответствующем порядке клавиш карманного калькулятора. Если его нет, можно использовать переключатель с расположенными по кругу контактами (для каждой цифры — свой порядок) и параллельно с ним соединенную кнопку *G6* (рис. 75,б).

При нажатии каждой отдельной цифры в цепи включается тиристор. Пусковой импульс задает конденсатор *C1*, который в обычном состоянии через резистор *R1* заряжен до +9 В. Конденсаторы *C3*, *C4* и *C5* сначала тоже бывают заряженными до +9 В. Благодаря этому всякая попытка включения тиристоров *Ti3*, *Ti4* и *Ti5* в точках *C*, *D* и *E* будет безуспешной. При нажатии на клавишу цифры первой комбинации (в точке *B*) тиристор *Ti2* включается и его анодный потенциал уменьшается примерно до 0,7В. Теперь конденсатор *C3* быстро разряжается и при помощи импульса, поданного на точку *C*, тиристор *Ti3* готовится к включению. Конденсатор *C4* разряжается, после чего тиристор *Ti4* тоже становится управляемым. Нажатие в определенном порядке цифровых клавиш подготавливает следующий тиристор к возможности включения.

Часть схемы, обозначенная пунктирной линией, препятствует расшифровке комбинации. При нажатии неправильной цифры включается тиристор *Ti1* и после непродолжительной паузы, устанавливаемой элементами *R17* и *C6*, вводит в режим насыщения транзистор *T7*. Тем самым утрачивается возможность дальнейшего под-

бора цифр, потому что конденсатор CJ разряжен. Ввод нового кода возможен только после выключения и последующего включения выключателя К.

В устройстве применены тиристоры типа 2N5060. Максимально допустимый удерживающий ток 5 мА. При помощи анодных резисторов 10 Ом образуется удерживающий ток, равный 0,1 мА. Между управляющими электродами и катодами помещают демпферные резисторы на 100 кОм.

Резистор $R13$, который препятствует разряду конденсаторов $C3$, $C4$ и $C5$ (они находятся в полностью заряженном состоянии), не позволяет зажечь тиристоры $Ti3$, $Ti4$ или $Ti5$ при включении выключателя К. Резистор $R14$ обеспечивает возможность включения тиристора $Ti5$ даже при очень сильной индуктивной нагрузке. В схеме применяют реле, срабатывающие при напряжении 6 — 7 В и обладающие довольно большим сопротивлением.

2.1.3. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВЕРЬМИ

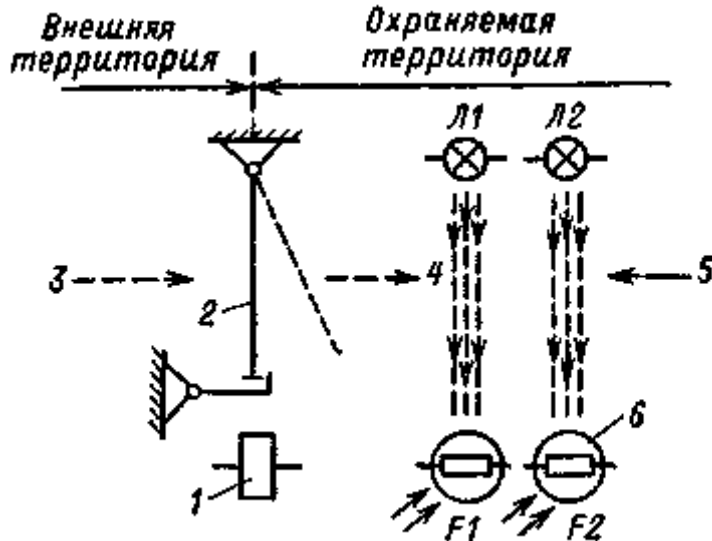


Рис. 76. Принцип действия схемы автоматического управления дверьми с применением фотодатчиков:

1 — электрический дверной замок; 2 — дверь; 3 — управление открыванием; 4 — автоматическое закрывание; 5 — автоматическое открывание; 6 — датчики

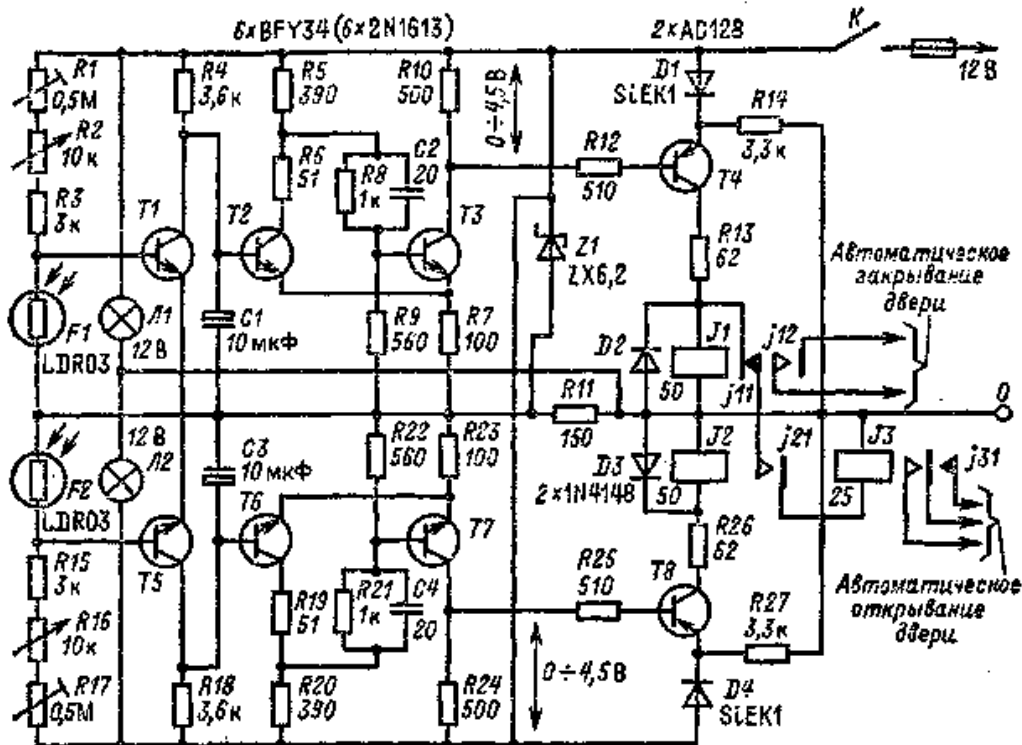


Рис. 77. Схема автоматического управления дверьми на триггерах Шмитта с фотодатчиками

Для осуществления автоматического открывания и закрывания ворот и дверей разработано множество вариантов схем. Чертеж на рис. 76 дает представление о работе одной из таких схем, содержащей два фотодатчика.

Предположим, что речь идет, например, об автоматическом открывании садовых ворот (калитки). После того как мы позвонили, находящиеся в доме нажимают кнопку и таким образом дают нам возможность войти. Войдя в ворота, мы проходим контрольный пункт (контрольно-управляемые световые датчики); ворота при этом автоматически закрываются. Если же подойти с противоположной стороны и пройти через контрольный пункт, то ворота автоматически откроются. При входе и выходе из ворот функции системы различны. Очевидно, что в зависимости от направления движения субъекта ворота надо закрывать или открывать. Задача легко решается при помощи схемы с двумя фотореле (рис. 77). Транзисторы *T7* и *T5* представляют собой усилительный каскад.

На транзисторах *T2*, *T3* и *T6*, 77 построены триггеры Шмитта, имеющие напряжение запуска 1,3 В. Выходные напряжения триггеров управляют релейными выходными каскадами, построенными на транзисторах *T4* и *T8*. Предположим, что кто-то движется в направлении от фотодатчика *F1* к *F2*. Его тень падает сначала на *F1*, а потом на *F2*. Если двигаться в противоположном направлении, все происходит в обратном порядке. Датчик *F1* управляет работой реле *J1*, а *F2* — *J2*.

В схеме есть еще и третье реле *J3*, обмотка возбуждения которого через контакты реле *j21* и *j11* соединена параллельно с обмоткой возбуждения *J1*. Если субъект движется по направлению автоматического открывания двери, сначала прерывается путь светового луча, падающего на фотодатчик *F2*. Срабатывает реле *J2* и, замыкая контакт *j21*, параллельно соединяет катушки возбуждения реле *J3* и *J1*, транзистор *T8* открывается. Большая часть тока потечет через реле *J3*, и оно сработает. Реле *J1* вследствие большого сопротивления обмотки не сработает, его контакт *j11* останется замкнутым. Автоматическое открывание осуществляется через контакт *131* реле *J3*. При движении в противоположном направлении (автоматическое закрывание) срабатывает сначала реле *J1*, а потом *J2*. Реле *J3* будет находиться в состоянии отпускания, так как при срабатывании *J1* контакт *j11* через *j21* разомкнет его цепь. Затем реле *J2* (контакт *j21* замкнут) срабатывает вхолостую, контакт *j11* продолжает оставаться открытым. Управление автоматическим закрыванием осуществляется контактом *j12*.

2.2 ЭЛЕКТРОННЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

2.2.1. СЕНСОРНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

В наши дни включение и выключение различных приборов все чаще осуществляется при помощи сенсорных переключателей.

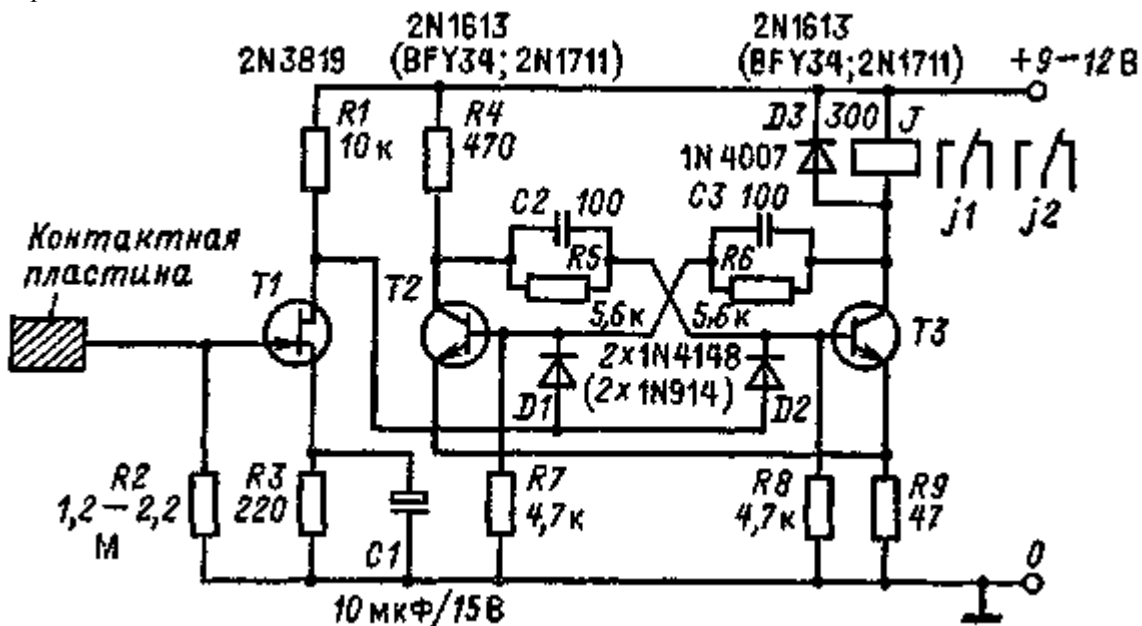


Рис. 78. Сенсорный переключатель

На рис. 78 приведена схема такого переключателя. Большое входное сопротивление обеспечивается применением полевого транзистора *T1*. Возможность включения и выключения различных устройств достигается при помощи контактов реле, расположенного в коллекторной цепи транзистора *T3* в схеме мультивибратора. Схема работает при напряжении питания 9 или 12 В.

В первом случае применяют реле типа 2RT фирмы Siemens с катушкой возбуждения 200 Ом, во втором — 300 Ом. На транзистор Т3 целесообразно поместить охлаждающий радиатор. На рис. 79 показаны печатная плата и монтажная схема переключателя.

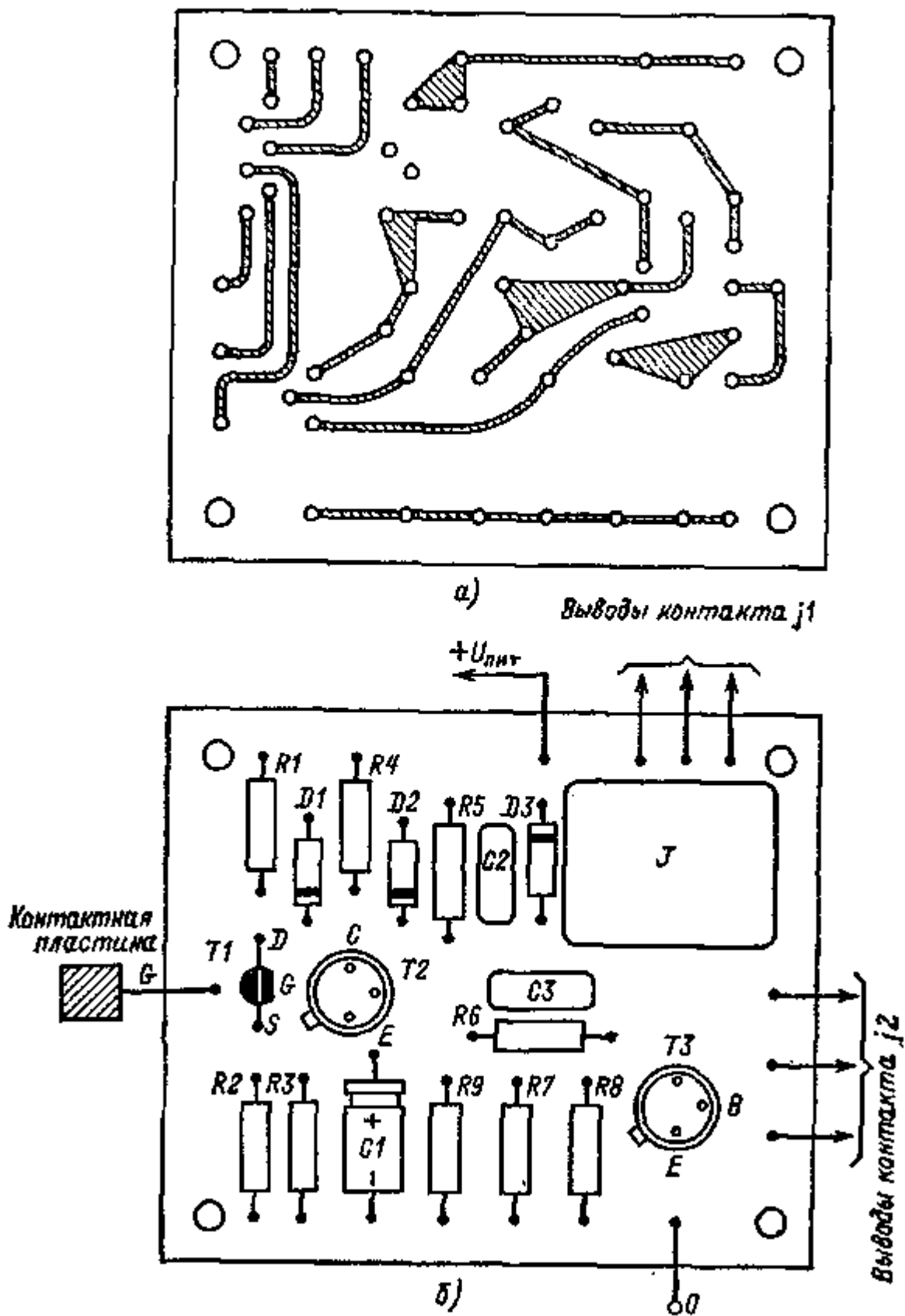


Рис. 79. Печатная плата (а) и монтажная схема (б) сенсорного переключателя, изображенного на рис. 78

Бистабильный сенсорный переключатель, изображенный на рис. 80, служит для надежного включения и выключения устройств, работающих от сети. Его достоинством является то, что он не включается на ложный сигнал (прикосновение). Полевой транзистор $T1$ работает как трансформатор полного сопротивления. Переменное напряжение, попадающее на затвор G полевого транзистора, выпрямляется диодом $D1$, соединенным со стоком D , в качестве фильтра используется конденсатор $C1$, емкость которого выбирают с учетом того, чтобы задержка была достаточной для предотвращения проникновения ложного пускового сигнала на бистабильный переключающий каскад (IC1). Напряжение с конденсатора $C1$ передается на формирующий контур, состоящий из транзисторов $T2$ и $T3$. В том случае, когда коллекторное напряжение транзистора $T3$ достигнет уровня переключения бистабильного каскада IC1, последний переключается и на его выходе 14 возникает управляющий импульс. Выходной сигнал IC1 может управлять реле через согласующий каскад.

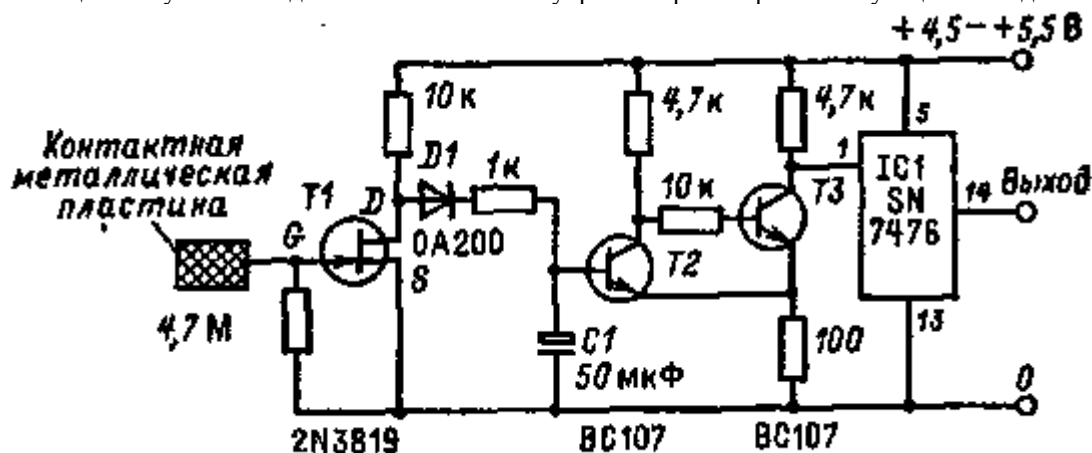


Рис. 80. Бистабильный сенсорный переключатель

На рис. 81 изображена схема сенсорного переключателя, построенного на интегральной микросхеме таймера типа 555. Путем прикосновения к контактной пластине можно включить, например, лампу или любое другое устройство. Микросхема обладает очень большой чувствительностью: для ее переключения достаточно, чтобы на клемму 2 был подан ток всего в 1 мкА. Вывод 2 соединен с положительным питающим напряжением через резистор $R2$ (2,2 — 10 МОм). При $R_j = 5,2$ МОм и $C_T = 300$ нФ реле срабатывает примерно через 3 с. Применяя конденсатор большей емкости, можно увеличить время включения. Однако максимальная выдержка времени не может превышать 60 мин. В качестве реле использовано малогабаритное реле типа IO1 фирмы Siemens с номинальным напряжением 6 В. Диод $D1$, соединенный параллельно с обмоткой реле, служит для подавления всплесков индуктивного напряжения. В зависимости от напряжения срабатывания реле значения питающего напряжения могут находиться в диапазоне от 4,5 до 16 В.

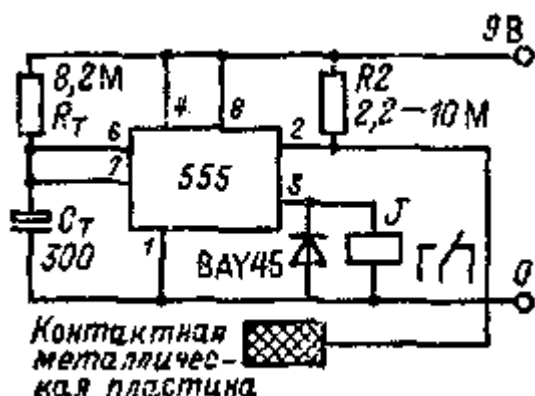


Рис. 81. Схема сенсорного переключателя, построенного на интегральной схеме таймера типа 555

Схема применима и для управления, например, квартирным звонком. Выдержку в этом случае не имеет смысла устанавливать больше чем на 3 с. Для автоматического выключения радиоприемников она может составлять, например, 60 мин.

На рис. 82 представлена схема сенсорного переключателя, построенного с использованием интегральной микросхемы типа SAS560 фирмы Siemens, что позволяет при минимальном количестве внешних элементов управлять (включать — выключать) четырьмя различными устройствами (цепями). На выходе схемы

предусмотрены триаки, которые обеспечивают поканальное управление и имеют максимальную мощность 1000 Вт.

Схема начинает работать при автоматической подаче питающего напряжения к устройству управления, соответствующему сенсорному контакту *S1*, и светодио-ду LED индикатора. Аналогично можно включить и остальные цепи.

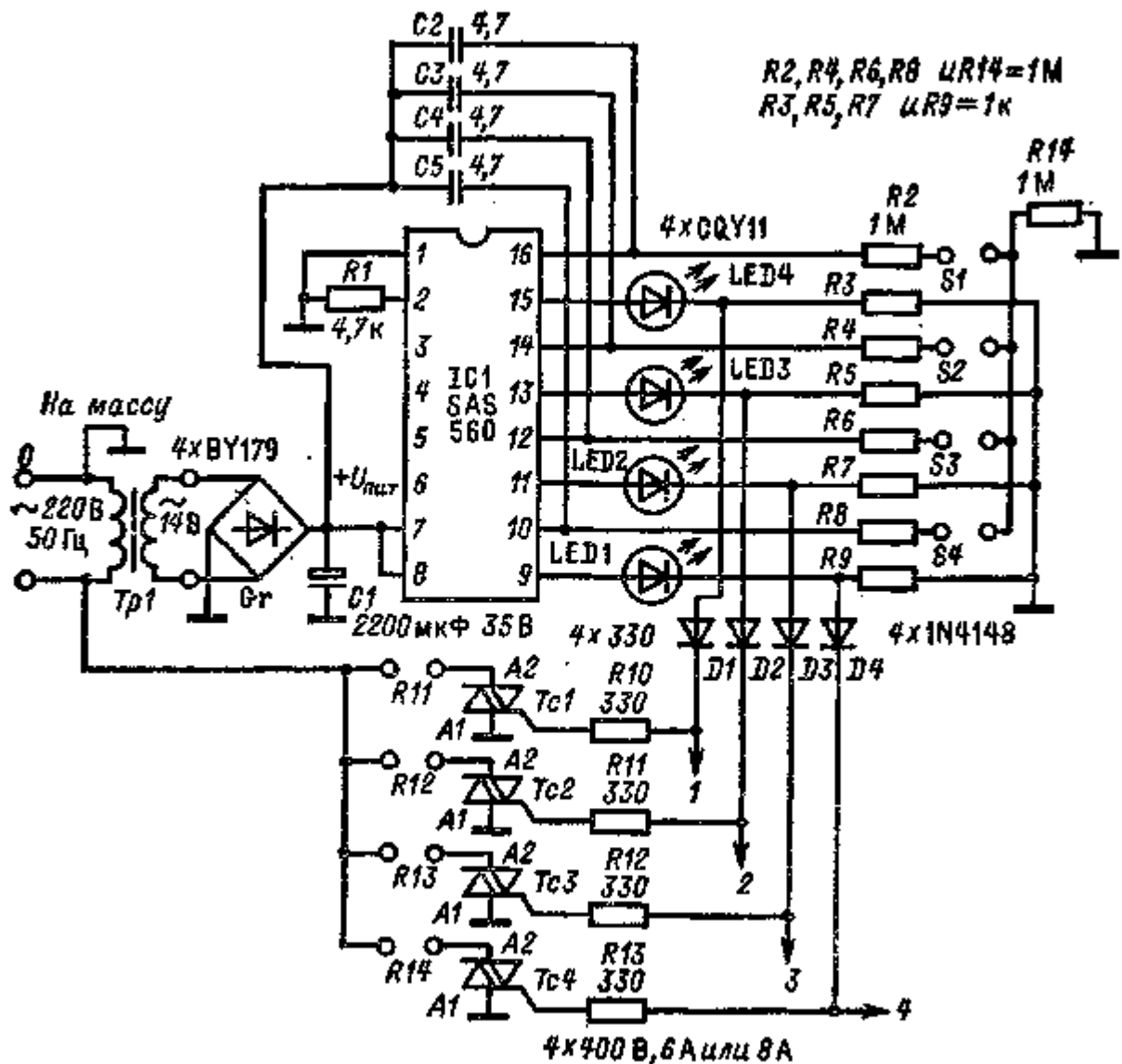
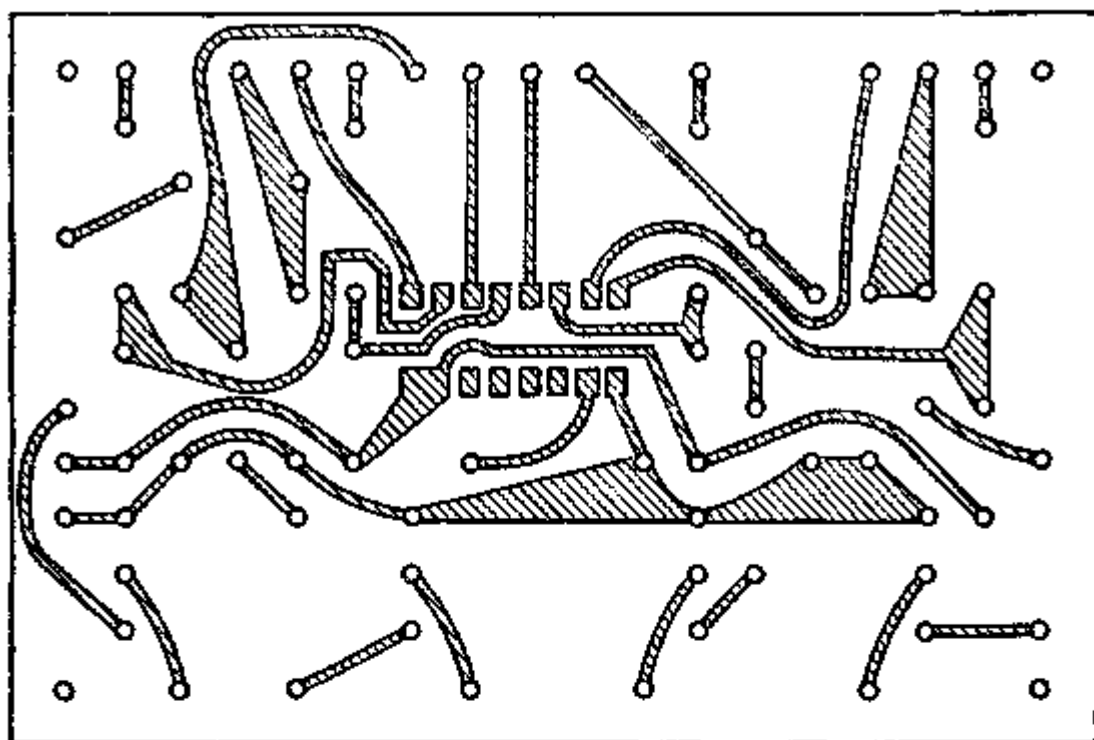


Рис. 82. Сенсорный переключатель для управления четырьмя различными устройствами

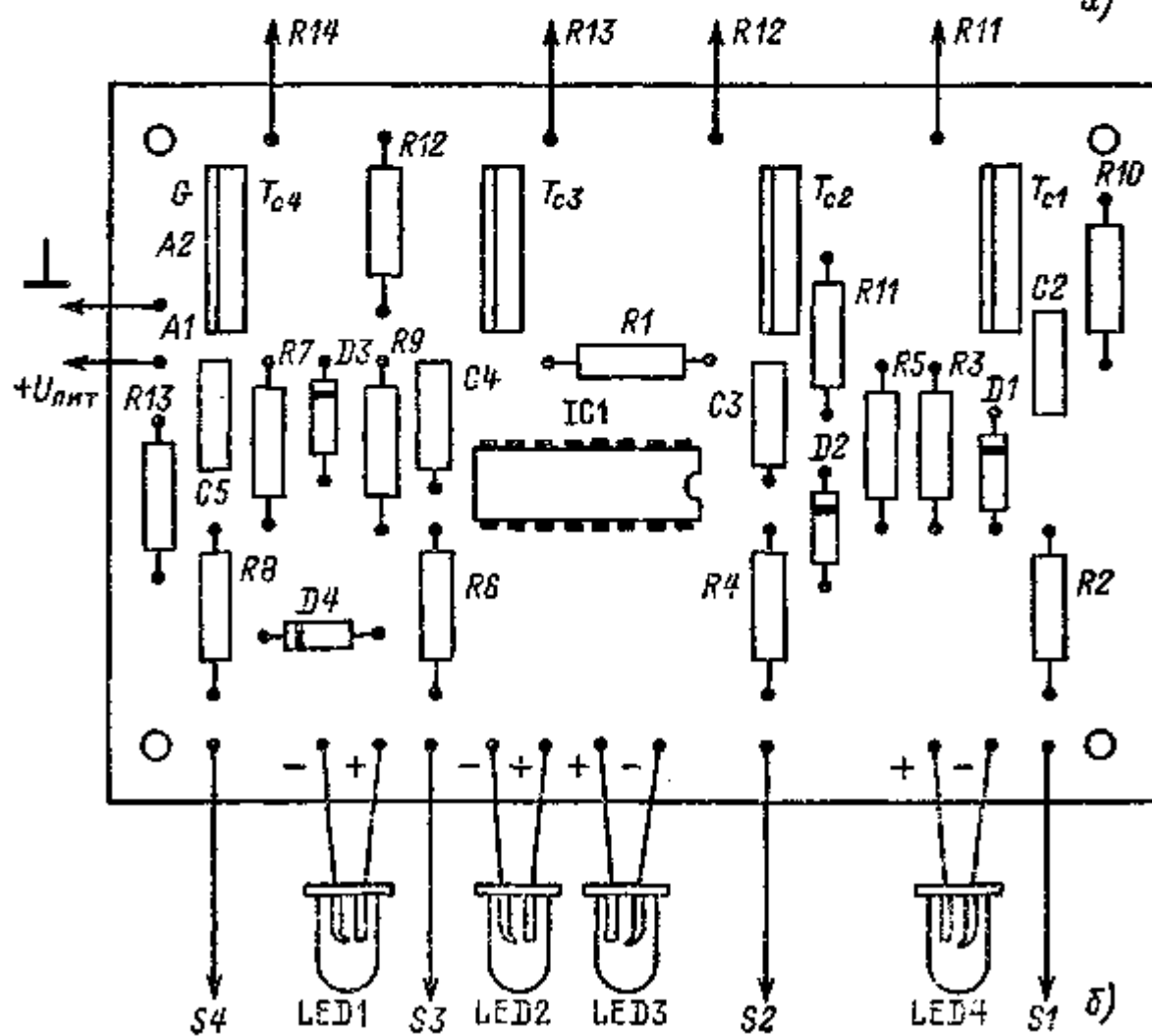
Выпрямленное напряжение, используемое для питания микросхемы, может меняться в пределах от 17,5 до 26 В. В качестве фильтра используется конденсатор *C1*. Питание осуществляется через контакты 1 и 7 — 8. Подавление паразитных сигналов, т. е. надежная работа микросхемы, обеспечивается конденсаторами *C2*, *C3*, *C4* и *C5*. С сенсорными контактами последовательно соединены резисторы на 1 МОм и резистор *R14* (1 МОм), которые обеспечивают необходимую изоляцию от сети. Резистор *R14* надо припаивать как можно ближе к выводам сенсорных контактов. Ими могут быть любые металлические электроды, важно лишь, чтобы они не находились слишком далеко друг от друга. В качестве светодиодов применяют *CQY11* или любой другой аналогичный тип. Приклеивание — самый простой способ их фиксации.

Диоды *D1*, *D2*, *D3* и *D4* обеспечивают включение триаков только при положительных импульсах. Для управления устройствами мощностью 1 кВт надо использовать триаки с параметрами 400 В/6 или 8 А, причем резисторы не требуются.

Для того чтобы избежать во время припаивания повреждений ИМС, целесообразно ставить панельки. Печатная плата и монтажная схема переключателя приведены на рис. 83. Если вместо триаков установить реле (например, типа 2RT) и исключить резисторы *R10*, *R11*, *R12* и *R13*, появится возможность подключения при помощи сенсорного переключателя к усилителю (рис. 84) тюнера, проигрывателя, магнитофона или микрофона.



a)



б)

Рис. 83. Печатная плата (а) и монтажная схема (б) переключателя, изображенного на рис. 82 (М1 ; 1)

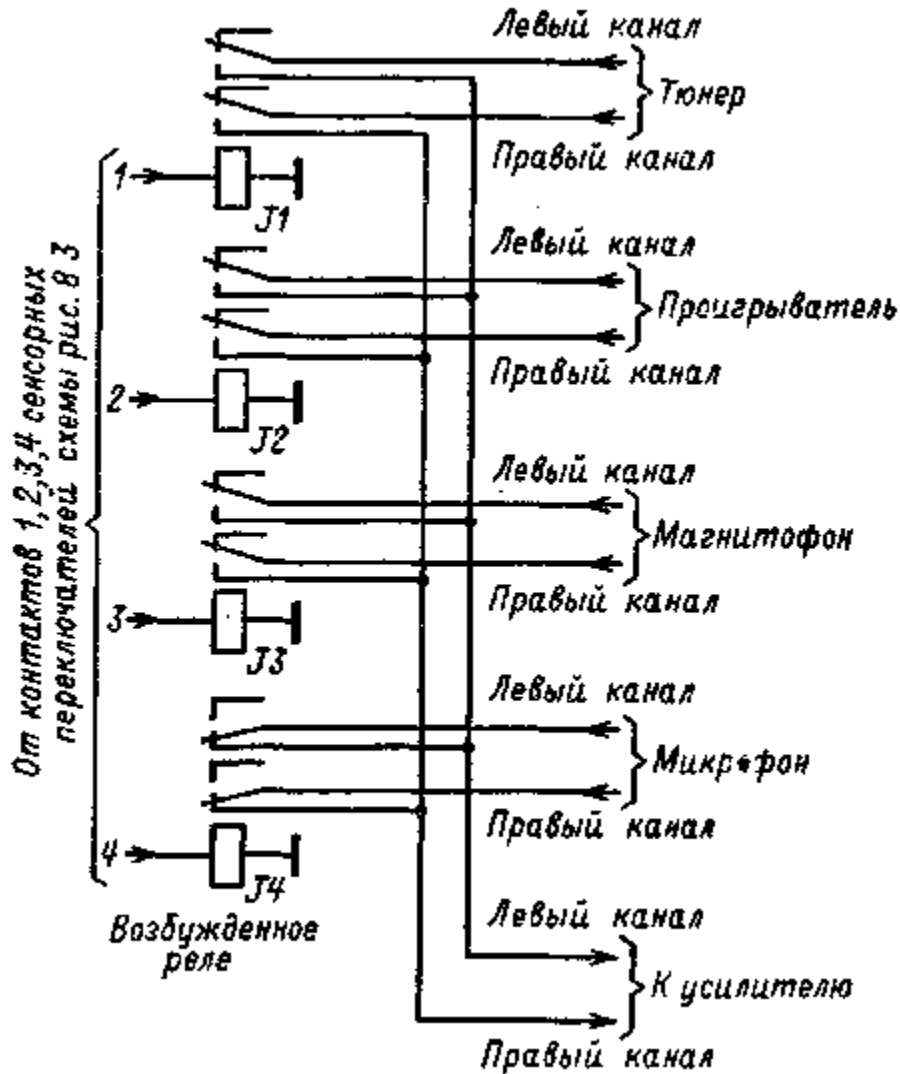


Рис. 84. Подключение к усилителю бытовой радиоаппаратуры высокого класса при помощи реле вместо триаков

2.2.2. ЗВУКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Приборы, управляемые звуковым или низкочастотным сигналом, называют звукочувствительными переключателями или, другими словами, звукочувствительными реле. Их можно использовать и в качестве звуковых сигнализаторов. Тогда они могут быть настроены на минимальный уровень звука и применяться для управления любой системой сигнализации. Цепь звукочувствительного реле состоит из (рис. 85) звукоприемника, усилителя напряжения, коммутирующего каскада.



Рис. 85. Структурная схема звукочувствительного реле

Звукоприемником может быть микрофон или, реже, звукосниматель проигрывателя (например, для фиксации шагов). Учитывая, что обычно требуется регистрировать наличие звука (голоса), можно использовать самый дешевый микрофон, даже угольный.

Усилитель напряжения усиливает сигнал микрофона до уровня, необходимого для работы коммутирующего каскада, в качестве которого применяют переключатель на триггерах Шмитта или звукочастотный селективный переключатель.

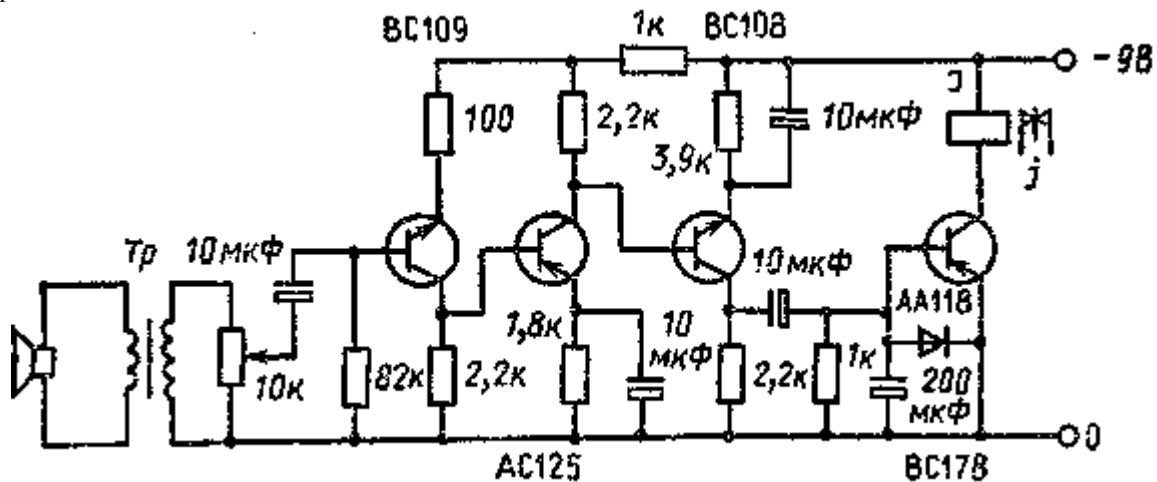


Рис. 86. Электрическая схема звукочувствительного реле

Изображенное на рис. 86 звукочувствительное реле находит широкое применение: оно может срабатывать на звук (с его помощью производят различные включения-выключения), работать в качестве звуковой сигнализации (как приемник голоса, свиста и т. п.), а также использоваться еще и в домашних акустических устройствах. Реле обладает очень высокой чувствительностью, регулировка его осуществляется потенциометром на 10 кОм.

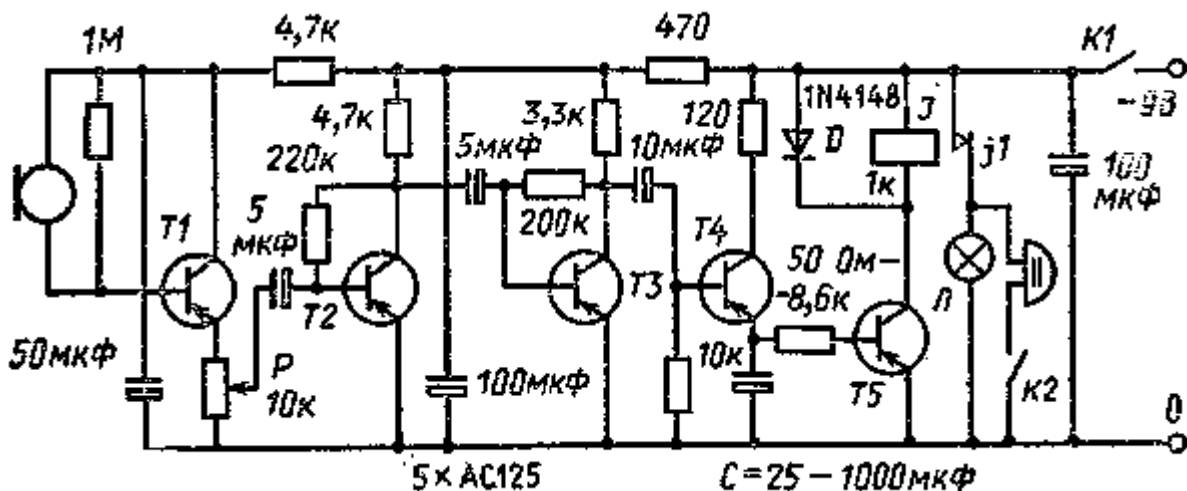


Рис. 87. Звукочувствительное реле с задержкой отпускания

Трансформатор, установленный после небольшого репродуктора, может быть малогабаритным, его коэффициент трансформации 1 : 10. Ток срабатывания реле 40 — 60 мА. Транзистор большей мощности, конечно, может управлять и более мощным реле.

На рис. 87 показано звукочувствительное реле, действующее в паре с пьезомикрофоном. В этом случае транзистор $T1$ служит преобразователем полного сопротивления. Если микрофон обладает малым сопротивлением, транзистор $T1$ выполняет функции эмиттерного повторителя. Потенциометром P устанавливают порог чувствительности схемы. При попадании на базу транзистора $T4$ звукового сигнала в отрицательные полупериоды транзистор открывается, одновременно заряжается конденсатор C . Возникающее на нем напряжение управляет транзистором $T5$, в коллекторной цепи которого срабатывает реле, и схема начинает действовать. Можно сделать так, чтобы реле срабатывало только в течение времени подачи звукового сигнала или же чтобы оно отпускало через несколько секунд после его прекращения (время запаздывания зависит от емкости конденсатора C). Самоблокировка реле может быть достигнута путем подключения рабочего контакта второго реле (на рисунке не показано) между эмиттером и коллектором транзистора $T5$; при срабатывании реле он накоротко соединяет эмиттер с коллектором. Тип применяемых транзисторов может быть, например, AC125. Сопротивление обмотки используемого реле 1 кОм.

Схема, изображенная на рис. 88, применяется для разных целей. Например, можно перенести телефонный звонок в дальнее помещение без прокладки проводов. В коллекторную цепь транзистора $T3$ включается реле J , а его контакты используются для управления, например, сигнализационным устройством.

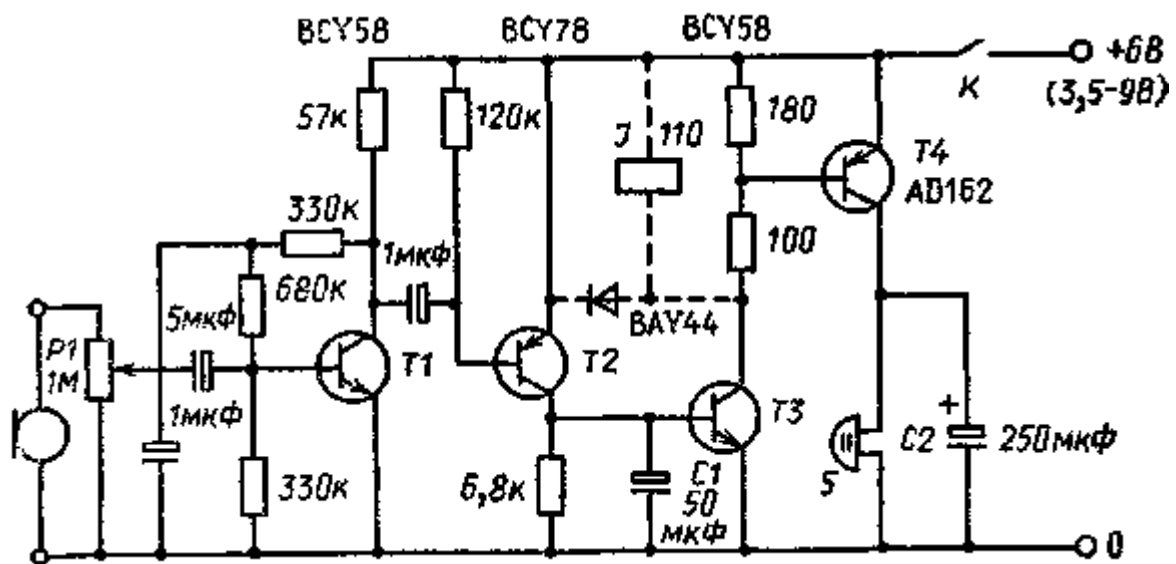


Рис. 88. Схема звукочувствительного переключателя

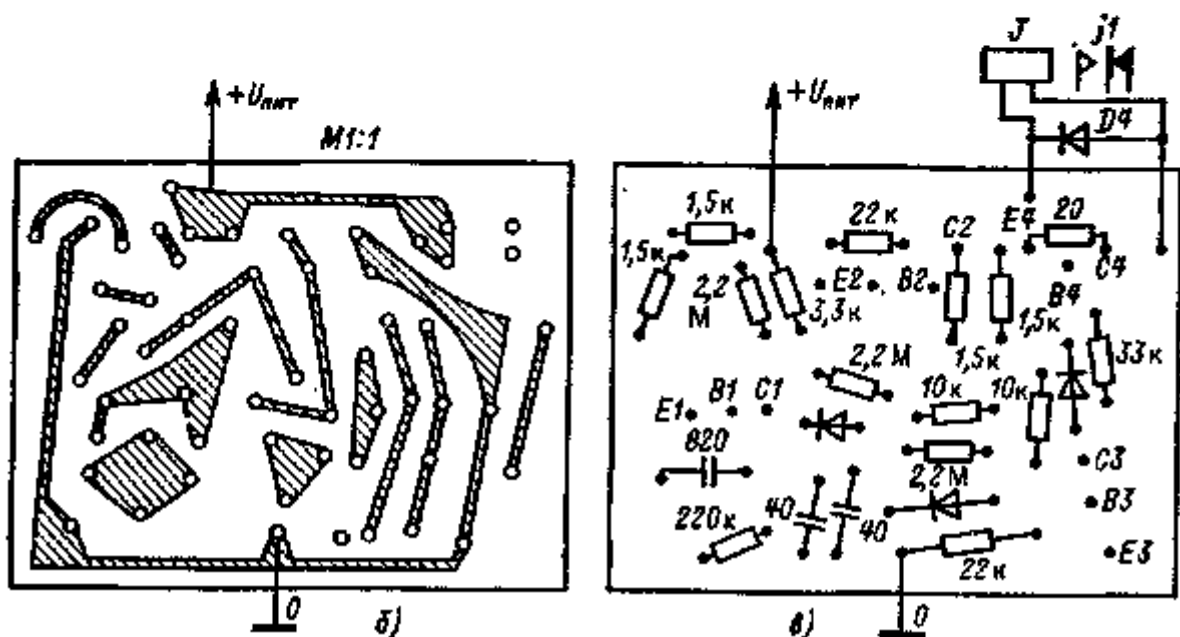
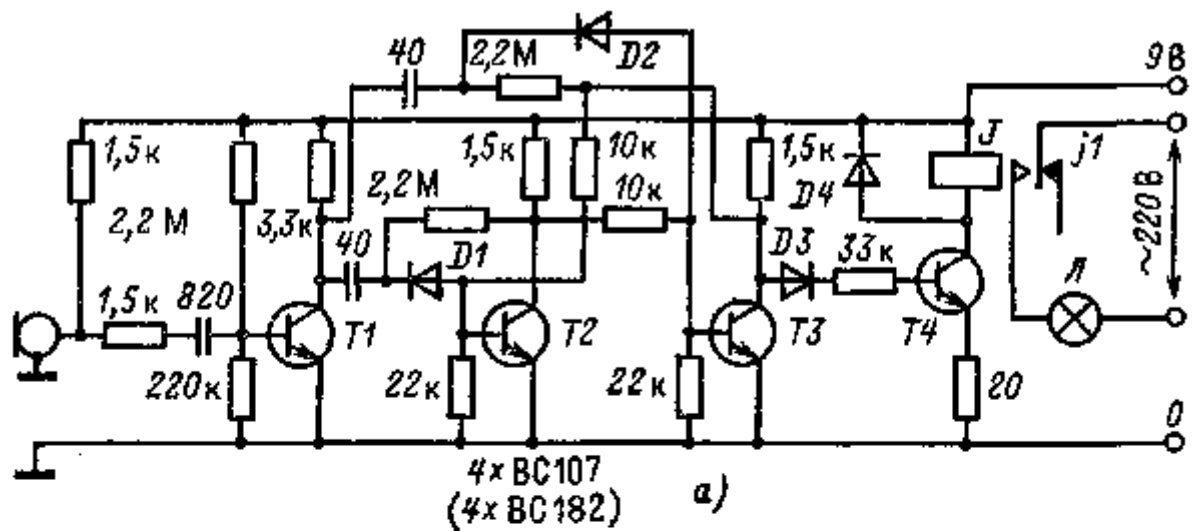


Рис. 89. Звукочувствительный переключатель, управляемый звуками.

В качестве чувствительного элемента усилителя применен пьезомикрофон, его входное напряжение 8 мВ. Потребляемый ток в нерабочем состоянии цепи при питающем напряжении 6 В составляет около 140 мкА. Во время срабатывания звонка потребляемый ток равен 0,5 А. Верхний частотный предел 11 кГц.

Потенциометром $P1$ устанавливаем такую чувствительность, чтобы побочные шумы не приводили к срабатыванию сигнализации, т. е. реле. Транзистор $T1$ усиливает входной сигнал, который попадает на транзисторный усилитель ($T2 — T3$), но, в свою очередь, только отрицательные его полуволны, так как работает в режиме класса В. Конденсаторы $C1$ и $C2$ выполняют роль соответствующих фильтров. С целью достижения минимального потребления в режиме класса А работает только транзистор $T1$.

Переключатель, изображенный на рис. 89, используется, например, для включения и выключения осветительных приборов, радио- и телеприемников или же для похожих на хлопki: a — электрическая схема; b — печатная плата; c — монтажная схема (М1 : 1) управления дверным электромеханическим звонком. Схема изменяет свое состояние только при звуках, похожих на хлопki или щелчки.

На входе установлен маленький, но обладающий большой чувствительностью микрофон. В тот момент, когда раздаются хлопki, сигнал через емкость 820 пФ попадает в усилительный каскад, состоящий из транзистора $T1$. Конденсатор небольшой емкости с входным сопротивлением транзистора представляет собой фильтр верхних частот. Таким образом, на базу транзистора попадают только сигналы относительно высоких частот.

На коллекторе транзистора $T1$ появляются импульсы отрицательной полярности, которые через разделительные конденсаторы (40 нФ) и диоды $D1$ и $D2$ попадают на базу транзисторов $T2$ и $T3$ цепи переключения. Сигнал поступает на тот транзистор бистабильной цепи, который в данный момент находится в открытом состоянии. Когда транзистор закрывается, напряжение на его коллекторе возрастает, при этом второй транзистор бистабильной цепи открывается.

Резистор 10 кОм, соединенный с базой транзистора $T3$, удерживает этот транзистор в открытом состоянии, если коллекторное напряжение транзистора $T2$ велико. Схема переключения до тех пор поддерживает это состояние, пока на базу какого-либо транзистора не поступит управляющий сигнал соответствующей полярности.

Реле в коллекторной цепи транзистора $T4$ приводится в действие транзистором $T3$ схемы переключения. Когда он закрыт, реле срабатывает. Рекомендуют применять реле с током срабатывания 50 — 100 мА. В качестве транзисторов используют типы BC107, BC182 и др. Их коэффициент усиления должен быть больше 100. Диоды $D1 — D4$ типа 1N4148.

2.2.3. РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Реле времени нашли широкое применение: от фотолабораторий (схемы установки времени освещения) до бытовых автоматизированных устройств в наших домах. Они избавляют нас от утомительной задачи постоянно смотреть на часы.

Таймерами (хронометрами) называют приборы, которые измеряют временные интервалы и в результате изменяют состояние какого-либо устройства (системы, исполнительного звена), управляя таким образом процессом. Таймер автоматической стиральной машины, например, позволяет управлять продолжительностью стирки, полоскания и сушки белья.

На практике используются хронометры двух основных функциональных типов: с повторением цикла и стиранием программы. Первые делают то, что и указано в их названии: повторяют серию изменений заранее установленных или запрограммированных на выходе состояний до тех пор, пока на прибор подается питающее напряжение.

Другие таймеры, напротив, начинают отсчет времени под действием входного сигнала и осуществляют один единственный цикл. По окончании определенного интервала времени таймер прекращает свою работу. Для того чтобы еще раз повторить цикл, нужно повторно аннулировать (стереть) программу и подать на прибор управляющий входной сигнал. Благодаря таким характеристикам, таймеры со стиранием программы называют еще одноцикловыми таймерами.

Основной принцип действия схем таймеров. Работа большинства из них основана на принципе медленной или быстрой перезарядки конденсатора. Наиболее простое решение приведено на рис. 90, a . Конденсатор C заряжается от источника постоянного напряжения U_T через резистор R . Детектор порогового уровня контролирует напряжение U_C конденсатора. Если оно достигает порогового значения, выдается соответствующий сигнал. Известно, что при заряде конденсатора напряжение U_C растет по экспоненте и асимптотически приближается к U_T . Описать этот процесс довольно просто. Как только напряжение U_C увеличивается, уменьшается разность напряжений $U_T — U_C$ на резисторе R , а также и протекающий по нему ток. Его значение подсчитывается по следующей формуле:

$$i = (U_T - U_C) / R$$

Очевидно, что ток непрерывно уменьшается в соответствии с изменением заряда на конденсаторе.

На рис. 90, z видно, что экспонента является причиной большего разброса во времени задержки. Пороговый уровень U_g детектора всегда можно установить только с определенной погрешностью (допуском) ΔU_s . Ясно, что допуск вызывает разброс Δt по времени задержки, который тем значительнее, чем меньше крутизна экспоненты в области рабочей точки M .

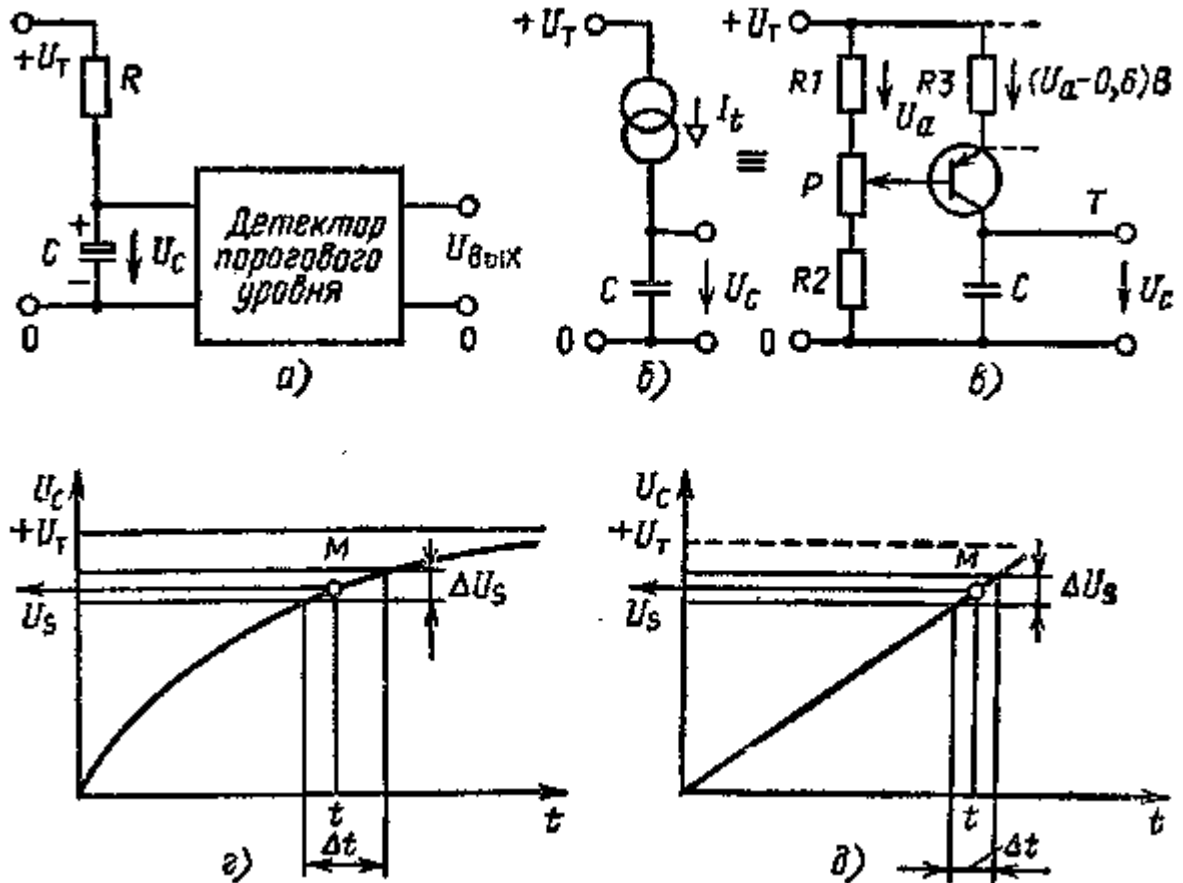


Рис. 90. Основной принцип действия конденсаторных таймерных схем:
 а — заряд через последовательный резистор; б — заряд от генератора постоянного тока; в — схема, обеспечивающая постоянный зарядный ток; г — изменение напряжения на конденсаторе (большой разброс по времени); д — то же, но разброс меньше

Этого можно избежать, если конденсатор C заряжать от генератора постоянного (стабильного) тока (рис. 90, б). На рис. 90, д показано равномерное изменение напряжения на конденсаторе. Можно заметить, что той же самой погрешности ΔU_s порогового напряжения соответствует гораздо меньшая погрешность времени задержки Δt , чем это было на рис. 90, г.

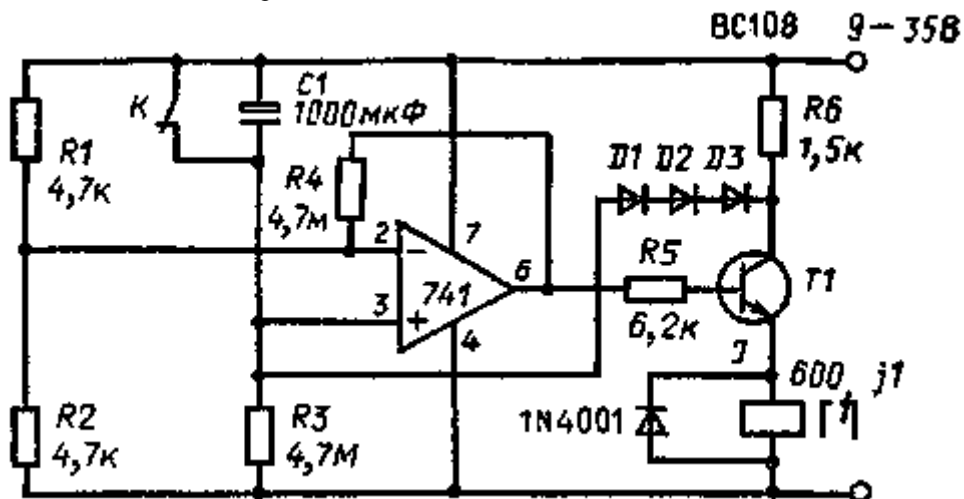


Рис. 91. Таймерная схема

Схема, обеспечивающая постоянный зарядный ток, изображена на рис. 90, в. В коллекторной цепи транзистора T находится конденсатор C , который через эмиттер и резистор $R3$ соединен с напряжением питания U_T . Напряжение U_a (между источником питания и базой транзистора T) зависит от сопротивлений резисторов $R1$ и $R2$, а также от положения потенциометра P . Напряжение эмиттер — база кремниевого транзистора почти

постоянно и равно 0,6 В. Таким образом, на резистор $R3$ приходится напряжение $U_a = 0,6$ В, и через него, а следовательно, и через конденсатор C будет течь ток

$$i = (U_a - 0,6) / R3$$

Если необходимо изменить скорость заряда, а тем самым и продолжительность времени задержки, достаточно потенциометром P изменить значение напряжения U_a .

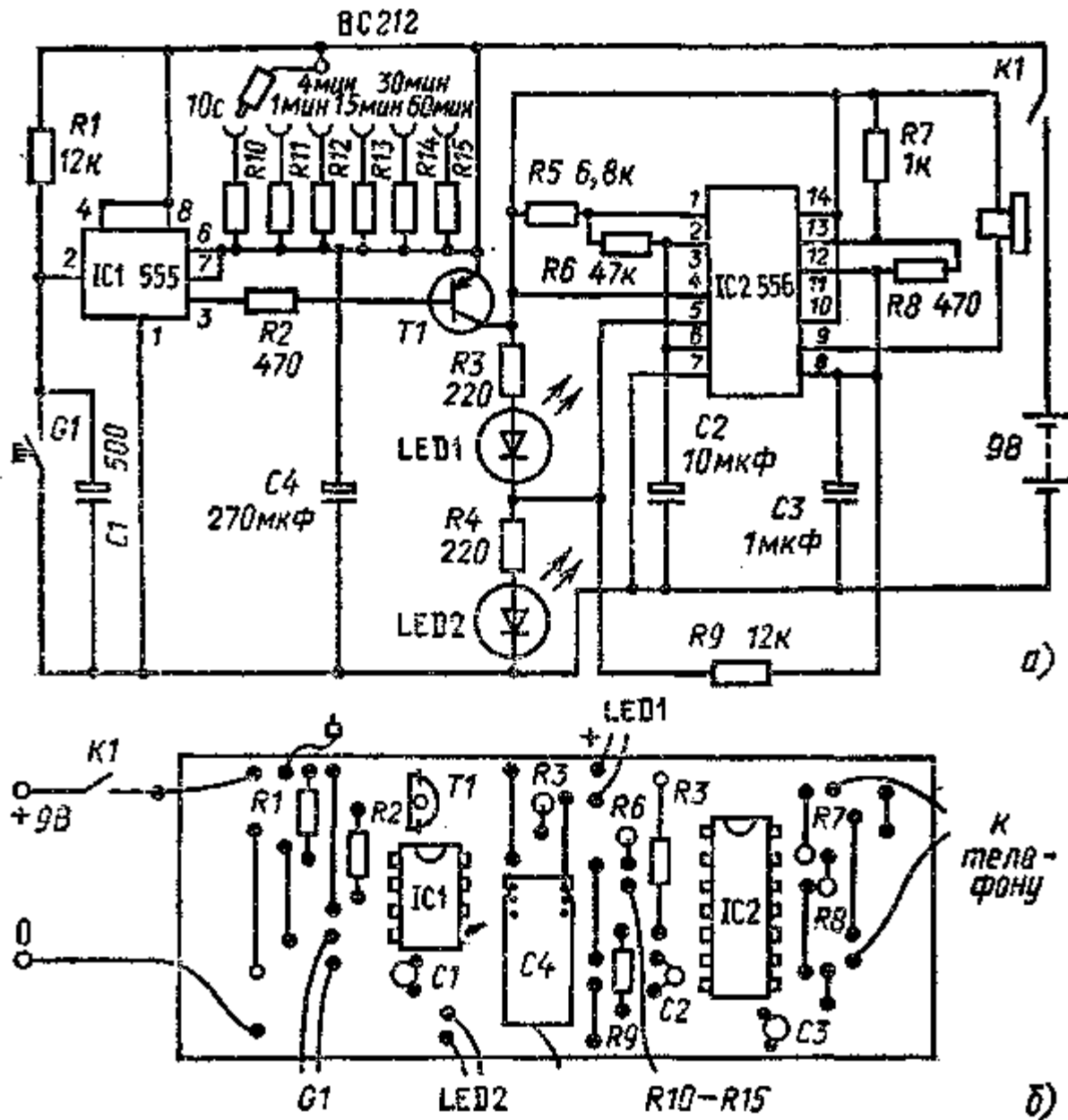


Рис. 92. Карманный таймер:
а — электрическая схема; б — монтажная схема

Практически применяемые схемы таймеров. Схема на рис. 91 позволяет осуществлять время задержки примерно на 15 мин. Изменяя постоянную времени, можно получить время запаздывания от менее чем 1 с, до более чем 20 мин. Транзистор $T1$ приводит в действие реле. Выход, таким образом, гальванически отделен от время-задающей цепи и поэтому пригоден для подключения различных нагрузок. Делитель напряжения, построенный на резисторах $R1$ и $R2$, поддерживает на инвертирующем входе, операционного усилителя уровень, соответствующий половине питающего напряжения. Резистор обратной связи $R4$ служит для увеличения входного сопротивления. Когда включается переключатель K , он накоротко замыкает конденсатор $C1$, и напряжение контакта 3 операционного усилителя возрастает до значения питающего напряжения, в результате чего реле срабатывает.

При выключении переключателя конденсатор $C1$ постепенно разряжается через резистор $R3$, и напряжение на выводе 3 усилителя падает больше, чем на выводе 2. Здесь возможен дребезг контактов реле, пока напряже-

ние на конденсаторе $C1$ не достигнет определенного порогового значения; этому, а также токам утечки через транзистор препятствуют диоды $D1$, $D2$ и $D3$.

Карманный таймер, изображенный на рис. 92, рассчитан на шесть различных временных диапазонов от 10 с до 60 мин. По истечении установленного времени он издает звуковой сигнал. При повторной работе в длительности между двумя временными интервалами может быть различие, но не больше 2 %. Максимально надёжное время задержки 60 мин. Задержка 4 мин соответствует, например, времени варки яиц, более продолжительные интервалы таймера используются, например, для напоминания о необходимости вернуться на автостоянку, где ограничено время нахождения автомобиля. Таймер целесообразно снабдить кнопкой для облегчения установки на начало отсчета.

В карманных таймерах интегральные микросхемы типа 555 или 556 работают в качестве моностабильного или самовозбуждающегося мультивибратора. Предположим, что при подключении штепселя возникает контакт с одним из времязадающих резисторов ($R10 — R15$). Тогда транзистор, подключенный к выводу 3 интегральной микросхемы $K1$, ток не пропускает. Когда уровень напряжения на конденсаторе $C4$ достигнет $2/3 U_{пит}$, внутренний мультивибратор $IC1$ переключится. В результате транзистор $T1$ открывается и запускает мультивибраторы в интегральной микросхеме $IC2$. Самовозбуждающийся мультивибратор на 1 кГц состоит из одного таймера $IC2$ и элементов $R7$, $R8$ и $C3$, а низкочастотный генератор на 1 Гц — из второго таймера и $R5$, $R6$ и $C2$.

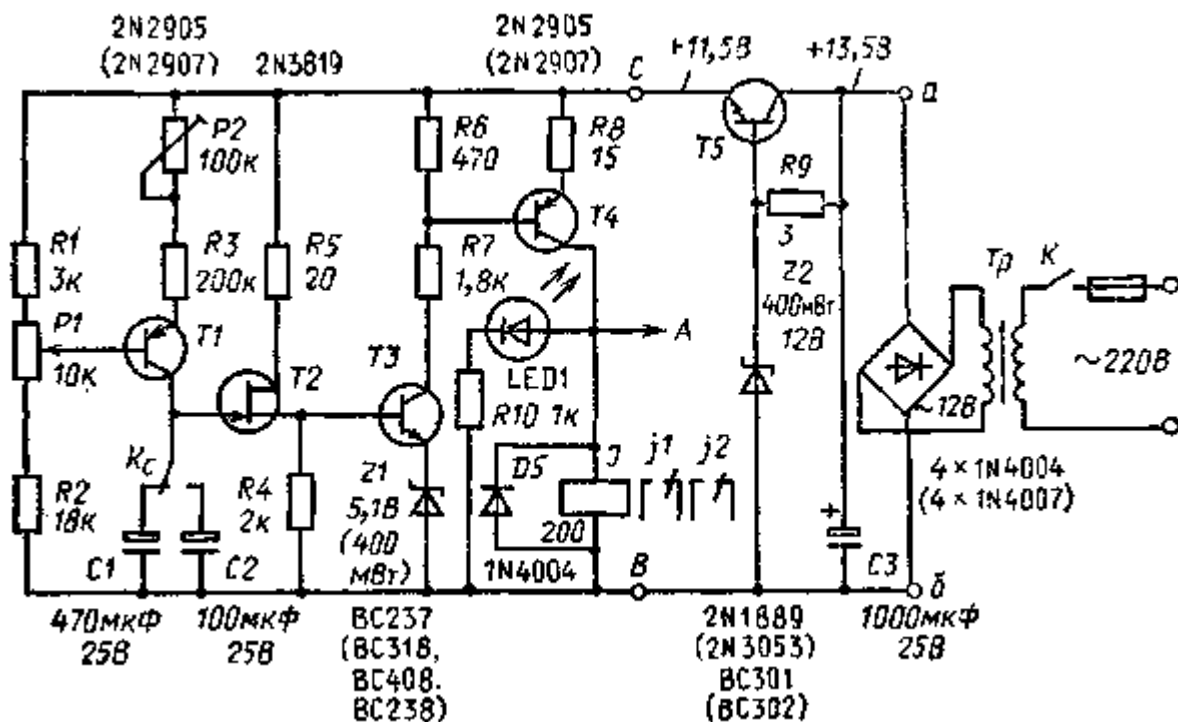


Рис. 93. Схема многоцелевого транзисторного таймера

Сигнал можно прервать, нажав на кнопку $G1$ и прекратив тем самым подачу тока через вывод 3 на транзистор $T1$. После этого конденсатор $C4$ в новом время-задающем цикле начинает заряжаться. Случайное нажатие кнопки $G1$ не влияет на этот процесс. Потребляемый схемой ток при источнике питания 9 В составляет 3 мА. Во время подачи сигнала он возрастает до 20 мА. В качестве акустического сигнализатора используется миниатюрный наушник с сопротивлением 35 Ом, а для видимого сигнала — красные светодиоды.

По мере износа элементов при постоянной эксплуатации таймера скорость мигания светодиодов и высота звукового сигнала немного возрастают. Однако моностабильная цепь задержки работает при напряжении большем 4,5 В, поэтому реальная задержка в основном не зависит от питающего напряжения. Из-за разброса номиналов конденсатора обычно возникает необходимость в регулировке сопротивления таймера. Всякие его изменения должны основываться на следующих данных: 1 мин — 180 кОм; 4 мин — 680 кОм; 15 мин — 2,5 МОм; 30 мин — 4,7 МОм; 60 мин — 10 МОм. Ясно, что номинальные значения сопротивлений резисторов, необходимых для длительной задержки, сильнее отклоняются от расчетных. Для задержки 30 мин, например, расчетное значение сопротивления составляет 6 МОм. Схема размещения деталей приведена на рис. 92, б.

На рис. 93 изображена схема соединений многоцелевого транзисторного таймера с временем задержки, регулируемым в пределах от 5 с до 30 мин. Указанные номиналы позволяют произвольно менять временной диапазон от 30 с до 10 мин,

Генератор, построенный на транзисторе 77, обеспечивает постоянным зарядным током конденсаторы $C1$ и $C2$ (см. также описание рис. 91,6, в). Напряжение на базе транзистора 77 определяется резисторами $R1$, $R2$ и потенциометром $P1$. При помощи триммера $P2$, соединенного последовательно с резистором $R3$, проводят ка-

либровку прибора. Схема обладает двумя диапазонами времени задержки. Их изменение осуществляется переводным переключателем K_i . К генератору тока подключается конденсатор $C1$ или $C2$.

Очень важно, чтобы детектор порогового уровня не влиял на процесс заряда конденсаторов, для этого он должен обладать большим входным сопротивлением, что обеспечивается каскадом на полевом транзисторе $T2$. На резисторе $R4$ появляется нарастающее напряжение U_{ci} или U_{c2} . Оно попадает на базу транзистора $T3$, который образует детектор порогового уровня. Стабилитрон $Z1$, находящийся в эмиттерной цепи транзистора $T3$, до тех пор остается закрытым, пока потенциал базы не достигнет напряжения стабилизации (в данном случае 5,1 В).

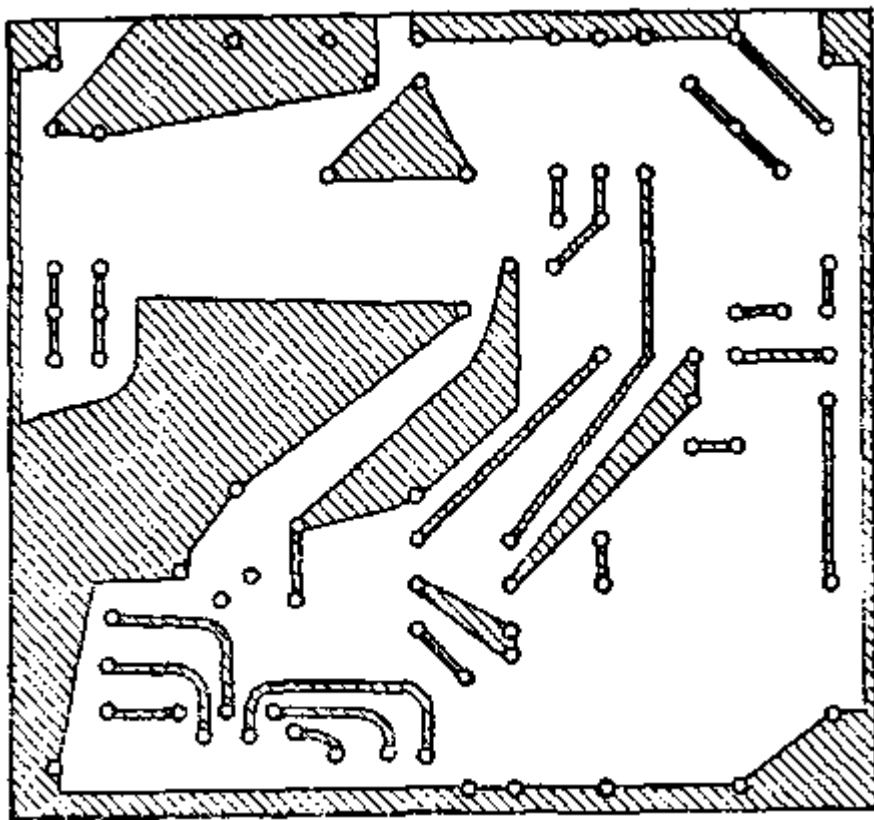


Рис. 94. Печатная плата таймера, изображенного на рис. 93 (М1 : 1)

После этого транзисторы $T3$ и $T4$ быстро отпираются и реле, находящееся в коллекторной цепи транзистора $T4$, срабатывает. Включение и выключение различных устройств происходит через контакты реле $j1$ и $j2$. Питание таймера осуществляется постоянным напряжением + 13 В от мостовой схемы выпрямления через вторичную обмотку трансформатора Tr . Возможно и автономное питание от трех батареек, по 4,5 В каждая, включенных последовательно между точками a и b . Установка времени задержки начинается сразу при подаче питания (переключателем K или другим, соединенным последовательно с гальваническими элементами). В схеме после фильтра (конденсатора $C3$) расположены резистор $R9$ и стабилитрон $Z2$. С их помощью на базу транзистора $T5$ подается опорное напряжение 12 В. На эмиттере транзистора $T5$ возникает стабилизированное постоянное напряжение 11,5 В, что гарантирует и соответствующую стабильность времени задержки. Можно использовать любой тип реле с током срабатывания 40 — 100 мА при напряжении 8 — 10 В.

Печатная плата и монтажная схема приведены на рис. 94 и 95. Проверку схемы производят с помощью секундомера. Установив потенциометр $P1$ в исходное положение (30 с), подстроечный потенциометр $P2$ надо отрегулировать так, чтобы время задержки соответствовало 30 с. Затем градуируют шкалу потенциометра $P1$ на передней панели. Для более продолжительных диапазонов времени задержки [Ku] касаться уже отрегулированного подстроечного потенциометра $P2$ нежелательно.

Время задержки может быть изменено путем замены следующих элементов:

С, мкФ	ДЗ, кОм	Сопротивление потенциометра,	
		кОм	Время задержки
47	200	47	5 — 30 с
100	100	47	10 — 60с
1000	220	100	4 — 20 мин
1000	330	220	6 — 30 мин

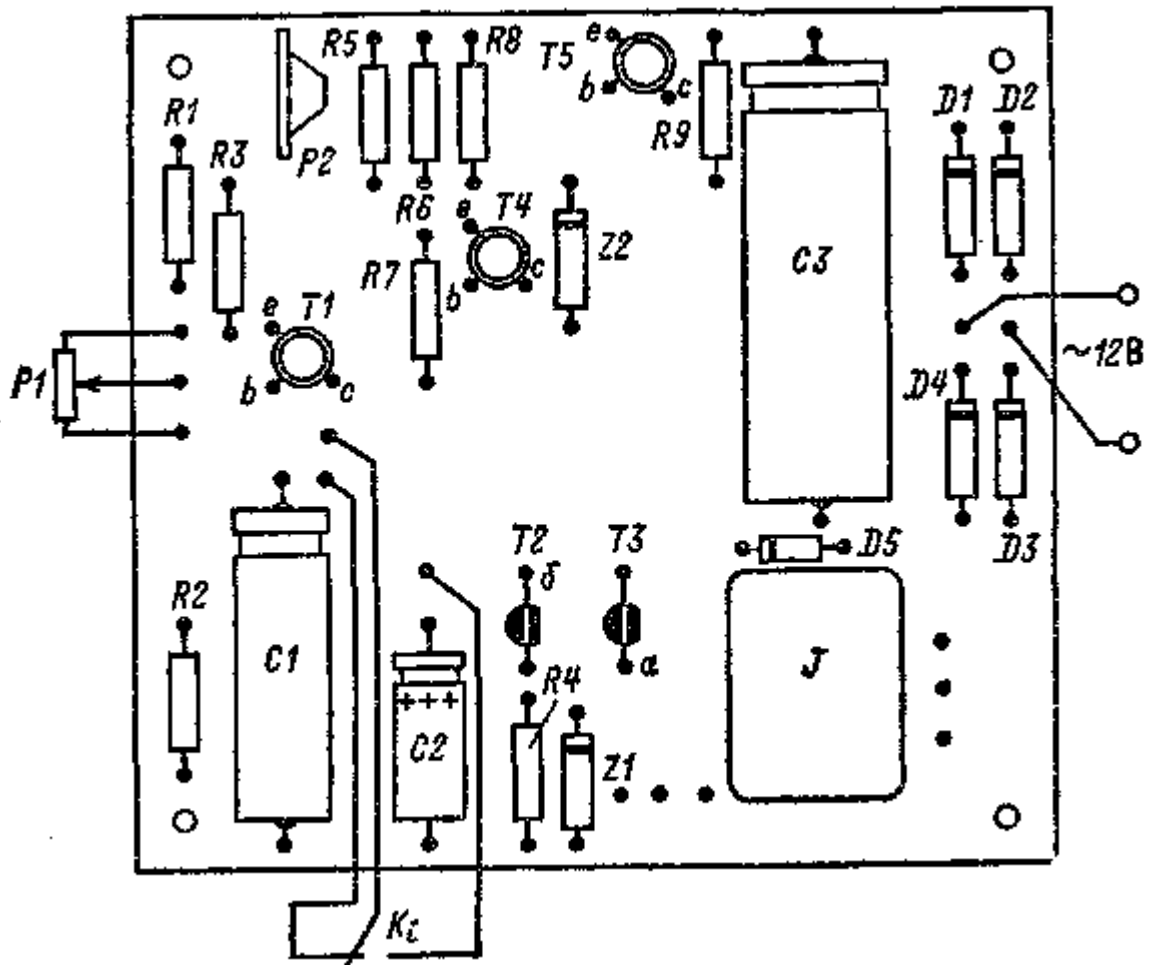


Рис. 95. Монтажная схема таймера, изображенного на рис. 93 (М1 :1)

О срабатывании реле сигнализирует светодиод *LED1*. На рис. 96 дана схема, при помощи которой акустический элемент может сообщать о конце времени задержки. Точки присоединения *A*, *B* и *C* соответствуют показанным на рис. 93. До тех пор, пока напряжение конденсатора *C1* или *C2* не достигнет уровня переключения транзистора *T3* (см. рис. 93), транзистор *T4* будет закрыт. Потенциалы точек *A* и *B* в это время примерно равны. Следовательно, транзисторы *T1* и *T2* (рис. 96) закрыты, зарядный ток в конденсатор *C1* не поступает. При достижении уровня открывания потенциал точки *Л* изменяется от 0 до 12 В и транзистор *T7* открывается.

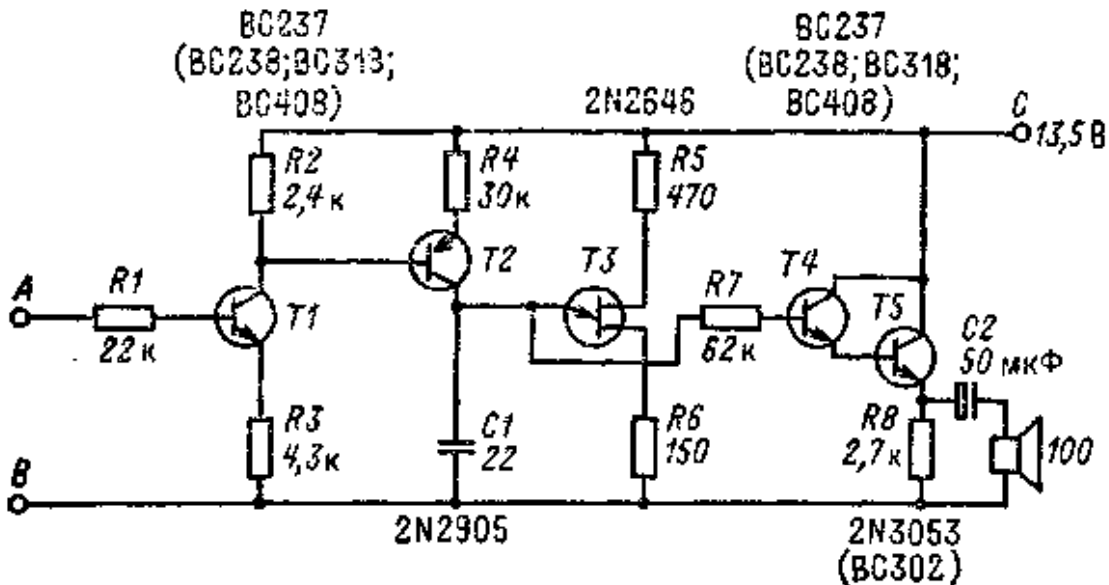


Рис. 96. Принципиальная схема акустического сигнализатора

Если резисторы $R3$ и $R2$ выбраны правильно, на последнем наблюдается падение напряжения 4 В. Работающий в качестве генератора тока транзистор $T2$ заряжает конденсатор $C1$. Через однопереходный транзистор $T3$ конденсатор периодически разряжается, так что на нем получается пилообразное напряжение 4 В. Элементы $R4$ и $C1$ должны быть выбраны таким образом, чтобы частота пилообразного сигнала была в интервале от 0,8 до 1 кГц.

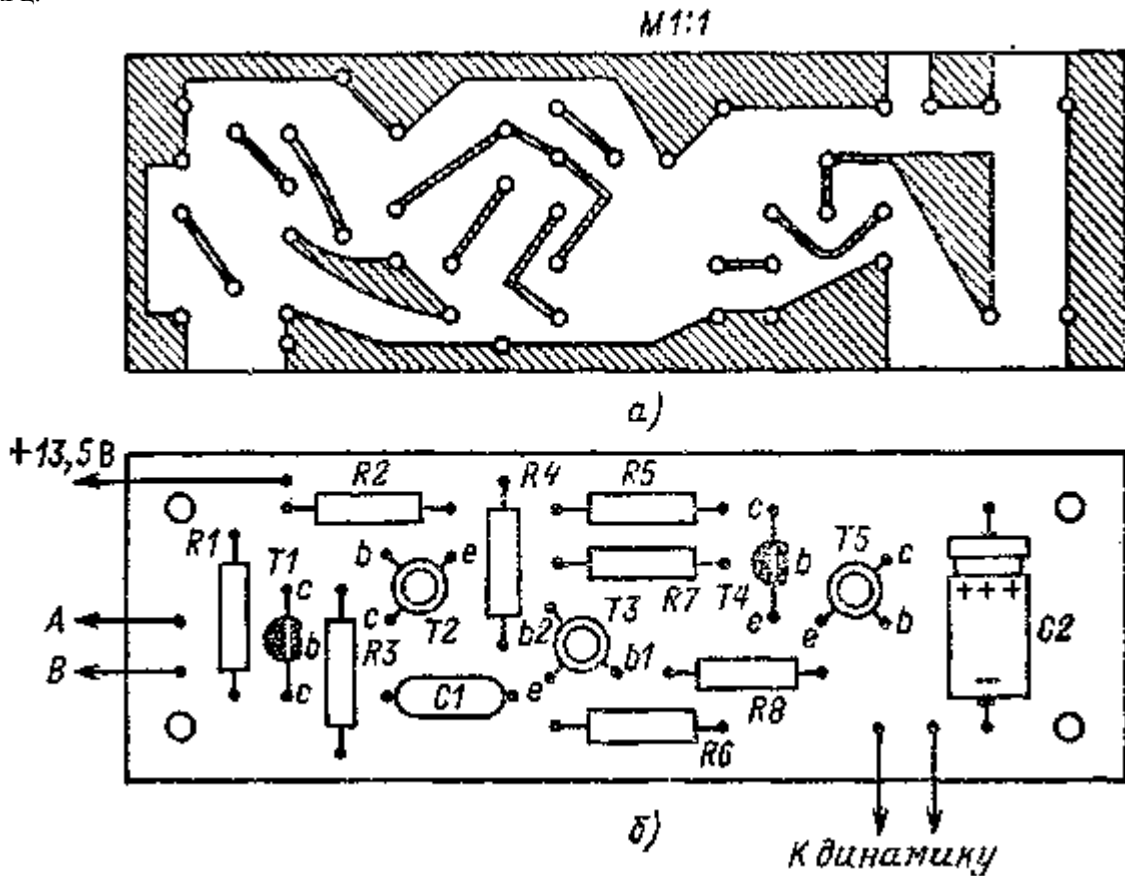


Рис. 97. Печатная плата (а) и монтажная схема (б) сигнализатора, изображенного на рис. 96

Чтобы не нагружать генератор пилообразного сигнала, к нему подключен усилитель по схеме Дарлингтона, состоящий из транзисторов $T4$ и $T5$. Мощности, снимаемой с резистора $R8$ в эмиттерной цепи транзистора $T5$, достаточно, чтобы заработал громкоговоритель с сопротивлением 50 — 100 Ом. Печатная плата и монтажная схема приведены на рис. 97.

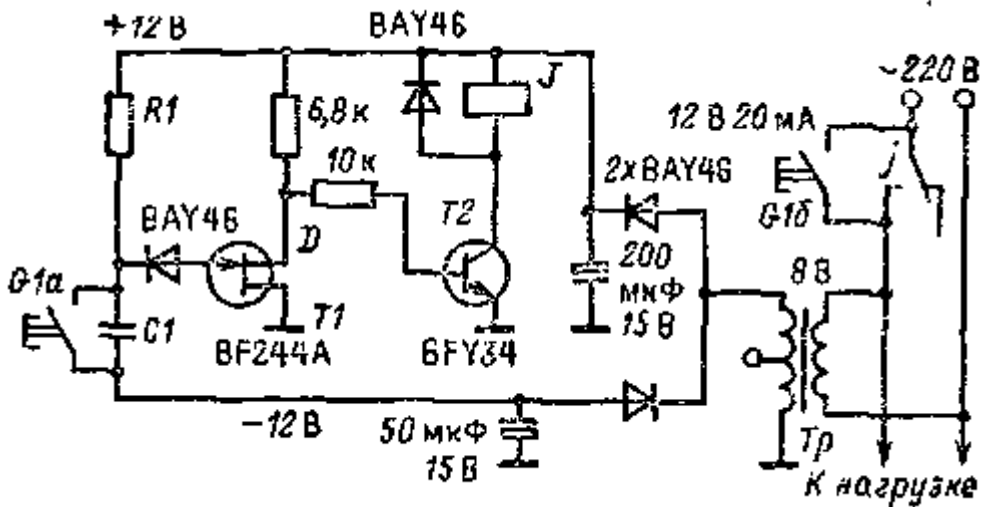


Рис. 98. Реле с большой задержкой времени

Очень выгодно использовать в домашних условиях таймерную (хронирующую) схему (рис. 98), обеспечивающую большую задержку времени ($QJRC1$). С ее помощью можно автоматически выключать какие-либо приборы, установки. Утром, например, можно спокойно уйти из дома: таймер выключит радио, когда истечет

установленное время задержки. При помощи устройства очень удобно решается проблема и с вечерним выключением телевизора, таймер сам отключит его от сети.

К входу полевого транзистора 77 подсоединена цепочка $R1 - C1$, определяющая продолжительность времени задержки. Конденсатор $C1$ заряжается при напряжении от -12 до $+12$ В. Если напряжение на входе полевого транзистора меньше напряжения его закрывания, этот транзистор открыт, а транзистор $T2$ закрыт, и питание реле J прекращается. Реле своим контактом $j1$ образует цепь самоблокировки, так как во время процесса отпускания этот контакт отключает сеть переменного тока и, значит, питающее напряжение схемы (а вместе с тем и устройство управления, питающееся от того же источника). При нажатии кнопки $G1$ через контакт $G1a$ разряжается конденсатор $C1$, а $G1b$ подает питающее напряжение на схему таймера и на устройство управления, шунтируя релейный контакт j . В этот момент транзистор 77 закрывается, а $T2$ открывается, и реле срабатывает. По прошествии времени задержки полевой транзистор открывается, транзистор $T2$ закрывается, и реле отпускает, отключая и собственное напряжение питания.

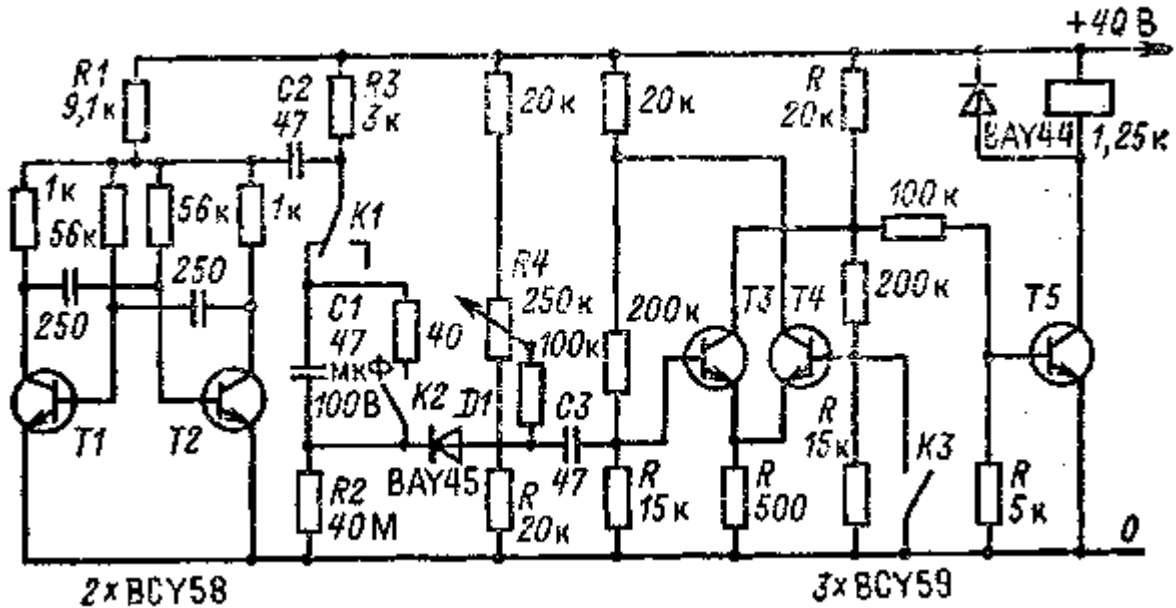


Рис. 99. Точное электронное реле с большой задержкой времени

Применяя вместо резистора $R1$ потенциометр, а также изменяя при помощи переключателя значение емкости $C1$, можно получить различные диапазоны времени задержки. Градуировка шкалы осуществляется с помощью секундомера. В качестве трансформатора может быть использован и звонковый трансформатор с напряжением первичной обмотки 8 В.

На практике очень трудно осуществить с достаточной надежностью и точностью схемы с временем задержки, превышающим 1 ч. Указанное решение позволяет получить максимальное время задержки $(2 - 3)R2 - C1$.

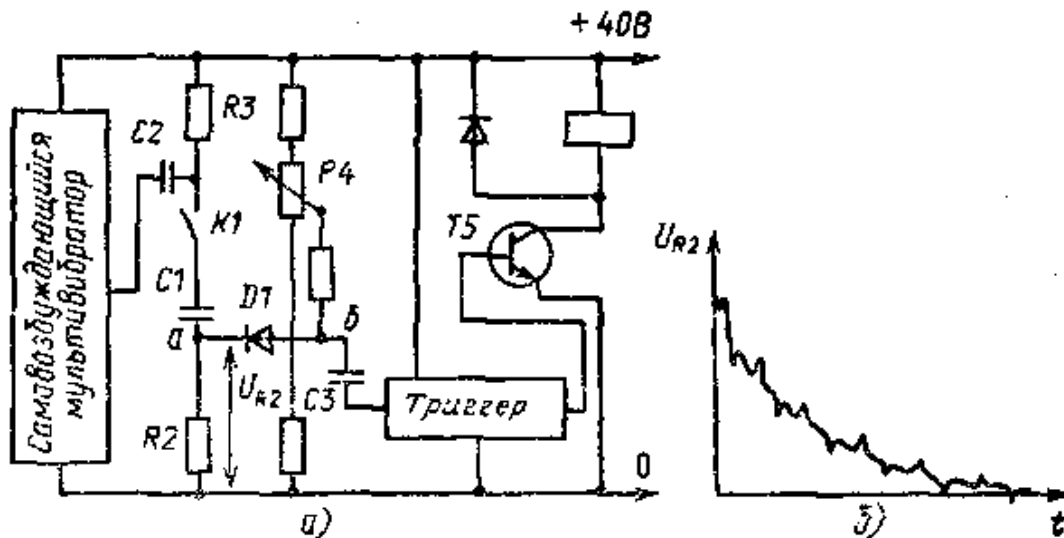


Рис. 100. Упрощенная принципиальная схема реле времени, изображенного на рис. 99, (а) и зависимость напряжения U_{R2} от времени (б)

В схеме на рис. 99 времязадающий конденсатор $C1$ заряжается через резистор $R2$. На зарядный ток конденсатора $C1$ накладываются импульсы, вырабатываемые самовозбуждающимся мультивибратором, а затем проинтегрированные периодические импульсы малой длительности. После заряда конденсатора $C1$ эти импульсы через разделительный конденсатор $C3$ переключают бистабильный мультивибратор, состоящий из транзисторов $T3$ — $T4$. Выходной каскад, построенный на транзисторе $T5$, управляется коллектором транзистора $T3$ бистабильного мультивибратора. Транзисторы $T1$, $T2$ представляют собой самовозбуждающийся мультивибратор, который в данном случае используется как импульсный генератор. Импульс прямоугольной формы с амплитудой 4 В на коллекторе транзистора $T2$ дифференцируется при помощи конденсатора $C2$ и резистора $R3$. Подробно с работой схемы можно познакомиться по рис. 100.

В том случае, когда замыкают переключатель $K1$, начинается процесс заряда конденсатора $C1$ через резисторы $R2$ и $R3$. Как уже отмечалось, на постоянный зарядный ток накладываются импульсы самовозбуждающегося мультивибратора через конденсатор $C2$. При постепенном заряде конденсатора $C1$ напряжение на резисторе $R2$ уменьшается по экспоненте. С учетом наложения импульсов на резисторе $R2$ получается такая форма напряжения, как изображено на рис. 100,6.

Как только потенциал точки a схемы станет более отрицательным, чем потенциал точки b (его можно менять при помощи $R4$), диод $D1$ открывается и через него и разделительный конденсатор $C3$ разрешающий импульс поступает на бистабильный мультивибратор, который переключается. Благодаря этому транзистор $T5$ открывается и реле в коллекторной цепи срабатывает. Обратное переключение бистабильного мультивибратора осуществляют, замыкая переключатель $K3$ (рис. 99). Существенным преимуществом схемы с наложением импульсов является то, что благодаря запирающему диоду $D1$ между времязадающей частью и усилителем нет гальванической связи. Поэтому отсутствует нежелательное (шунтирующее) действие параллельных резисторов, которые могли бы уменьшить постоянную времени.

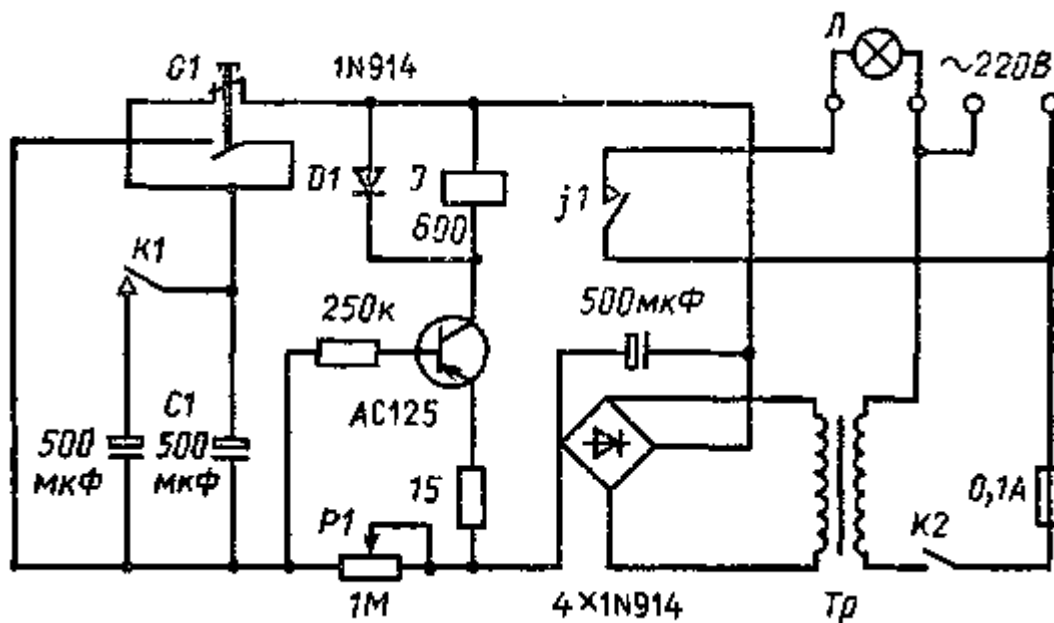


Рис. 101. Фотоэкспонометр

На постоянную времени влияет только запирающий ток диода $D1$, который ограничивает и определяет максимальное значение сопротивления зарядного резистора $R2$. Продолжительность времени задержки устанавливается при помощи потенциометра $P4$. Для установки времени задержки применяют не обычный способ изменения большого сопротивления резистора $R2$, а используют потенциометр с относительно малым сопротивлением. В такой схеме времязадающее звено можно залить эпоксидной смолой, в результате чего оно становится нечувствительным к таким внешним воздействиям, как, например, токи утечки.

При постоянной температуре окружающей среды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (с учетом среднего значения за несколько циклов включения) может наблюдаться различие во времени запаздывания, которое максимально составляет 1,5%; при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ могут отмечаться отклонения в 4 %.

Очень большая точность повторения может быть достигнута в том случае, если конденсатор $C1$ перед началом каждого процесса разряжать, замыкая накоротко переключатель $K2$, так как при различной длительности времени задержки (разряда) он имеет неодинаковые исходные электрические потенциалы.

На рис. 101 показана схема простейшего фотоэкспонометра, который может быть полезен при занятиях фотографией в домашних условиях. Максимальное время задержки составляет 5 мин. При нажатии кнопки $G1$ конденсатор $C1$ разряжается. При возвращении ее в исходное положение разряженный конденсатор через потенциометр $P1$ начинает заряжаться. На транзистор в это время поступает напряжение, которое его открыва-

ет, срабатывает реле J и своим контактом j1 включает лампу увеличителя Л. В конце процесса заряда конденсатора транзистор закрывается и реле отпускает. Выдержка времени зависит от выбранного переключателя K1 зарядного конденсатора и настройки потенциометра P1. Градуировку шкалы осуществляют по секундомеру.

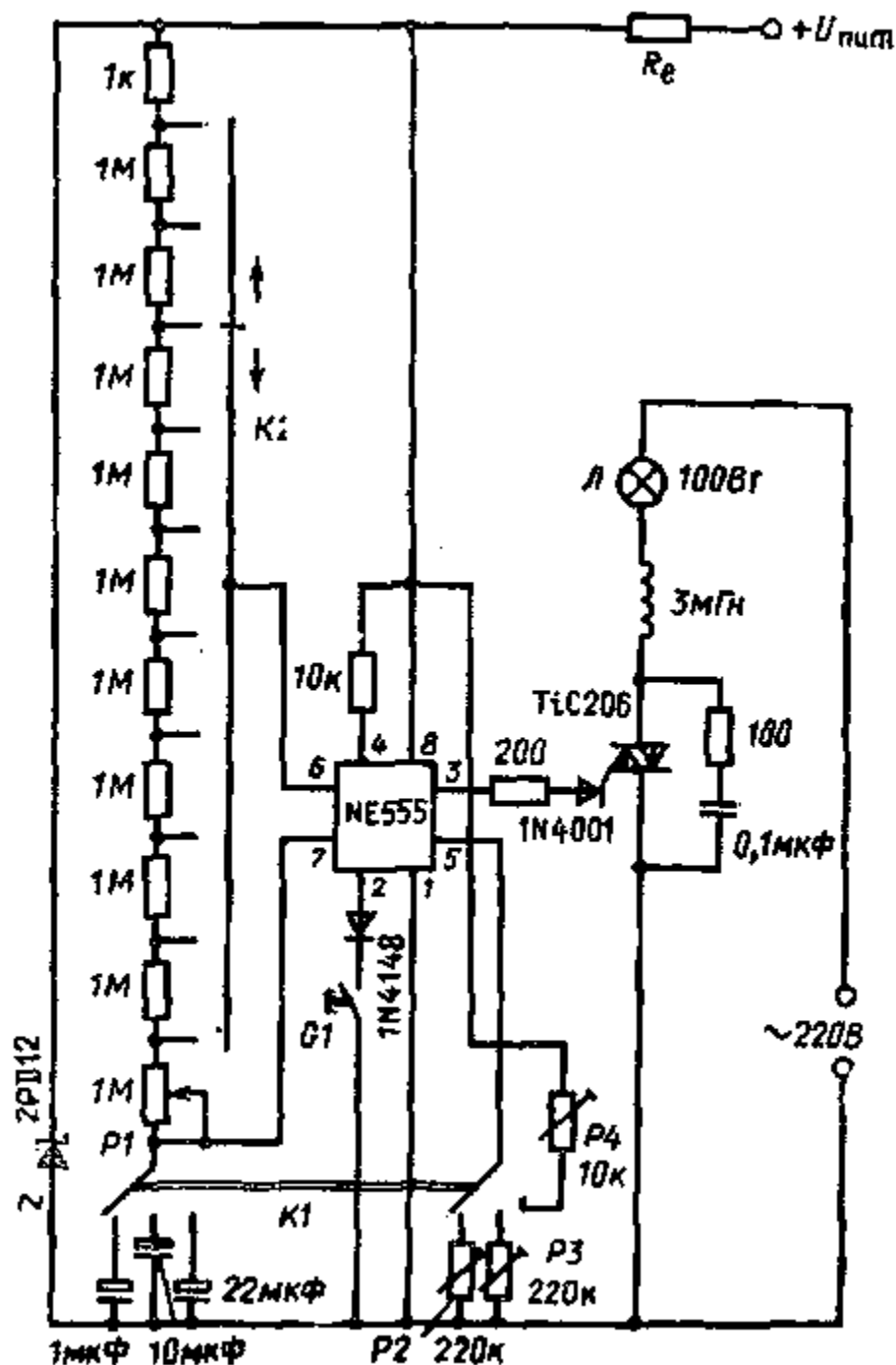


Рис. 102. Реле времени на триаках, применяемое при фотоработах

На рис. 102 приведено еще одно реле времени, применяемое при фотоработах. В момент нажатия кнопки G1 загорается лампа Л, а затем, по истечении времени задержки, устанавливаемого ступенчатыми переключателями K1 (грубая настройка) и K2 (точная настройка), гаснет.

Здесь также использована интегральная микросхема таймера типа NE555. При помощи трехпозиционного переключателя K1 могут быть установлены интервалы времени 10, 60 с и 5 мин. Дальнейшее их деление осуществляется переключателем K2. Плавная точная регулировка достигается потенциометром P1. Ступенчатая проверка времязадающей цепи проводится потенциометрами P2, P3 и P4. С целью избежания опасности поражения током при построении схемы органы управления (ступенчатые переключатели K1 и K2, нажимная кнопка и потенциометр P1) должны быть соответствующим образом изолированы.

Схема работает от напряжения питания 12 В. Стабилитрон Z обеспечивает постоянство напряжения. Значение ограничительного резистора R_c определяется в зависимости от используемого питающего напряжения (например, если $U_{пит} = 16 В$, то $R_v = 390 Ом$).

2.2.4. СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Светочувствительные переключатели позволяют производить включение и выключение различных управляемых устройств при определенной интенсивности света или при наступлении темноты.

Они могут применяться и в качестве сигнализаторов взлома, если, например, вместо контакта реле, срабатывающего с наступлением темноты, использовать контакт, через который питается звонок сигнализации. Тогда при появлении в искусственно или естественно затемненной комнате посторонних лиц с карманными фонариками, или при зажигании ими света, либо же при попадании через открытую дверь дневного света срабатывает звонок. При соответствующей настройке схемы можно добиться большой продолжительности звучания сигнала.

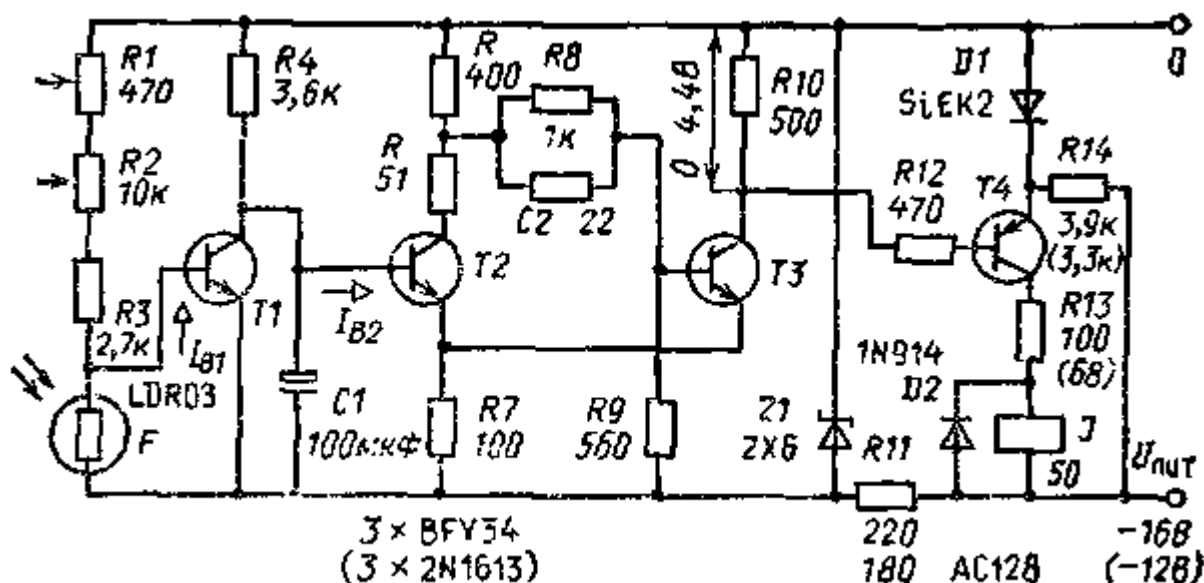


Рис. 103. Фотоэлектрическое реле на триггерах Шмитта

Такое устройство должно обладать высокой чувствительностью, а схема, срабатывающая при наступлении темноты, — определенным временем задержки. Обеспечение большой постоянной времени необходимо для того, чтобы избежать нежелательного переключения реле на различные посторонние сигналы.

Светочувствительные переключатели со стационарным питанием. На рис. 103 показано фотоэлектрическое реле на триггерах Шмитта, которое обладает высокой чувствительностью и термостойкостью, имеет отстройку от посторонних сигналов и заданную скорость срабатывания. В качестве фотодатчика используется фоторезистор на основе сульфида кадмия. В темноте его сопротивление велико (10 МОм), а уже при слабом освещении (10 лк) заметно снижается (1 кОм). Максимальная рассеиваемая мощность при 40 °С равна 200 мВт, при температуре свыше 50 °С она составляет 100 мВт.

На транзисторы TJ , $T2$ и $T3$ подается постоянное напряжение от стабилитрона $ZX6$. Чувствительность схемы устанавливается потенциометром $R1$ (грубая настройка) или $R2$ (точная настройка). Состоящий из транзистора $T1$ усилительный каскад управляет работой триггера Шмитта. Причем когда входное напряжение триггера ниже определенного (пускового) уровня, транзистор $T3$ открыт, а $T2$ закрыт.

Если входное напряжение триггера превышает напряжение запуска, схема переключается: $T2$ открывается, а $T3$ закрывается.

Триггерная схема обладает высоким быстродействием при переключениях, и ее можно настроить на определенное напряжение запуска (1,3 В).

Допустим, транзистор $T3$ закрыт, тогда $T4$ тоже закрыт, поскольку потенциал его эмиттера выше, чем потенциал базы, на 0,6 В из-за наличия диода $D1$. Когда триггер переключится, $T3$ откроет транзистор $T4$ и реле J сработает. Диод $D2$ защищает транзистор $T4$ от всплесков напряжения, возникающих при выключении реле. Под влиянием кратковременных световых импульсов (например, молнии) схема становится нечувствительной благодаря конденсатору $C1$.

Достоинством реле является и то, что оно независимо от скорости изменения освещенности всегда срабатывает четко, надежно и с малым гистерезисом. Время переключения в зависимости от выбора параметров триггера Шмитта равно 10 мкс, что гораздо меньше, чем у механического реле.

На рис. 104 изображен переключатель с селеновыми фотоэлементами, работающий при затемнении, который позволяет включать приборы световой и звуковой сигнализации. В качестве светочувствительного элемента применен селеновый фотоэлемент типа SeH 13X26, он работает как фоторезистор. Реле имеет ток срабатывания 20 — 25 мА. Пороговый переключатель, выполненный на транзисторах *T1* и *T2*, управляет германиевым транзистором *T3* *p-n-p-типа*.

Резистор, включенный между базой и эмиттером транзистора *T3*, служит для отвода остаточного тока, а сопротивление между коллектором *T2* и базой *T3* ограничивает максимальный базовый ток. Пороговые значения для включения устройств управления (подачи импульса для реле) определяются прямым напряжением диода *D1*.

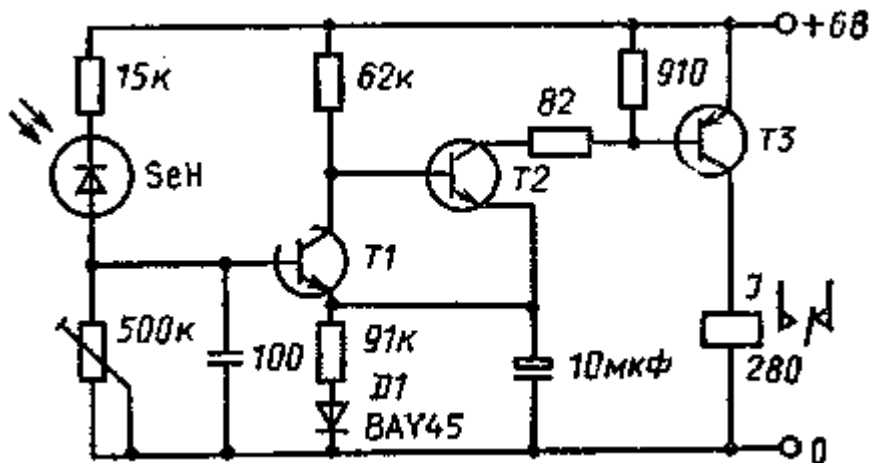


Рис. 104. Переключатель с селеновыми фотоэлементами, срабатывающий при наступлении сумерек

Фотоэлемент вместе с ограничивающим резистором (15 кОм) образуют верхнюю половину делителя напряжения, нижняя половина которого (500 кОм) позволяет устанавливать желаемое пороговое значение импульса. Конденсатор, соединенный со входом транзистора *T3*, обеспечивая необходимое время задержки (и подавляя паразитные колебания), делает возможным надежную работу реле.

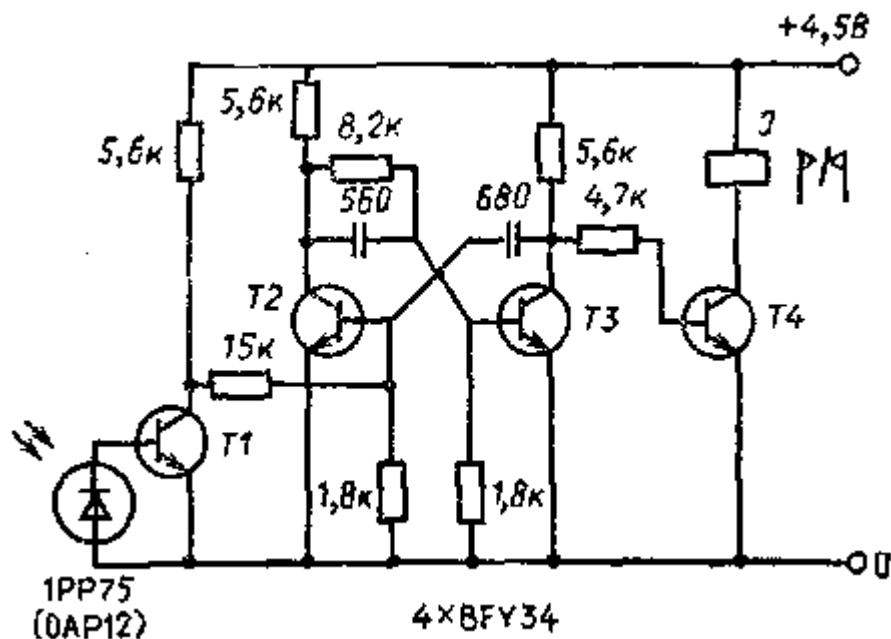


Рис. 105. Фотоэлектрическое реле со стационарным питанием

Схема чувствительного фотореле приводится на рис. 105. Для его питания достаточно одной плоской батарейки. В качестве чувствительного элемента используется кремниевый фотодиод. Сама схема выполнена для реле-счетчика или шагового искателя: моностабильный мультивибратор, состоящий из транзисторов *T2* и *T3*, при каждом световом сигнале только один раз открывает транзистор *T4* или реле.

На рис. 106 приведена схема тиристорного светочувствительного переключателя для двух вариантов. Из рис. 106, *а* и *б* видно, как может быть решена проблема зажигания тиристора при помощи фототранзистора. В

первом случае (рис. 106, а) тиристор загорается при освещении фототранзистора. Если транзистор не освещается (по другому транзистору не течет ни базовый, ни коллекторный ток), транзистор остается закрытым.

При освещении фототранзистора транзистор ВFY34 открывается и текущий теперь через него коллекторный ток зажигает тиристор. На рис. 106, б показан противоположный случай, когда тиристор загорается при уменьшении освещенности фототранзистора. Ток через тиристор и нагрузочный резистор R_t (устройство управления) в обоих случаях протекает только с прекращением подачи питающего напряжения, а не из-за восстановления первоначальной освещенности.

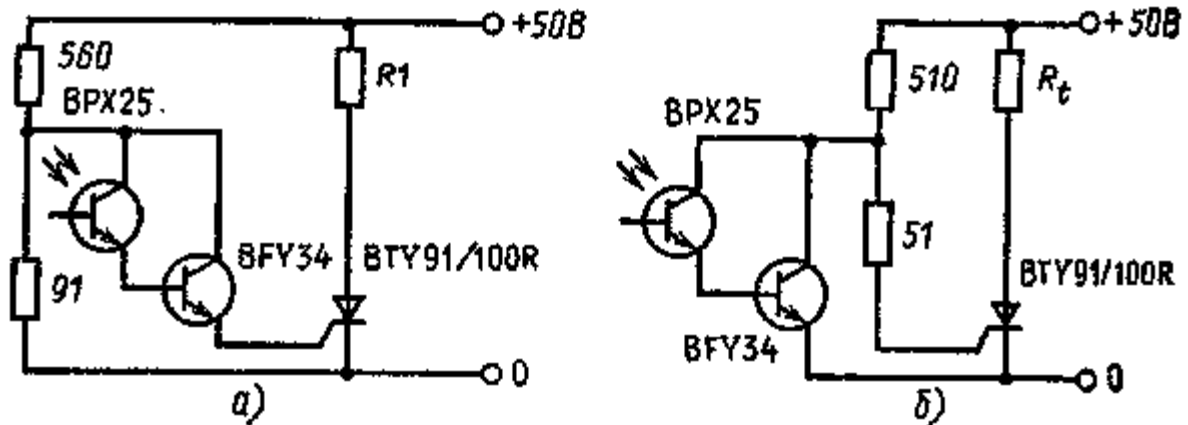


Рис. 106. Тиристорный светочувствительный переключатель с самоблокировкой:
а — включение при освещении фототранзистора; **б** — включение при прекращении освещения фототранзистора (R_t — сопротивление нагрузки)

Светочувствительные переключатели с питанием от сети. На рис. 107 изображен работающий от сети транзисторный переключатель, включающийся с наступлением темноты (сумерек).

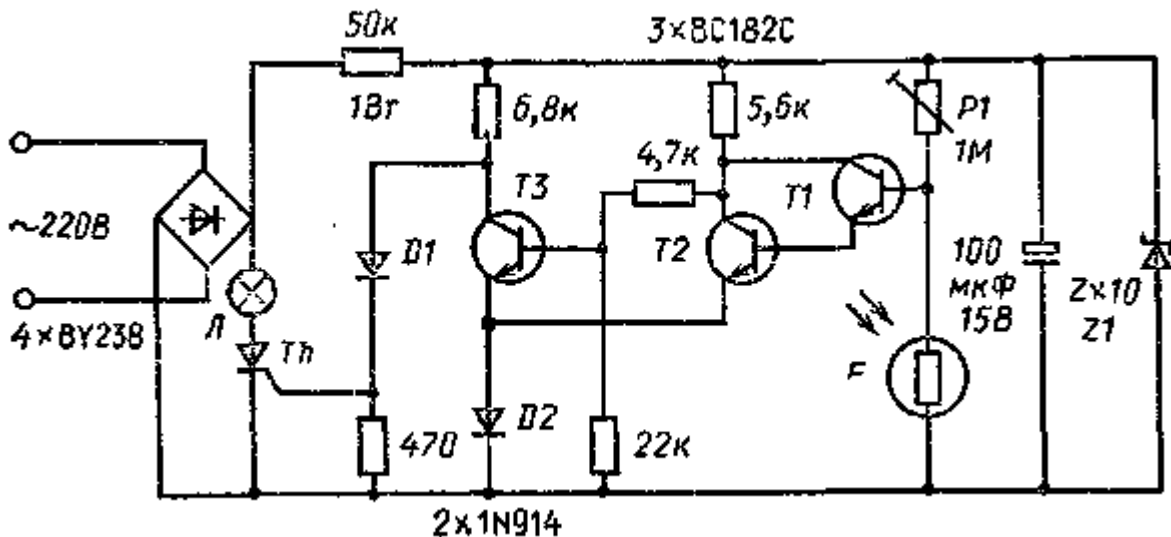


Рис. 107. Переключатель с сетевым питанием, срабатывающий с наступлением темноты

На потребитель L (лампу накаливания с максимальной мощностью 100 Вт) выпрямленное напряжение поступает с мостового выпрямителя через тиристор Tn . Его зажигание обеспечивает триггер Шмитта, состоящий из составных транзисторов $T1$, $T2$ и транзистора $T3$. С наступлением сумерек под влиянием фотоэлемента F потенциал базы транзисторов $T1$, $T2$ возрастает, в результате они открываются. Коллекторное напряжение транзистора $T2$ в это время уменьшается, вследствие чего транзистор $T3$ закрывается. Коллекторное напряжение транзистора $T3$ через диод $D1$ зажигает тиристор Tn , который включает лампу накаливания L . Кремниевый диод $D2$ в эмиттерной цепи транзистора $T3$ служит для уменьшения гистерезиса триггера Шмитта.

При освещении фотоэлемента триггер Шмитта переключается, изменяя свое первоначальное состояние. Тиристор закрывается, прекращая таким образом подачу питания на лампу L . Триггер Шмитта и часть схемы с чувствительным элементом питаются стабилизированным напряжением 10 В. Уровень срабатывания переключателя регулируют сопротивлением потенциометра PL .

При размещении фотоэлемента надо следить за тем, чтобы свет зажженной лампы непосредственно не попал на его светочувствительную поверхность, так как в этом случае в результате оптической связи лампа будет постоянно включаться и выключаться (мигать) в соответствии с постоянной времени фоторезистора.

В рассматриваемой схеме в качестве транзисторов T_1 , T_2 и T_3 применяют приборы типов: BC182C, BC184C, BC109C, BCY58VII — BCY58X, а в качестве стабилитрона Z7ZX10, ZX12 (ZL10, ZL12).

Для нагрузки 100 Вт пригодны диоды типов: BY238 SiEK5, S1EK6, S1EK7. Вместо D_2 и D_3 могут быть использованы приборы типов BAY41, BAY42, BAY46, в качестве тиристоров — TO, 8N5A00, TO, 8N4A00; BRY43, BRY44, 2N1599, T1145A4, TIC39D, фотоэлемента — ВРУ45, ВРУ46, ВРУ48 и др.

На рис. 108, а представлен вариант фотореле, работающего от напряжения переменного тока 220 В с фототранзистором ВРХ43.

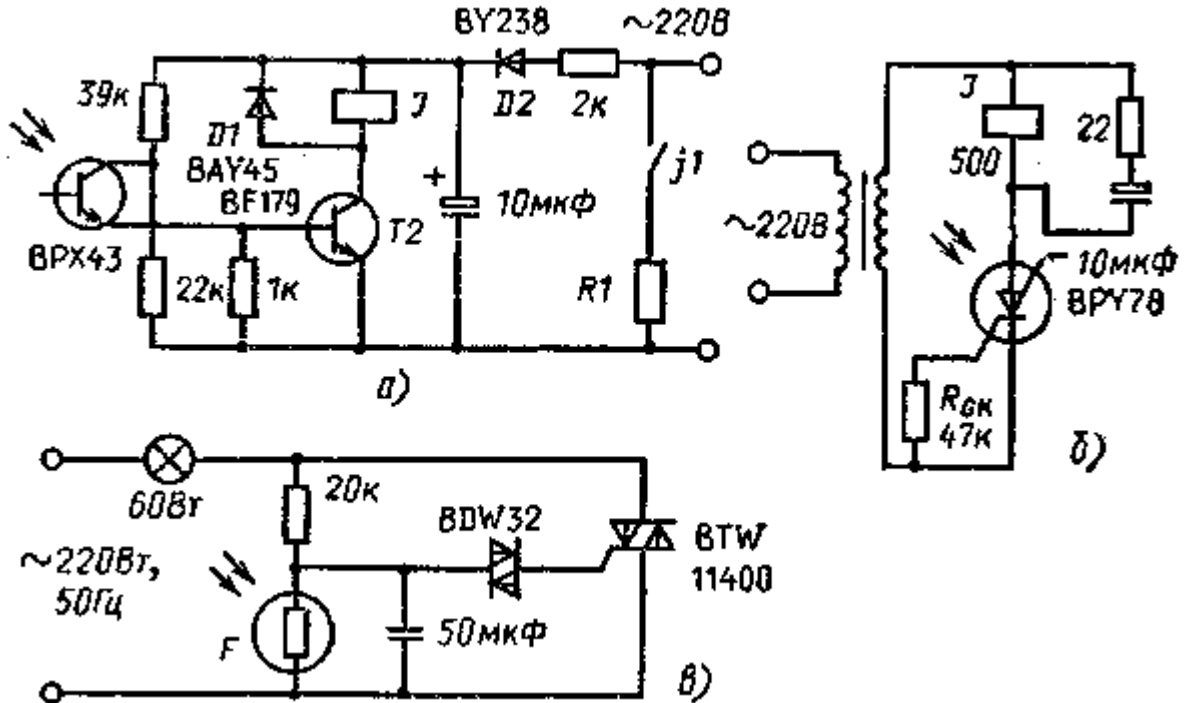


Рис. 108. Светочувствительные переключатели с питанием от сети на специальных полупроводниковых элементах:

а — фототранзисторный; б — фототиристорный; в — на триаках, срабатывающих при наступлении темноты

Светочувствительный переключатель можно собрать и на фототиристоре, как показано на рис. 108, б. При зажигании тиристора реле срабатывает, а его контакт используется для управления устройствами.

На рис. 109, в показан переключатель на триаках, срабатывающий при наступлении темноты. Здесь сопротивление светочувствительного элемента возрастает в зависимости от уменьшения интенсивности дневного света. Когда переменное напряжение на конденсаторе достигнет определенного уровня, включается диак и триак открывается, зажигая тем самым лампу накаливания.

На рис. 109 изображена схема переключателя на интегральной микросхеме типа TDA1024 фирмы Philips.

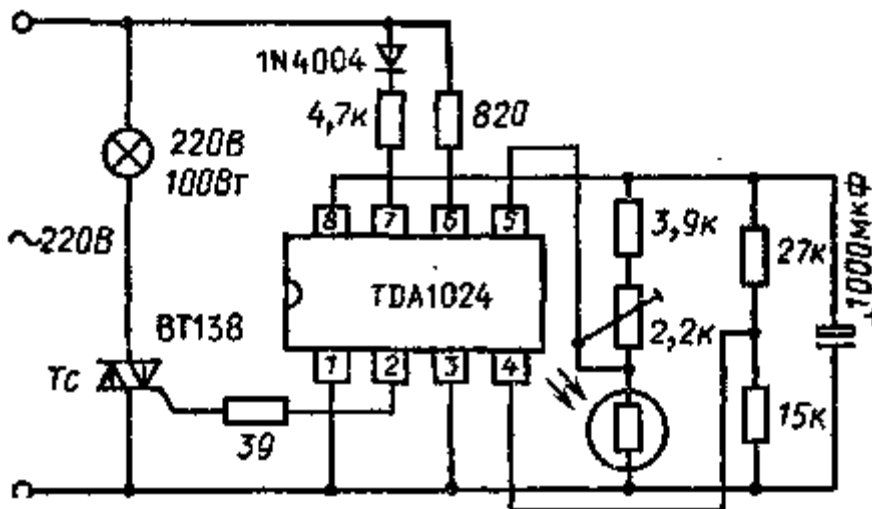


Рис. 109. Переключатель, срабатывающий при наступлении темноты, построенный на интегральной микросхеме типа TDA1024 фирмы Philips

В качестве светочувствительного элемента использован кадмиево-сульфидный фоторезистор, включенный в мост Уитстона. С наступлением сумерек его сопротивление возрастает и напряжение на выходе моста (которое соединено с выводами 4 и 5 интегральной микросхемы) через вывод 2 подает сигнал зажигания на управляющий электрод триака T_3 . Необходимый порог срабатывания можно установить с помощью потенциометра.

Надо следить за тем, чтобы фоторезистор не имел оптической связи с лампой накаливания, так как это может вызвать постоянное мигание лампы.

Автоматические переключатели внутреннего освещения. При помощи электронного светочувствительного переключателя, изображенного на рис. 110 и 111, можно осуществить полностью автоматическое включение и выключение внутреннего освещения помещений. Оно гаснет в том случае, если помещение совершенно пусто, т. е. в нем нет ни одного человека. Упомянутые переключатели разработаны прежде всего для помещений без окон.

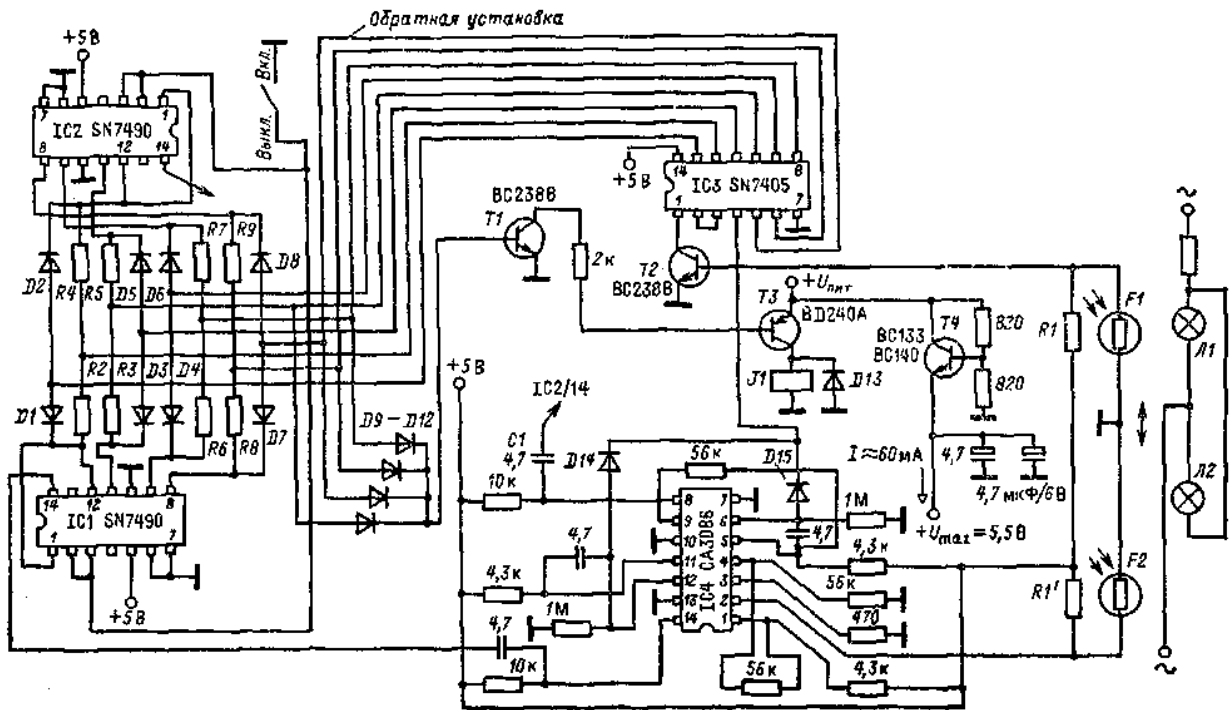


Рис. 110. Принципиальная схема соединений автоматического переключателя внутреннего освещения

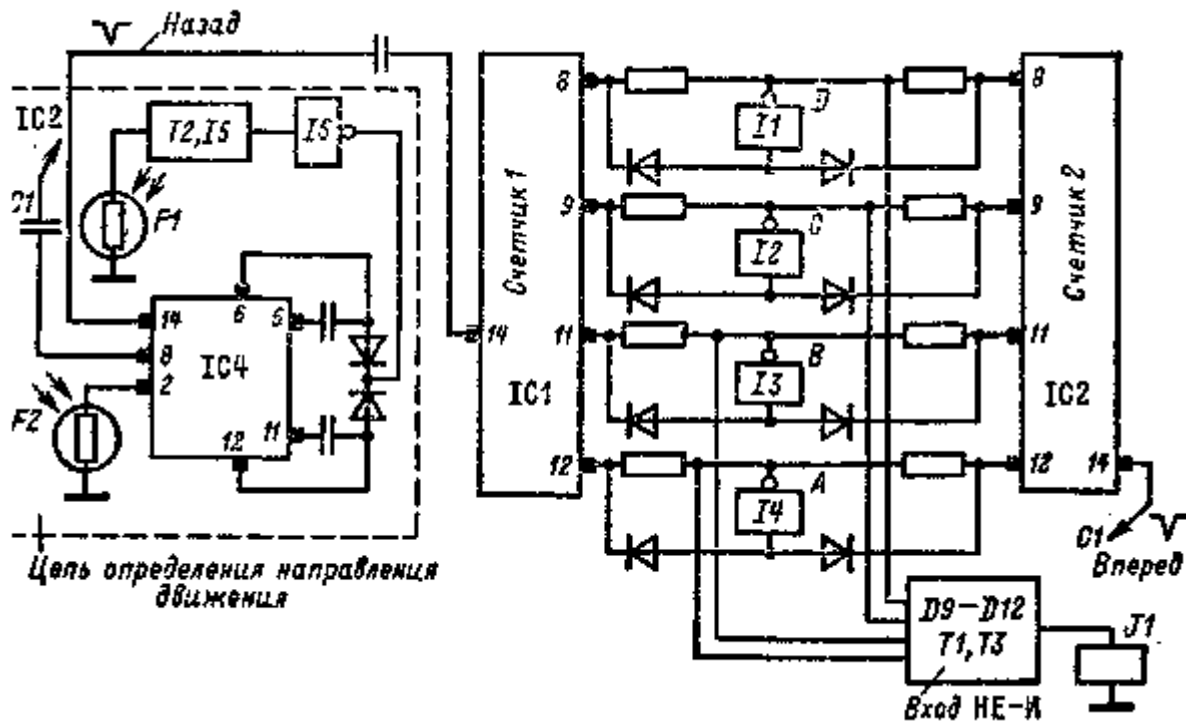


Рис. 111. Упрощенная схема автоматического переключателя внутреннего освещения

В каждую дверь вмонтировано по два световых заслона ($F1 — Л1$ и $F2 — Л2$), расположенных на одинаковом расстоянии (около 10 см) и на одинаковой высоте (рис. 110). Когда кто-то входит в помещение, они срабатывают и включается свет. Одновременно с этим счетчик получает один импульс. Если люди из помещения выходят, то счетчик считает в обратном порядке и гасит свет, как только помещение покидает последний человек. Схему можно условно разделить на две основные части (см. рис. 111): счетчики 1 и 2 с входом НЕ-И и реле; блок определения направления движения.

Счетный блок состоит из двух бинарных десятичных счетчиков. Если они оба установлены на нуль, то всегда их параллельно соединенные выходы ($IC1$ и $IC2$) находятся в одинаковом состоянии, поэтому обмотка реле обесточена. Как только счетчик 2 получит импульс, на его выходе появляется логическая единица и реле срабатывает. Каждый следующий числовой импульс увеличивает различия между счетчиками.

Если числовой импульс получит счетчик 1, то разница показаний счетчиков сокращается, что в конце концов приводит к одинаковому состоянию всех параллельных выводов, и реле отпускает.

Для определения идентичности параллельных выводов используют резисторы $R2 — R9$ (по 10 кОм), инверторы 11, 12, 13 и 14, а также диоды $D1 — D8$. Элементы $D1 — D8$, а также $D9 — D12$ — это германиевые диоды типа AA133, поскольку из-за большого падения напряжения (свыше 0,6 В) на кремниевых диодах не может быть обеспечено надежное переключение инвертора.

Рассмотрим работу схемы. Если выходы 12 счетчиков (рис. ПО) имеют одинаковое напряжение (нулевое), то через диоды DJ и $D2$ на входе инвертора 14 устанавливается нулевой уровень. В таком случае точка A инвертора 14 должна иметь уровень логической 1 (рис. 111). Поскольку на резисторах $R2 — R4$ напряжение менее 0,4 В, его нет и на выходе инвертора (в точке Л).

Пусть на выводах 12 счетчиков будут уровни логической 1. Тогда на выходе инвертора будет логический 0. Напряжение точки A в этом случае тоже равно нулю. Если выходы 12 имеют различные уровни, то входы инвертора 14 подключены к земле через диод $D1$ или $D2$. На его входе, следовательно, появляется логический сигнал «Да». Поскольку резисторы $R2$ и $R4$ имеют одинаковые номиналы, то в точке A появляется напряжение около 1,2 В. Поэтому, если состояние счетчиков 1 и 2 различное, по крайней мере на одной из точек A, B, C и D появляется напряжение, большее 1,2 В. Это напряжение через диоды $D9 — D12$ изменяет базовый ток транзистора $T1$, который включает реле в коллекторной цепи транзистора $T3$.

Источником импульсов и цепью распознавания направления движения является интегральная микросхема типа СА3086, которая включает в себя пять не связанных друг с другом транзисторов. Два из них использованы для создания триггера Шмитта. Прекращение освещения светочувствительного элемента $F2$ вызывает скачок положительного напряжения на коллекторе второго транзистора. Оно через конденсатор, соединенный с выводами 5 и 6, попадает и на базу третьего транзистора (вывод 6), на чьем коллекторе возникает импульс отрицательного напряжения. Последний через конденсатор $C1$ формирует импульс «движение вперед».

Если свет падает на $F2$ через четвертый транзистор, находящийся после триггера Шмитта (выводы 9, 10, 11 интегральной микросхемы типа СА3086), то с помощью конденсатора 4,7 нФ формируется импульс «движение

назад». Резисторы, подключенные к выводам 6 и 12, служат для разряда конденсаторов, соединенных с выводами 5 — 6 и 11 — 12 IC4.

Затемнение $F1$ означает подключение к земле катода диодов $DM, D15$ через инвертор 16 . Следовательно, импульсы переключения через конденсатор $4,7$ нФ, соединенный с выводами 5 и 11 IC4, поступают к земле и счетчик перестает считать.

Рассмотренная схема питается от напряжения 5 В. Реле, установленное в переключателе, функционирует от 12 В, поэтому только к транзистору $T3$ должно быть подано питание 12 В. Целесообразно создать источник питания для всего устройства с таким напряжением, а от него через стабилизатор получать уже необходимые 5 В.

Светочувствительный переключатель может быть установлен и в помещении, где несколько дверей. Для этого надо столько раз смонтировать блок распознавания направления движения (и подачи импульсов), сколько дверей в помещении. Все импульсы «движение вперед» или «движение назад» надо подводить к одному и тому же счетчику.

При монтаже переключателя особое внимание следует обращать на то, чтобы при установке фотоэлементов обеспечивалась надежная работа схемы. При этом нужно позаботиться о точной направленности пучков света и соответствующей защите от внешних световых источников. Следить необходимо еще и за тем, чтобы при перекрытии светового барьера (заслона) происходило надежное включение.

2.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

2.3.1. СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Электрические двигатели, например для небольших моделей поездов, пароходов, в основном представляют собой машины постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Приведем несколько примеров управления такими двигателями.

Изменение направления вращения двигателей. Для изменения направления вращения достаточно поменять полярность питания. Это можно сделать следующим образом:

1) с помощью сдвоенного переключающего реле (с двумя контактами). В схеме на рис. 112 при отключенном реле двигатель вращается в одну сторону (по часовой стрелке, например); если реле сработает, то направление вращения изменится на противоположное. Недостаток метода: грубое переключение из-за быстрой работы реле. И еще: отключение и повторное включение источника тока происходит при полной нагрузке, что приводит к сильному искрению между контактами реле, что в свою очередь является причиной их выхода из строя и появления помех.

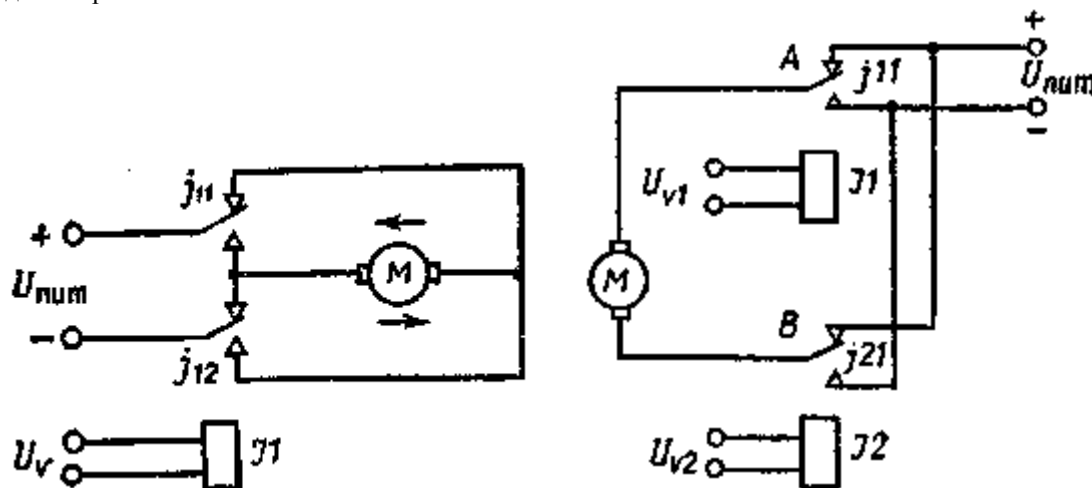


Рис. 112. Изменение направления вращения двигателя путем изменения полярности питания (с использованием реле с двумя контактами)

Рис. 113. Изменение направления вращения двигателя путем изменения полярности питания (с использованием двух управляющих реле)

В схеме необходимо использовать реле, рассчитанное на напряжение питания, т.е. $U_{ном} = U_v$;

2) при помощи двух простых переключающих реле, у каждого из которых есть по одному контакту.

Как видно из рис. 113, если реле находятся в одном и том же состоянии (оба включены или оба выключены), двигатель не вращается. Срабатывание реле $J1$ дает направление вращения по часовой, а $J2$ — против часовой стрелки. Достоинства метода: если оба реле включены, двигатель накоротко замкнут, никакого вращения нет

(он заторможен). Это способствует быстрой его остановке. Поочередное срабатывание реле позволяет плавно изменять направление движения.

Недостатком такого устройства является необходимость двух каналов управления (U_{v1} и U_{v2}). Можно ограничиться и одним каналом, снабдив сервоузел переключателями, обеспечивающими быстрое прерывание цепи (рис. 114): в основном положении оба контакта Морзе не замкнуты, двигатель не работает; при перемещении переключателя налево реле L срабатывает, что приводит к вращению двигателя против часовой стрелки.

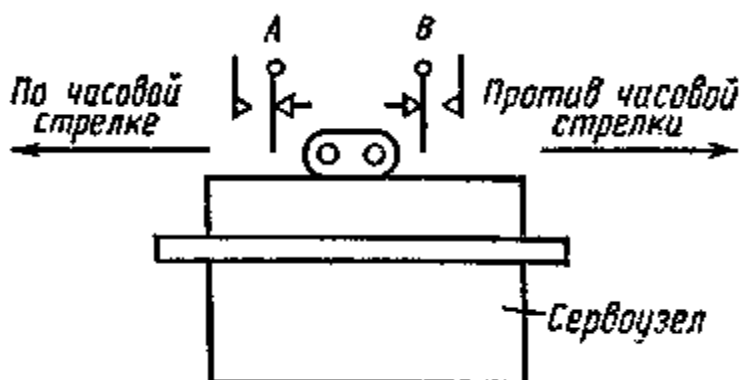


Рис. 114. Изменение направления вращения двигателя при помощи сервоузла (см. схему на рис. 113)

Схема позволяет изменять угловую частоту вращения. Практически же, медленно перемещая переключатель, можно добиться и регулирования угловой частоты, например из-за значительной инерции моделей судов;

- 3) используя сдвоенную батарею питания (рис. 115);
- 4) при помощи мостовой схемы на транзисторах (рис. 116).

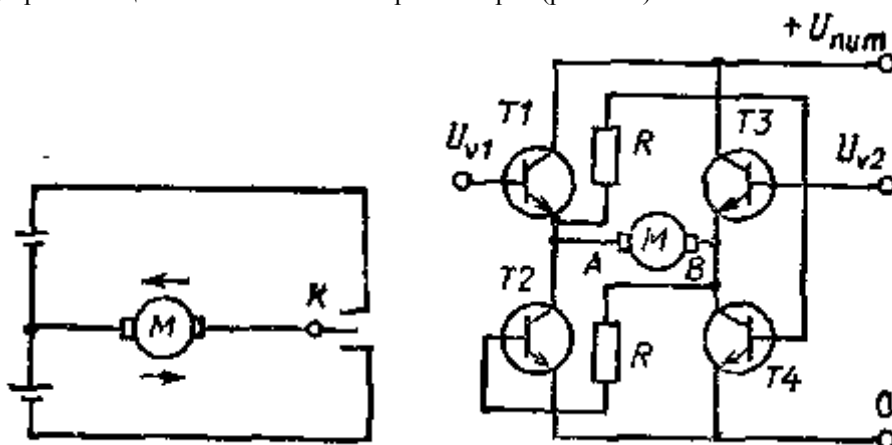


Рис. 115. Изменение направления вращения двигателя при помощи схемы двойного стационарного питания

Рис. 116. Изменение направления вращения двигателя при помощи мостовой транзисторной схемы

Когда на контакт U_{v1} подается положительный потенциал, а на U_{v2} — отрицательный, транзисторы $T1$ и $T3$ открыты, а $T2$ и $T4$ закрыты. Контакт A двигателя имеет положительный потенциал, а B — отрицательный,

Если на U_{v1} подать отрицательный потенциал, а на U_{v2} — положительный, то проводящим будет транзистор $T4$, а также $T2$.

Транзисторы $T1$ и $T3$ закрыты. Контакт A двигателя положительный, B — отрицательный. Направление вращения, следовательно, будет противоположным.

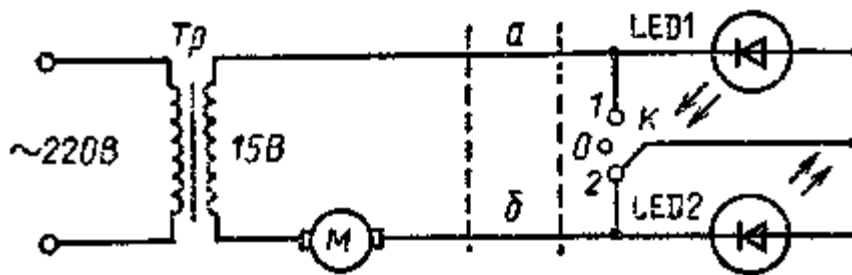


Рис. 117. Изменение направления вращения двигателя в зависимости от полярности выпрямленного напряжения

Когда транзисторы открыты, они на самом деле не обладают нулевым сопротивлением. Между их коллекторами и эмиттерами всегда есть какое-то падение напряжения, и его необходимо учитывать. Если транзистор германиевый, то оно равно 0,5В, для кремниевого транзистора падение напряжения составляет 1 В.

На рис. 117 показан двигатель малой мощности с постоянным магнитом, изменение направления вращения которого достигается переменной полярности выпрямленного напряжения (переключатель *K*). Светодиоды одновременно являются и индикаторами, и выпрямителями. К индикаторам и переключателю подводятся два проводника *a* и *б* (рис. 117).

Схема на рис. 118 служит для запуска и остановки двигателей. Как только свет достигнет фотодиода (рис. 119, *a*) (фоторезистора, фототранзистора), его сопротивление уменьшается, транзистор *T1* закрывается, *T2* и *T3* открываются и двигатель вступает в работу. Если *T3* — транзистор на 200 мВт, то ток управляемого двигателя составляет 30 — 50 мА, если же транзистор рассчитан на несколько ватт, то 100 — 1000 мА (например, с транзисторами типа AC 128 или ASZ1016). Напряжение питания выбирается в соответствии с типом двигателя и может составлять от 3 до 12 В.

При помощи схемы на рис. 118, *б* можно также менять направление вращения, но в зависимости от степени освещенности диодов *D1* и *D2*.

Изменение частоты вращения двигателей. Одним из способов, позволяющих это реализовать, является изменение питающего напряжения, т. е. числа подключаемых источников питания (рис. 119, *a*). Здесь следует опасаться только одного: контактным переключателем нельзя накоротко соединять два следующих друг за другом вывода источника питания.

Аналогичный результат можно получить, если последовательно с двигателем включить переменный резистор (потенциометр) (рис. 119, *б*). Однако в этом случае не учитываются изменения нагрузки двигателя. Идеальным было бы решение с автоматически меняющимся значением сопротивления потенциометра, которое само приспособлялось бы к изменениям нагрузки. Если бы нагрузка возрастала, сопротивление уменьшалось бы, и наоборот, т. е. напряжение поддерживалось бы все время постоянным.

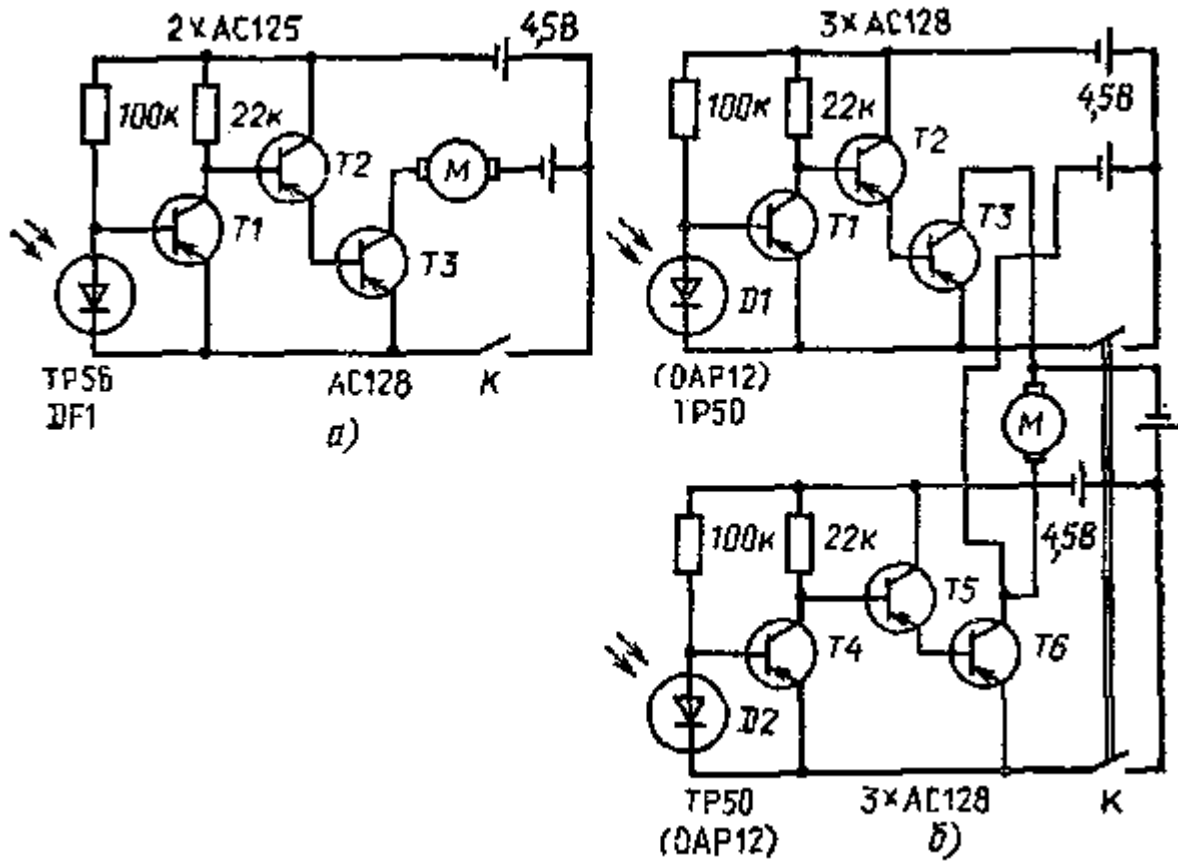


Рис. 118. Двигатель с постоянным магнитом:
 а — световое управление; б — изменение направления вращения при помощи светочувствительного переключателя

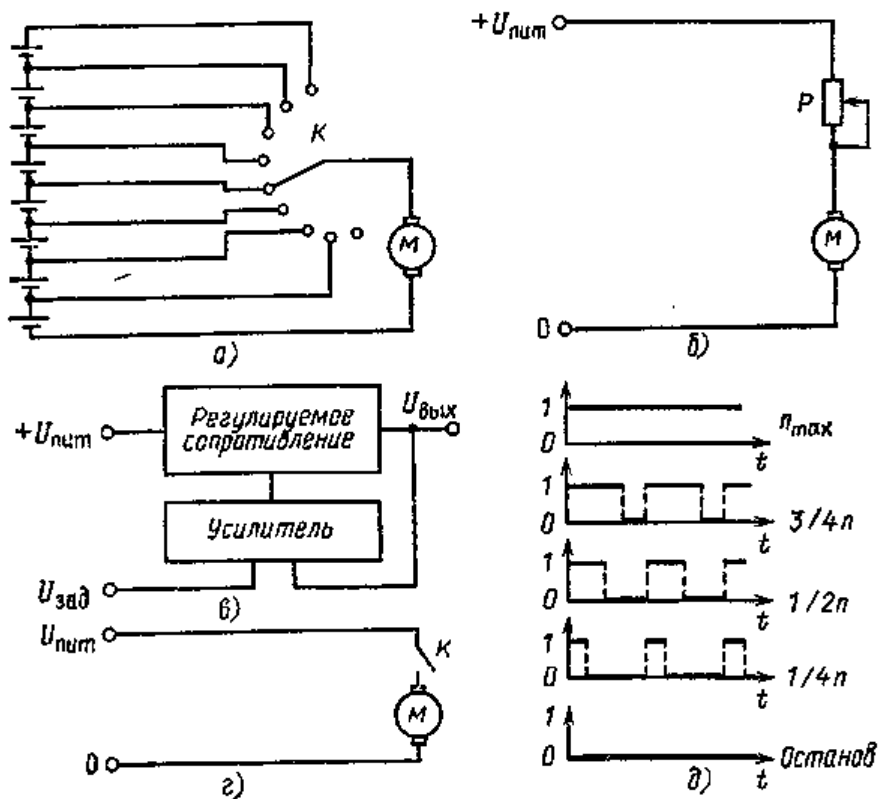


Рис. 119. Изменение частоты вращения двигателя с постоянным магнитом:

а — переменным питающим напряжением; б — с помощью потенциометра; в — стабилизированным источником питания; г — применением импульсной схемы питания; д — временные характеристики

На рис. 119, в показана схема линейно-последовательного источника питания. На вход усилителя с одной стороны поступает необходимое (заданное) напряжение $U_{ад}$, с другой — $U_{вых}$. Разница между ними усиливается, а резистором с электронной регулировкой сводят ее к нулю. При этом колебания нагрузки вызывают только незначительное изменение выходного напряжения. Недостатком метода является низкий коэффициент полезного действия.

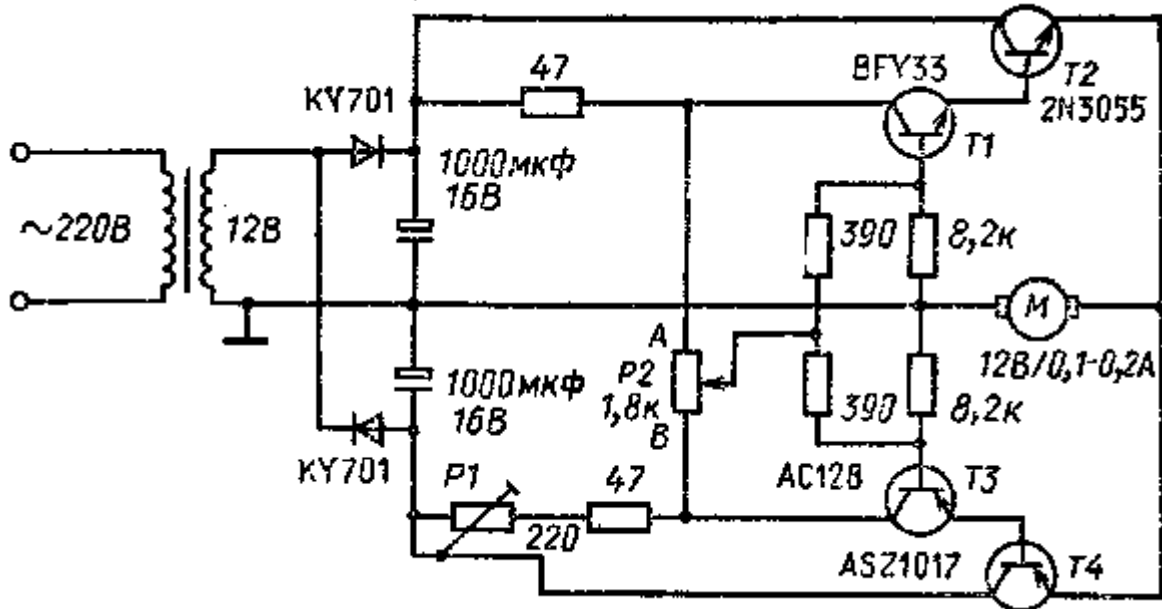


Рис. 120. Регулятор скорости моделей железных дорог

Более удачна схема импульсного питания, показанная на рис. 119, г. Если переключатель включен, двигатель вращается с максимальной угловой частотой и энергия не рассеивается. Когда двигатель выключен, состояние идеальное: нет потребления и паразитных помех.

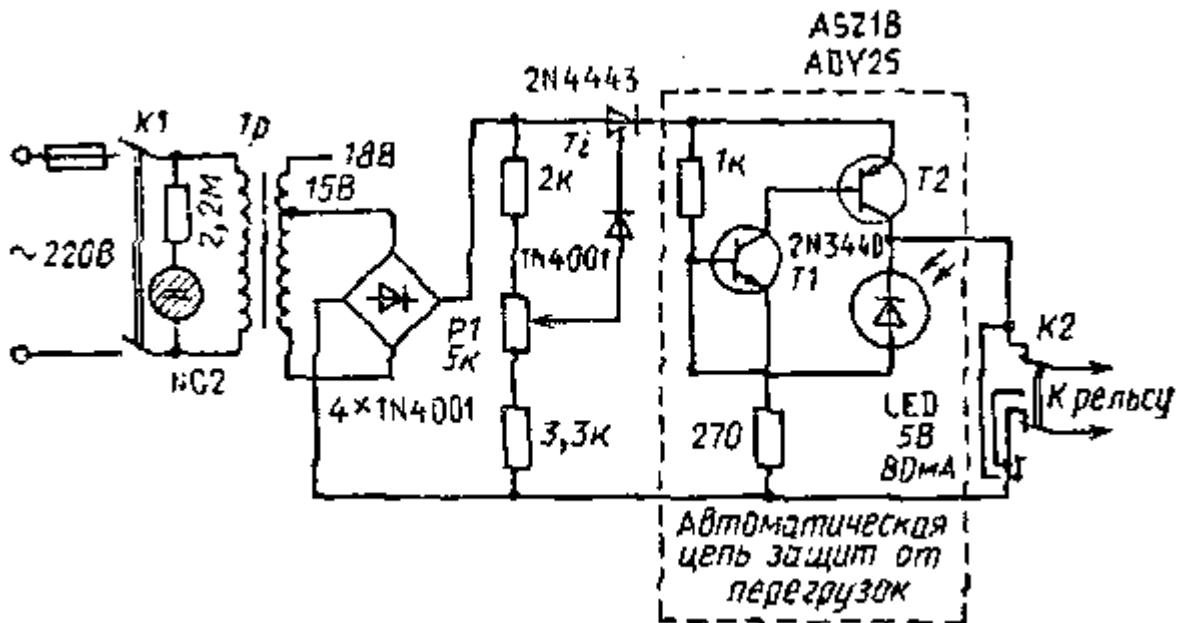


Рис. 121. Принципиальная схема соединений регулятора скорости моделей железных дорог с автоматической цепью защиты от перегрузок (P1 — регулятор скорости)

Предположим, что переключатель включают через определенные промежутки времени (с довольно большой частотой). Двигатель запускается, не достигнув максимальной частоты вращения (n_{max}). В этом случае он имеет среднюю скорость, а энергия будет убывать только во время выключения переключателя. Для того чтобы

получить необходимую частоту вращения, достаточно просто изменить соотношение временных интервалов закрытого и открытого состояний (см. рис. 119, д). В качестве достоинства метода можно отметить то, что, поскольку двигатель всегда питается полным напряжением, он при всех обстоятельствах сохраняет максимальный крутящий момент. Однако прерывистый режим работы всегда вызывает и сильные помехи при переключении. Поэтому надо обязательно поставить фильтр для подавления этих помех.

Регуляторы скорости модели железной дороги. Схема на рис. 120 с успехом может быть использована для непрерывного регулирования скорости (потенциометр $P2$) в моделях железных дорог. Когда движок потенциометра находится между средним положением и точкой A , транзисторы $T1$ и $T2$ открыты и, следовательно, выходное напряжение положительно. На двигателе (т. е. на выходе) отрицательное напряжение появляется тогда, когда движок потенциометра находится между средним положением и точкой B . Тогда открыты транзисторы $T3$ и $T4$. При среднем положении движка выходное напряжение равно нулю.

При настройке схемы двигатель подключается к ее выходу. Затем, устанавливая потенциометр $P2$ в крайнее положение B , потенциометром $P1$ добиваются 12 В. На рис. 121 приведена принципиальная схема соединений регулятора скорости моделей железных дорог с автоматической цепью защиты от перегрузок. Она выполняет следующие функции: позволяет устанавливать различные скорости в зависимости от настройки потенциометра $P1$; защищает регулятор от временных возможных перегрузок путем автоматического уменьшения выходного тока, например когда происходит короткое замыкание при сходе поезда с рельсов; сигнализирует о перегрузке (светодиод); после устранения неисправности (например, короткого замыкания) цепь защиты от перегрузок автоматически возвращается в исходное состояние.

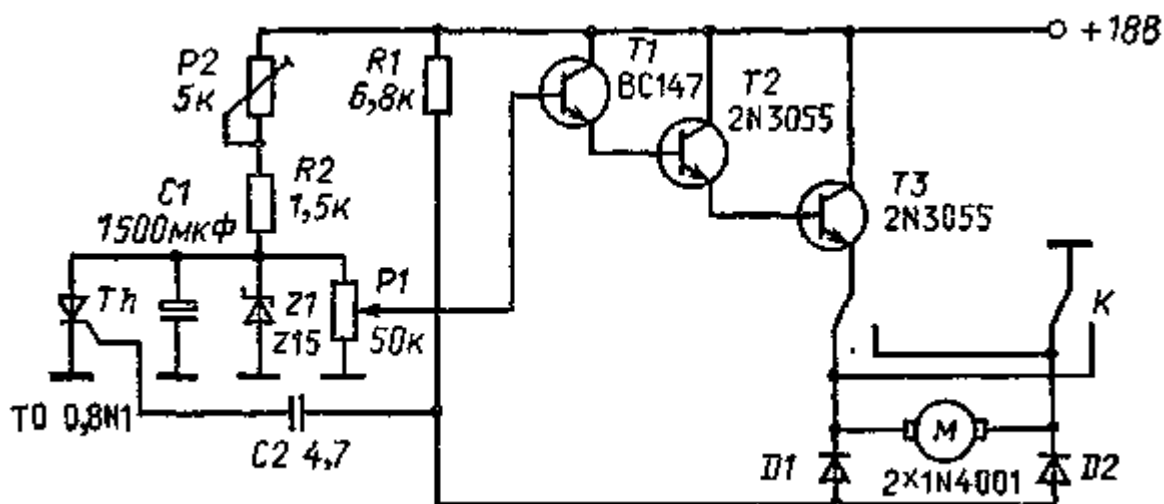


Рис. 122. Принципиальная схема соединений регулятора скорости моделей железных дорог с цепью замедленного пуска

При нормальных условиях транзисторы $T1$ и $T2$ открыты. Светодиод в это время получает запирающее напряжение, поэтому не горит.

Если потребление тока нагрузкой, подключенной к выходу схемы, возрастет настолько, что коллекторный потенциал транзистора $T2$ упадет приблизительно на 1,9 В по сравнению с базой $T1$, светодиод зажжется и своим свечением укажет на наступление перегрузки. Поскольку по светодиоду, связанному с базой транзистора $T1$ и с коллектором $T2$, течет ток, транзистор $T1$ закрывается. Уменьшается базовый ток транзистора $T2$, тем самым ограничивая ток нагрузки.

После устранения перегрузки светодиод и оба транзистора возвращаются в исходное состояние. При коротком замыкании на рельсах схема позволяет снизить ток на 20 % по сравнению с его нормальным значением (1 А), когда локомотив движется с полной скоростью. Это особенно важно, если с помощью одного трансформатора питают несколько регуляторов и поездов. При отсутствии автоматической цепи защиты от перегрузок в этом случае сгорел бы тиристор регулятора.

В качестве $T1$ могут использоваться транзисторы, способные поддерживать базовый ток $T2$ на уровне 40 мА. Транзистор $T2$ обеспечивает выходной ток 1 А.

Регулятор скорости железнодорожных моделей, схема которого приведена на рис. 122, выполняет следующие функции: в зависимости от настройки потенциометр $P1$ позволяет устанавливать различные скорости движения, при помощи переключателя K немедленно останавливает двигатель, а затем с задержкой плавно запускает его в обратном направлении.

Основным элементом этой схемы является эмиттерный повторитель, выполненный по схеме Дарлингтона и состоящий из трех транзисторов. Напряжение, снятое с движка потенциометра, соединенного со стабилитроном, подается на базу транзистора $T1$. На эмиттере транзистора $T3$ получается напряжение меньше, чем на базе $T1$, за счет диодов. При помощи потенциометра $P1$ можно отрегулировать поступающее на двигатель напряжение в пределах от 0 до 13 В.

Изменение направления вращения осуществляют перестановкой переключателя К, меняя полярность напряжения, подаваемого на двигатель. Заметим, что вслед за этим переключением оно медленно повышается до заданного значения. Из двух установленных диодов $D1$ и $D2$ открыт всегда только один (в зависимости от положения переключателя). В положении К, показанном на рисунке, диод $D2$ открыт, $D1$ закрыт. Ток течет через резистор $R1$.

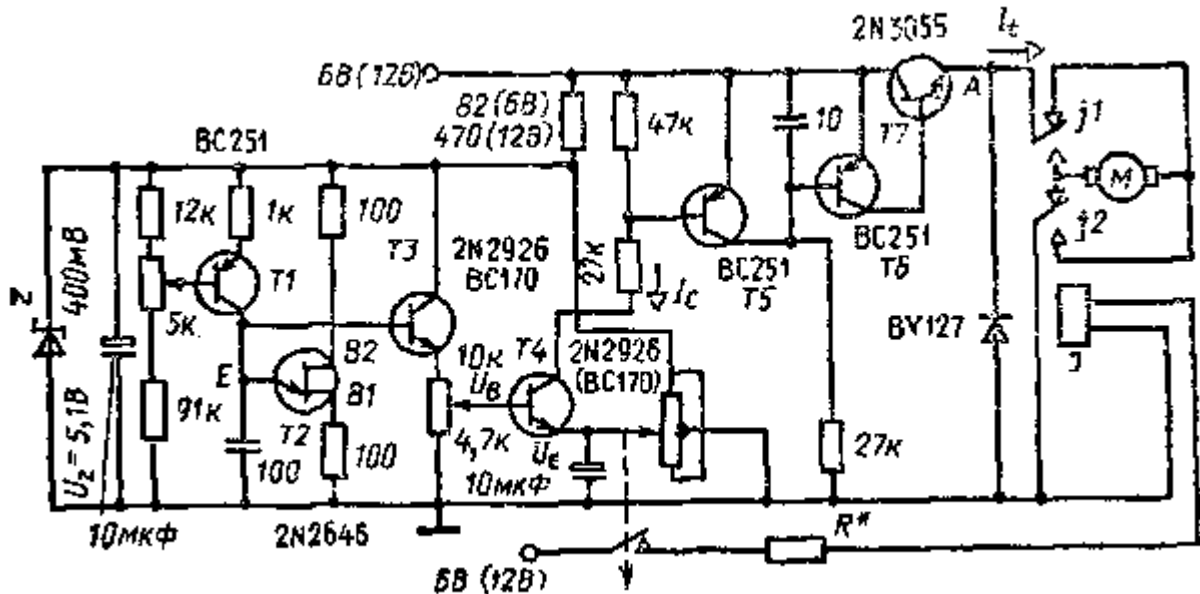


Рис. 123. Схема импульсного управления направлением и частотой вращения двигателя

Возникающий скачок положительного напряжения, попадая через конденсатор $C2$ на управляющий электрод тиристора Th , отпирает его. Напряжение питания тиристора подается от конденсатора $C1$, который после отпирания быстро разряжается. Таким образом, с уменьшением напряжения на конденсаторе тиристор закрывается. При быстром разряде конденсатора исчезает и выходное напряжение, и только спустя несколько секунд — по мере заряда конденсатора $C1$ большой емкости — опять достигает значения, предварительно установленного потенциометром $P1$. Время обратной установки определяется постоянной времени, рассчитываемой по значениям $R2$, $P2$, CL . Такой медленный запуск очень удобен, так как это облегчает режим для двигателя модели, и, кроме того, это случай, близкий к реальному, когда скорость увеличивается постепенно.

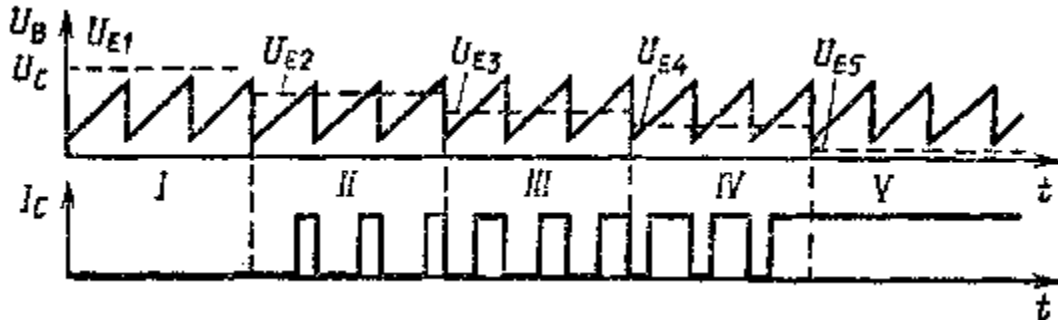


Рис. 124. Формы сигналов на транзисторе $T4$ схемы рис. 123:
 I — максимальная частота вращения двигателя; II — IV — средняя частота вращения двигателя; V — остановка двигателя

На рис. 123 приведена схема импульсного управления направлением и частотой вращения двигателя.

Однопереходный транзистор $T2$ работает как генератор линейного пилообразного напряжения. Такая форма сигналов получается, если $T1$ применяется в качестве генератора постоянного тока, заряжающего конденсатор емкостью 100 нФ.

Значение тока определяется напряжением базы транзистора. Если движок потенциометра передвигать по направлению к +5 В (на рисунке — вверх), то уменьшается базовый, а значит и эмиттерный ток, заряжающий конденсатор, частота при этом тоже уменьшается. Если движок потенциометра передвигать в противоположном направлении, частота будет увеличиваться.

При настройке частота устанавливается равной 50 Гц (в диапазоне от 20 до 200 Гц). Пилообразное напряжение через транзистор $T3$ поступает на транзистор $T4$, точнее на его базу, без значительного линейного искажения. Эмиттер же $T4$ имеет регулируемый потенциал, определяемый положением движка потенциометра. Если в какой-либо момент потенциал эмиттера более положительный, чем потенциал базы, транзистор 2N2926

находится в закрытом состоянии. В такой же степени, в какой уменьшается напряжение эмиттера, уменьшается время закрывания по сравнению с временем открывания транзистора (рис. 124). Стабильно он открыт тогда, когда напряжение эмиттера уменьшено примерно до нуля. Таким образом, путем изменения значений сопротивления потенциометра P можно получить сигнал с регулируемым коэффициентом заполнения импульсов.

Когда транзистор $T4$ закрыт, $T5$ тоже закрыт. Следовательно, открываются транзисторы $T6$ и $T7$, двигатель вращается с максимальной частотой. Если картина изменится на противоположную, то напряжение питания не поступает на двигатель, он останавливается.

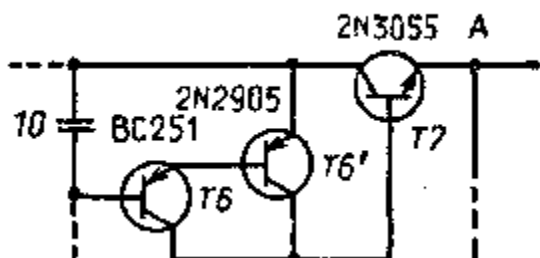


Рис. 125. Модификация части схемы рис. 124

При помощи подключенного на выходе диода ограничивают подачу значительного отрицательного напряжения к транзистору $T7$. Управляющий ток его рассчитан для тока нагрузки 1,5 А. Для больших его значений целесообразно использовать каскад Дарлингтона, построенный на транзисторах типа BC251 и 2N2905 (рис. 125). Поскольку транзистор $T7$ работает в режиме переключения, он нагревается слабо. Для отвода теплоты достаточно небольшого радиатора.

Как видно из рис. 123, потенциометр 4,7 кОм в эмиттерной цепи транзистора $T4$ имеет отвод в середине. При перемещении движка от среднего положения вверх частота вращения двигателя возрастает, однако из-за изменения полярности реле вращается он в противоположном направлении.

2.3.2. АВТОМАТЫ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШТОР

Приведенные здесь схемы позволяют осуществлять автоматическое задвижение и раздвижение затемняющих штор (в зависимости от интенсивности внешнего света) при помощи, например, одного из светочувствительных переключателей, срабатывающего с наступлением темноты.

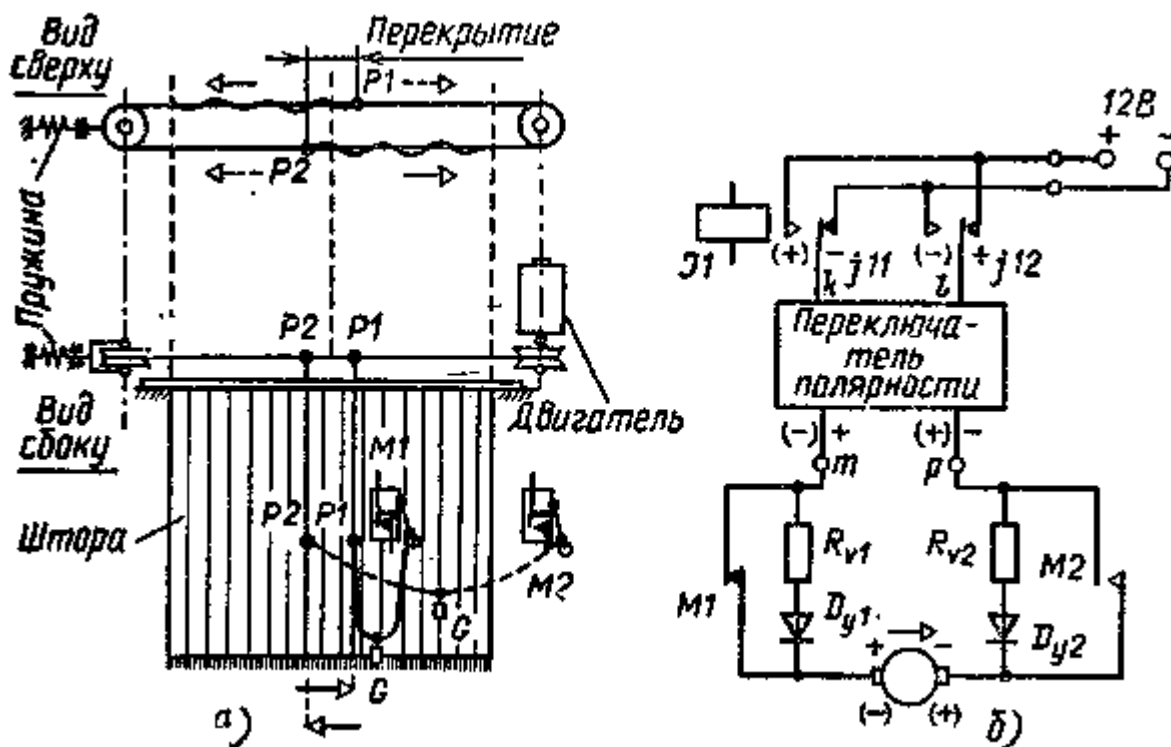


Рис. 126. Автоматическое устройство для движения штор с использованием светочувствительного переключателя и двигателя постоянного тока:
а — кинематическая схема; б — электронная схема

Возможное решение показано на рис. 126. Штора изображена задвинутой, она имеет две точки захвата: $P1$ и $P2$ (рис. 126, а). Двигатель, приводящий в движение шторы, управляется микропереключателями $M1$ и $M2$ (ограничителями положения штор). Автоматическое раздвигание штор осуществляется следующим образом. Одновременно с началом движения штор посредством переключения контактов изменяется полярность питающего напряжения в точках k и l (рис. 126, б). Перемена полярности может произойти и в результате переключения переключателя (точки m и p). Двигатель при этом сразу же вступает в работу. Тогда ток под действием положительного напряжения через тоноограничивающий резистор R_{V2} , диод D_{y2} , контакты двигателя $M1$ поступает в точку m .

После пуска двигателя микропереключатель $M2$ ограничения положения шторы при ослаблении приводного шнура (между $P2$ и $M2$) быстро возвращается в исходное положение и шунтирует своим контактом последовательно соединенные элементы R_{V2} и D_{y2} . Ток возбуждения возрастает. Двигатель вращается до тех пор, пока микропереключатель $M1$ не прервет цепь его питания. Как видно из рис. 127, а, пружинный рычаг микропереключателя $M1$ приводится в действие при помощи шнура, закрепленного в точке $P1$.

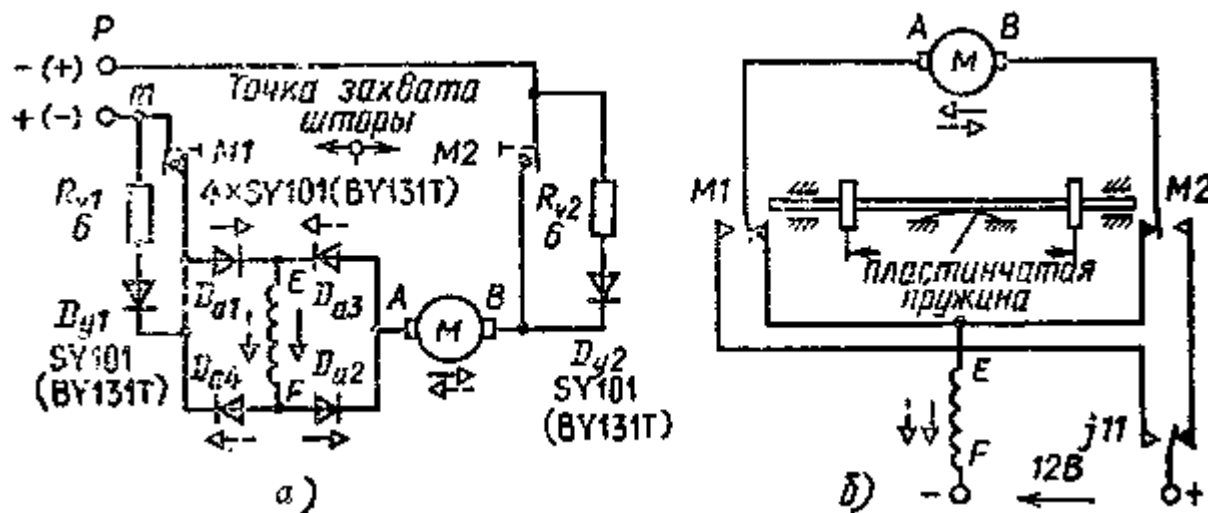


Рис. 127. Автоматическое устройство для движения штор с использованием светочувствительного переключателя:

а — вариант с сериесным двигателем; б — вариант с сериесным двигателем и изменением полярности питания при помощи микропереключателей

Когда начинает темнеть, якорь реле $J1$ занимает другое положение и своими контактами меняет полярность питающего напряжения. Двигатель начинает вращаться в противоположном направлении. Ток течет уже через токоограничивающий резистор R_{V1} , диод D_{y1} , контакты и микропереключатель $M2$. Затем микропереключатель $M1$ исключает из цепи пусковые и ограничивающие пусковой ток элементы R_{V1} и D_{y1} . Когда шторы задвинуты, микропереключатель $M2$ прерывает цепь питания двигателя и он останавливается.

На рис. 127, а представлена схема двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением (сериесного двигателя). У него большой пусковой момент (он пропорционален квадрату пускового тока). Для того чтобы изменить направление вращения сериесного двигателя путем изменения полярности питающего напряжения, надо его обмотку возбуждения питать от выпрямителя. Тогда по обмотке возбуждения ротора будет течь ток всегда одного направления (в зависимости от полярности питающего напряжения).

Различие схем рис. 126 и 127, а состоит в том, что в последней мы используем сериесный двигатель и ставим двигаться только штору.

Предположим, что штора движется в каком-либо направлении. Если резко изменить полярность входа (чем управляет реле светочувствительного переключателя, срабатывающего при наступлении сумерек), то направление движения шторы изменится на противоположное. Когда штора достигла какого-либо конечного положения (выдвинута или задвинута), она при помощи буферного ограничителя, вмонтированного в точку захвата, прерывает цепь двигателя через микропереключатели $M1$ и $M2$.

В качестве сериесного двигателя применен двигатель автомобильного стеклоочистителя 12 В/0,8 А с редуктором. При отключении двигателя диоды (на 1 А), с точки зрения всплесков индуктивного напряжения, возникающих на роторе и статоре двигателя, соединены в схеме в проводящем направлении. Поэтому они могут быть рассчитаны на большой ток, но малое обратное напряжение.

В схеме, представленной на рис. 127, б, изменение полярности ротора двигателя производится с помощью микропереключателей $M1$ и $M2$.

На рисунке показано положение, когда штора раздвинута, т. е. микропереключатель $M2$ находится в рабочем (включенном), а $M1$ — в нерабочем (выключенном) состоянии.

При наступлении сумерек реле светочувствительного переключателя $J1$ отпускает. Тогда двигатель начинает работать и штора движется справа налево. Достигая крайнего положения, штора нажимает на левый

ограничитель и переключает оба микропереключателя: включает *M1* и заставляет вернуться в исходное положение *M2*. Тем самым прерывается цепь двигателя и осуществляется изменение полярности вращения его ротора. При срабатывании реле светочувствительного переключателя *J1* двигатель начинает вращаться в противоположном направлении и работает до тех пор, пока движущаяся слева направо штора не переведет (нажатием на правый буферный ограничитель) микропереключатели в показанное на рисунке положение.

В этом случае диоды не нужны. Реле, срабатывающему с наступлением сумерек, достаточно только одного контакта, однако механика здесь сложнее, чем на рис. 127, а.

2.3.3. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОЛИВ ЦВЕТОВ

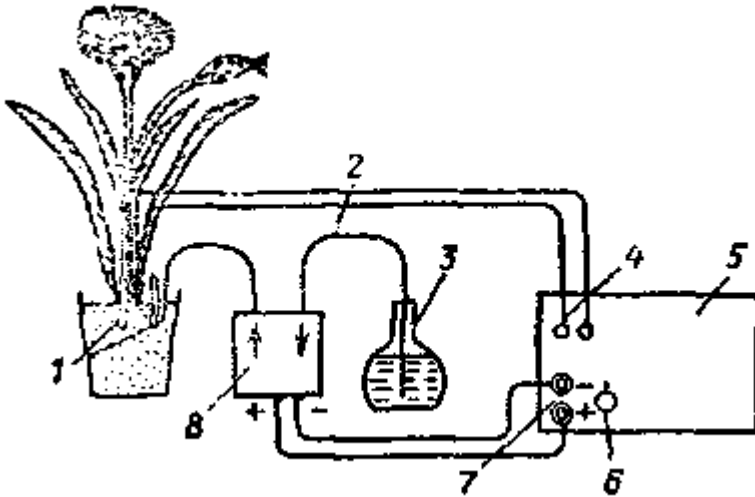


Рис. 128. Принцип действия автоматического устройства для полива цветов:

1 — чувствительные зонды (датчики); 2 — резиновая трубка; 3 — емкость с водой; 4 — выход зонда; 5 — регулировочный блок; 6 — потенциометр настройки чувствительности; 7 — штепсельное гнездо электронасоса; 8 — электронасос

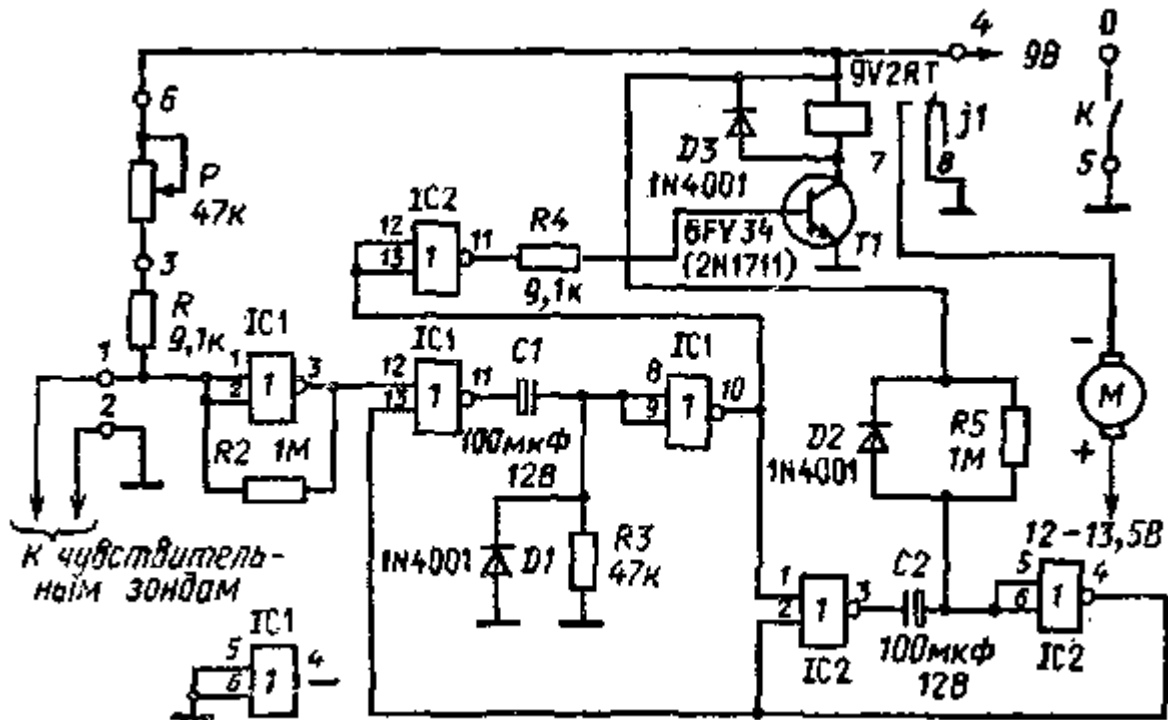
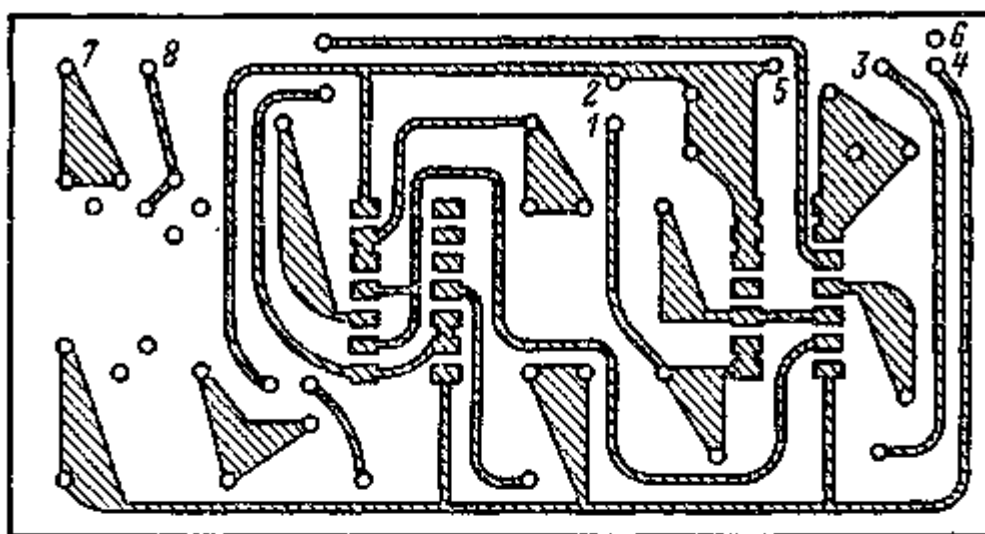


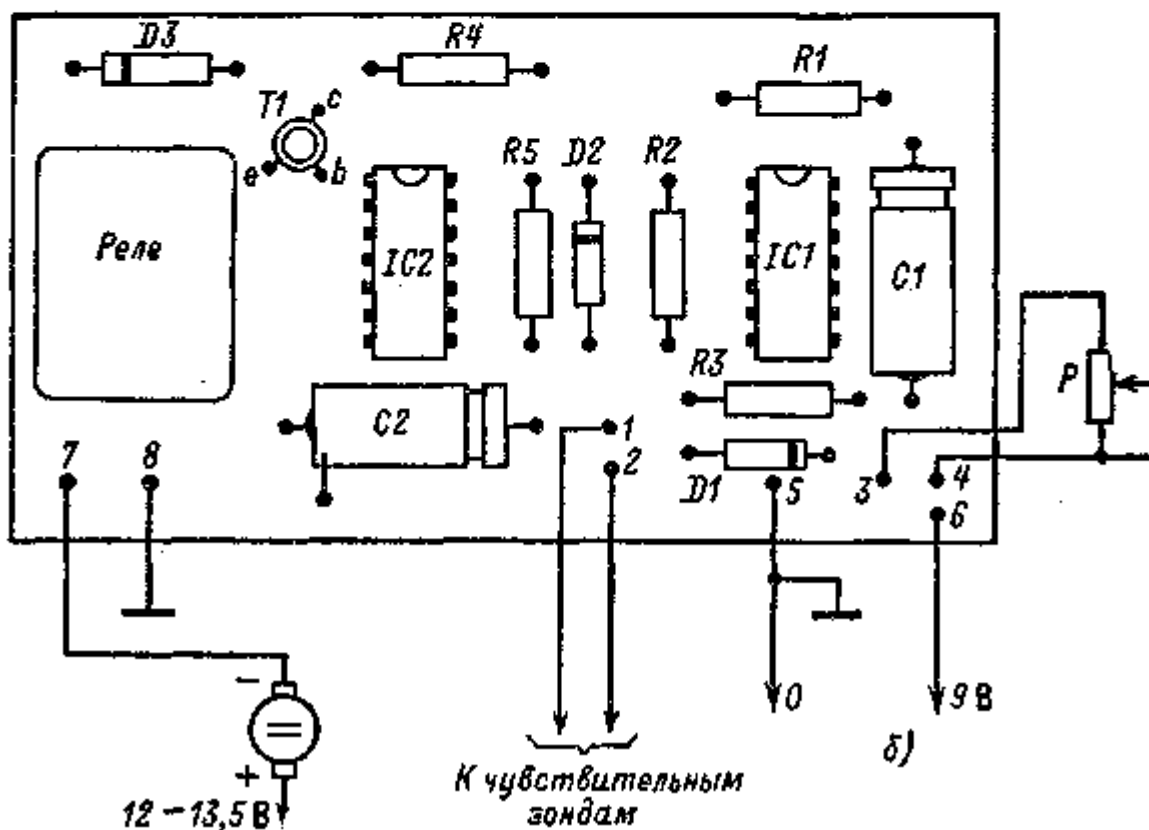
Рис. 129. Электрическая схема автоматического устройства для полива цветов

Во время летних отпусков полив домашних цветов доставляет много забот. На рис. 128 показана схема устройства, пригодного для автоматического полива больших растений (например, пальмы). В грунт глиняного цветочного горшка помещены два чувствительных зонда (датчика) из медной проволоки, фиксирующих

сопротивление грунта. Зонды диаметром 5 мм и длиной 5 см должны быть воткнуты в землю на расстоянии нескольких сантиметров друг от друга. Вода в землю подается электронасосом по резиновой трубке, которая должна находиться от ближайшего чувствительного зонда на расстоянии 7 — 8 см.



а)



б)

Рис. 130. Автоматическое устройство для полива цветов; а — печатная плата; б — монтажная схема (М1;1)

Когда растению будет не хватать влаги, т. е. земля достаточно высохнет, сопротивление между зондами увеличивается. Тогда через контакт реле регулировочного блока электронасос получает питающее напряжение и подает в землю из резервуара необходимое количество воды.

Одновременный автоматический полив нескольких растений можно осуществить, последовательно соединив несколько чувствительных зондов и сделав соответствующее распределение воды на выходе из насоса либо же одновременно используя несколько насосов.

Принципиальная схема автоматического устройства для полива цветов изображена на рис. 129. Она построена на двух интегральных микросхемах типа CD4001. Конечно, можно использовать и другие подобные логические схемы ИЛИ — НЕ (NOR).

Когда выходной уровень делителя напряжения (который состоит из потенциометра P , резистора $R1$, а также сопротивления земли между чувствительными зондами) превысит 4,2 В, то на выводе 5 IC1 будет 0, транзистор 77 через несколько секунд откроется. Это время определяется звеном $R3 - C1$. Одновременно переключается моностабильный мультивибратор интегральной микросхемы IC2, состоящей из двух узлов совместно с цепочкой $R5 - C2$, и примерно на 95 с блокирует вход 13 IC1.

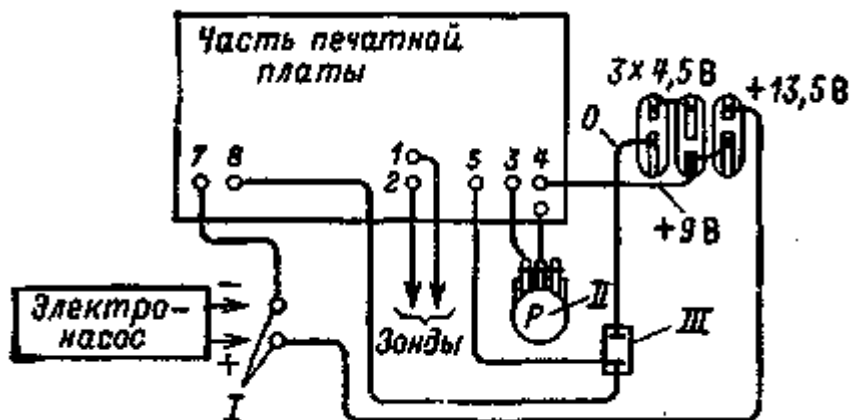


Рис. 131. Схема разводки автоматического устройства для полива цветов:

I — штепсельное гнездо; II — потенциометр настройки чувствительности; III — переключатель

Когда транзистор 77 открывается, реле J срабатывает и приводит в действие электронасос, который подает воду. В течение 95 с происходит подача воды. Если за это время сопротивление земли не понизится в достаточной степени, цикл повторяется. Однако, если на выводе 3 IC1 появляется логическая 1, подача воды приостанавливается до тех пор, пока снова на этом выводе не восстановится 0.

Нерабочее время может быть уменьшено приблизительно до 15 с, если параллельно резистору $R5$ подключить резистор на 120 кОм. Печатная плата и монтажная схема регулировочного блока приведены на рис. 130, а общая схема — на рис. 131.

Глава 3

БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

3.1. МИКРО-ЭВМ В БЫТОВОЙ ТЕХНИКЕ

И в бытовой технике все более широкое применение находят микропроцессоры. Гигантское развитие электроники, стремительный прогресс в области миниатюризации и необходимость экономии электроэнергии поставили перед конструкторами бытовой электротехники новые задачи. К машинам для бытового пользования, где применяется электроника, могут быть отнесены, например, стиральные автоматы (которые освобождают хозяйку от замачивания белья, стирки, полоскания, сушки, а также и от подогрева воды), сушилки для одежды, гладильные машины, микроволновые плиты, посудомоечные автоматы, различного типа холодильники, морозильники, пылесосы, кондиционеры, термокастрюли и др. (рис. 132).

Бытовая техника (машины и приборы) значительно облегчает работу современной домохозяйки. Известно, что еще несколько лет назад все задачи по управлению и регулированию каких-либо процессов решались в бытовых электротехнических приборах при помощи электрических и электромеханических элементов. Теперь все шире используют для этого электронику. В ближайшем будущем применение электронных схем управления и регулирования произведет революцию в промышленности, выпускающей товары бытовой техники.

В этой главе мы знакомим читателей с теми важнейшими функциями, которые становятся выполнимыми благодаря применению электроники в бытовых машинах и приборах. Конечно, мы не будем описывать конструкцию всех устройств, наша цель, скорее, — пробудить интерес к конструированию таких устройств. Ключевыми элементами новой техники являются интегральные микросхемы, микропроцессоры и запоминающие устройства. Микро-ЭВМ на основе этих элементов дополняются другими составными устройствами, обеспечивающими возможность программирования.

Следует упомянуть также о том, что новейшую микроэлектронику целесообразно использовать там, где она выгодно отличается от традиционных электрических и электромеханических устройств. Основными преимуществами микроэлектронной техники являются: высокая надежность, многофункциональность, малое

потребление энергии, слабое влияние на окружающую среду (например, работает она практически бесшумно), износостойкость, так как в ней нет подвижных механических узлов, обычных для электрического прибора.



Рис. 132. Важнейшие электробытовые приборы для домашнего хозяйства

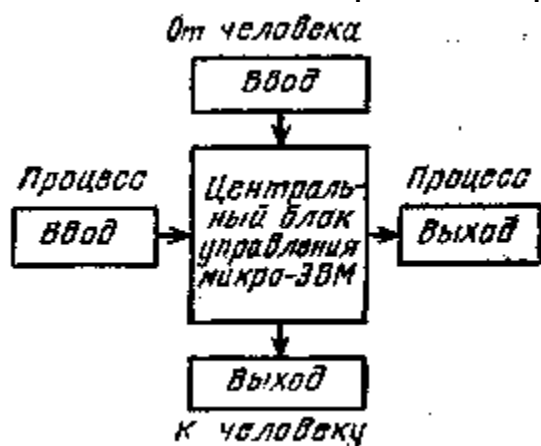


Рис. 133. Поток информации в бытовых машинах с микропроцессорным управлением

На рис. 133 изображена схема распределения потока информации бытового электроагрегата (на примере стиральной или посудомоечной машины), управляемого с помощью микро-ЭВМ. Ввод данных осуществляется человеком посредством сенсорных и кнопочных переключателей, а также датчиками импульсов. Введенную в микро-ЭВМ информацию и команды надо хранить, анализировать и обрабатывать. Человек воспринимает подтверждающие получение информации, контрольные и предупредительные сигналы, поступающие на соответствующие индикаторы (лампы накаливания, звонки и т. д.). Данные измерений (температура, давление, уровень воды, жесткость воды и т. д.), полученные микропроцессором, сравниваются с заранее установленными значениями. При возникновении различий между этими данными на реле и переключатели поступают соответствующие команды управления.

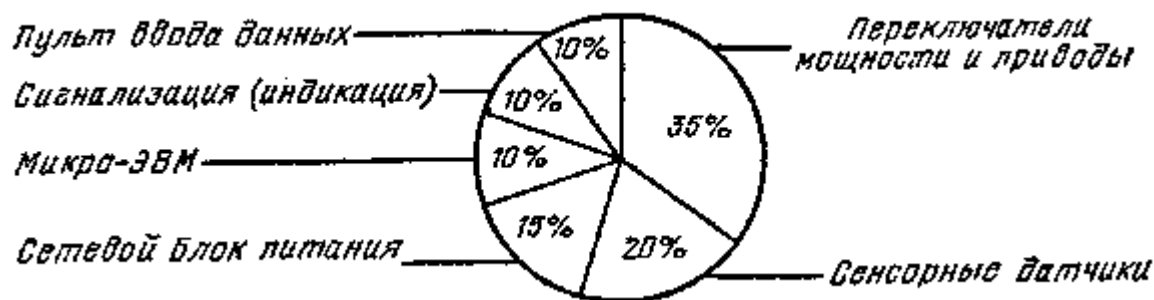


Рис. 134. Расчетное распределение стоимости электронных устройств бытовой техники (по данным 1984 г.)

При создании бытовых электроприборов должны учитываться следующие условия: во-первых, возросшие требования пользователя (например, комфортность, высокая надежность, простота и удобство пользования, современный дизайн; во-вторых, уровень развития полупроводниковой технологии; в-третьих, экологические требования (например, низкое энергопотребление, бесшумность работы и т. д.).

В будущем микроэлектроника сделает возможным введение в управление и регулирование программы и характеристики с любой возможной комбинацией. Задачей промышленности будет составление таких программ, которые были бы оптимальны для пользователя. Разработчики стремятся, скорее, к упрощению, чем к усложнению обращения с приборами. Управление современными бытовыми приборами или машинами в то же время не должно быть настолько сложным, чтобы с ним пользователь не справился.

На рис. 134 дано расчетное распределение стоимости электронных устройств для бытовой электротехники. Микро-ЭВМ составляют только 10 % общей стоимости. Как видно из рисунка, технологическая стоимость датчиков (сенсорных) и, прежде всего, переключателей мощности не уменьшилась с уменьшением цен на микро-ЭВМ. Так что в настоящее время промышленность располагает только условно экономичными датчиками, благодаря которым могут полностью реализоваться достоинства микро-ЭВМ.

Сейчас развитие производства такой техники идет различными путями. На рис. 135 приведена структура интегральной микросхемы КМОП-типа, используемой для управления крупными машинами бытового назначения. Все функции контроля и соблюдения заданного режима выполняет интерфейсная электроника. Такая интегральная микросхема спроектирована для стиральных, посудомоечных машин и сушилок для одежды.

Можно считать, что в ближайшем будущем автономные микро-ЭВМ будут регулировать климатические условия в помещении, следить за освещением и бытовыми электроприборами. Начало уже положено современными стиральными машинами, сушилками, холодильниками, термокастрюлями и т. д. Кроме того, в наших домах все более важную роль будут играть электронные устройства защиты от проникновения посторонних лиц и противопожарная сигнализация.

3.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

3.2.1. СТИРАЛЬНЫЕ И ПОСУДОМОЕЧНЫЕ МАШИНЫ

Вне зависимости от того, стирается ли одежда или же моется посуда, результат в равной степени определяется целым рядом совместно действующих факторов, которые все вместе и характеризуют процесс мойки. Здесь речь идет о химии (в виде стиральных порошков и моющих средств), механике (движение самого белья или же струй воды), температуре, которая определяет также и продолжительность воздействия указанных факторов. Доля отдельных факторов во всем процессе может быть различной в зависимости от конструкция машины.

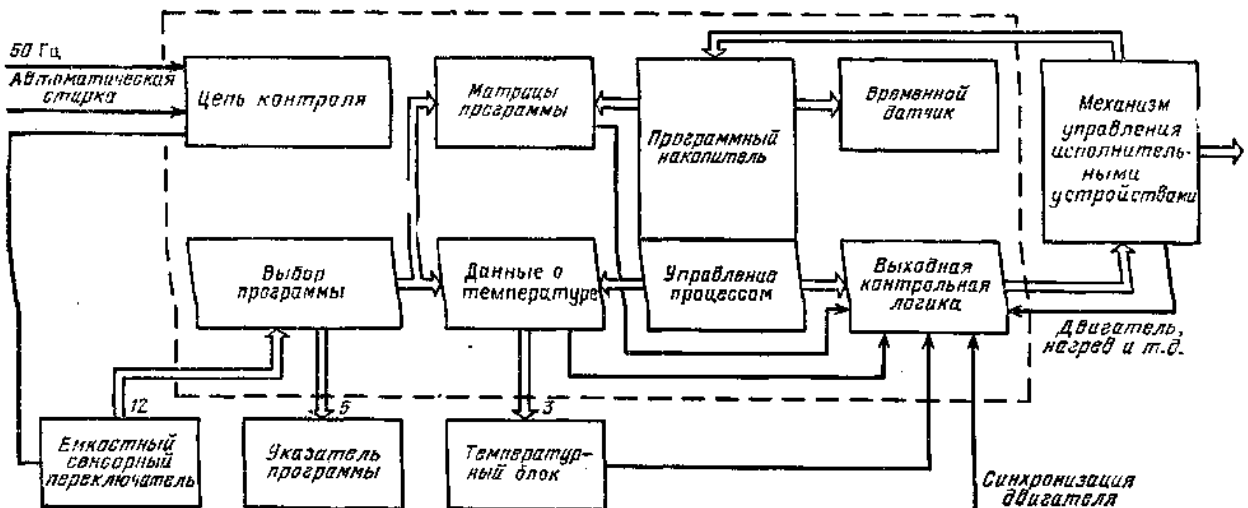


Рис. 135. Структура интегральной схемы КМОП-типа, используемой для управления крупными машинами бытового назначения (тип GZA 1513/1514)

Задачей первых программируемых коммутационных блоков в стиральных автоматах было только включение и выключение подогрева воды и двигателя для вращения барабана. Появление легко стирающихся текстильных материалов и все увеличивающаяся в соответствии с запросами времени автоматизация моечных операций потребовали дальнейшего расширения основных функций программируемого коммутационного блока. Так, температурные и временные характеристики программы стирки (мойки) или же дополнительные

сроки действия стиральных и моющих средств привели к созданию дополнительных контактных групп в коммутационных блоках. Количество функций коммутационного блока возросло с 12 (как это было до 70-х годов) до 36.

В новейших стиральных машинах пользователь только устанавливает вид стирки, а все остальные решения принимает микро-ЭВМ. Приборы третьего поколения уже выбирают наиболее экономичный режим, блокируют неправильное обращение с машиной и тем самым исключают лишний расход энергии.

Фирмой Siemens (при участии домашних хозяек) разработана специальная эксплуатационная логика для бытовых электроприборов. За доли секунды микро-ЭВМ рассчитывает по первоначально введенным данным оптимальную для соответствующей нагрузки программу.

На рис. 136 показана структурная схема стиральной машины с управлением при помощи микропроцессора.

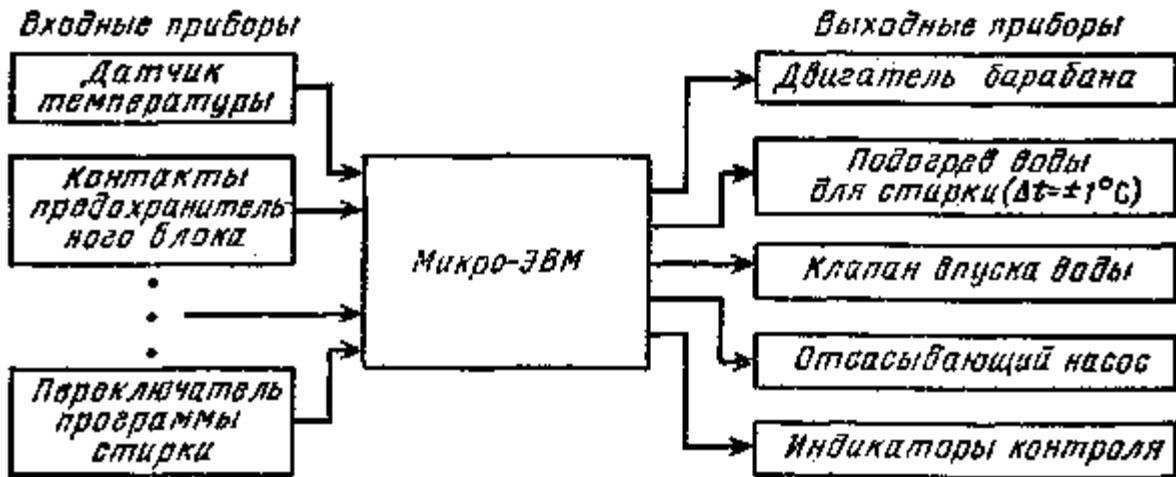


Рис. 136. Структурная схема (деталь) стиральной машины с микропроцессорным управлением

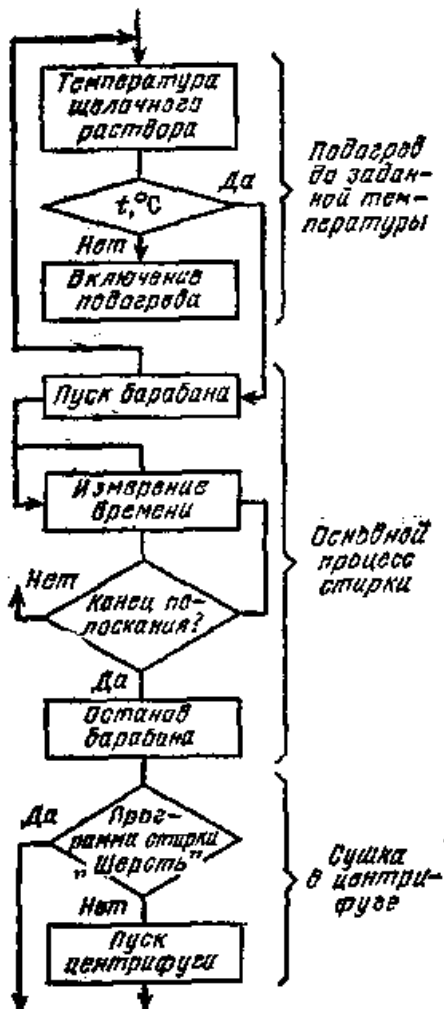


Рис. 137. Функциональная программа стиральной машины, управляемой с помощью микро-ЭВМ

Входными приборами здесь являются датчик температуры стирального (щелочного) раствора и селективный переключатель программы стирки, а также различные контакты предохранительного блока. Они постоянно посылают в микро-ЭВМ информацию о состоянии окружающей среды, которая необходима для правильного выполнения стиральной машиной своих функций. На их основе рабочая программа рассчитывает входные данные, по которым выходные приборы осуществляют соответствующие операции. Например, рабочая программа стиральной машины запрашивает термодатчик о температуре в данный момент. Если температура воды для стирки соответствует заранее установленной, микро-ЭВМ дает команду на прерывание цепи триака (или магнитного пускателя) и отключение подогрева.

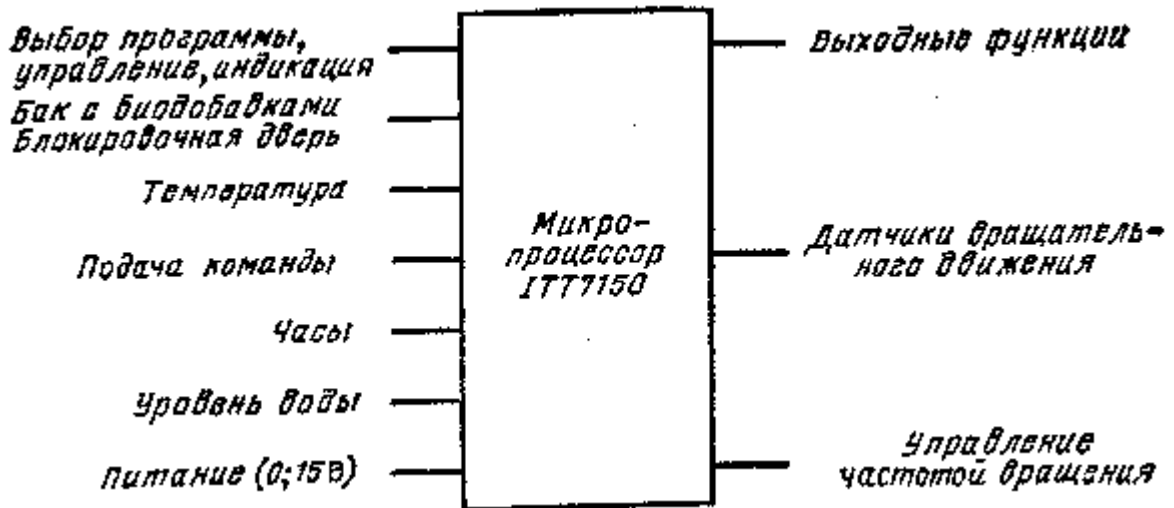


Рис. 138. Входные и выходные сигналы микропроцессора типа ITT7150 фирмы ITT

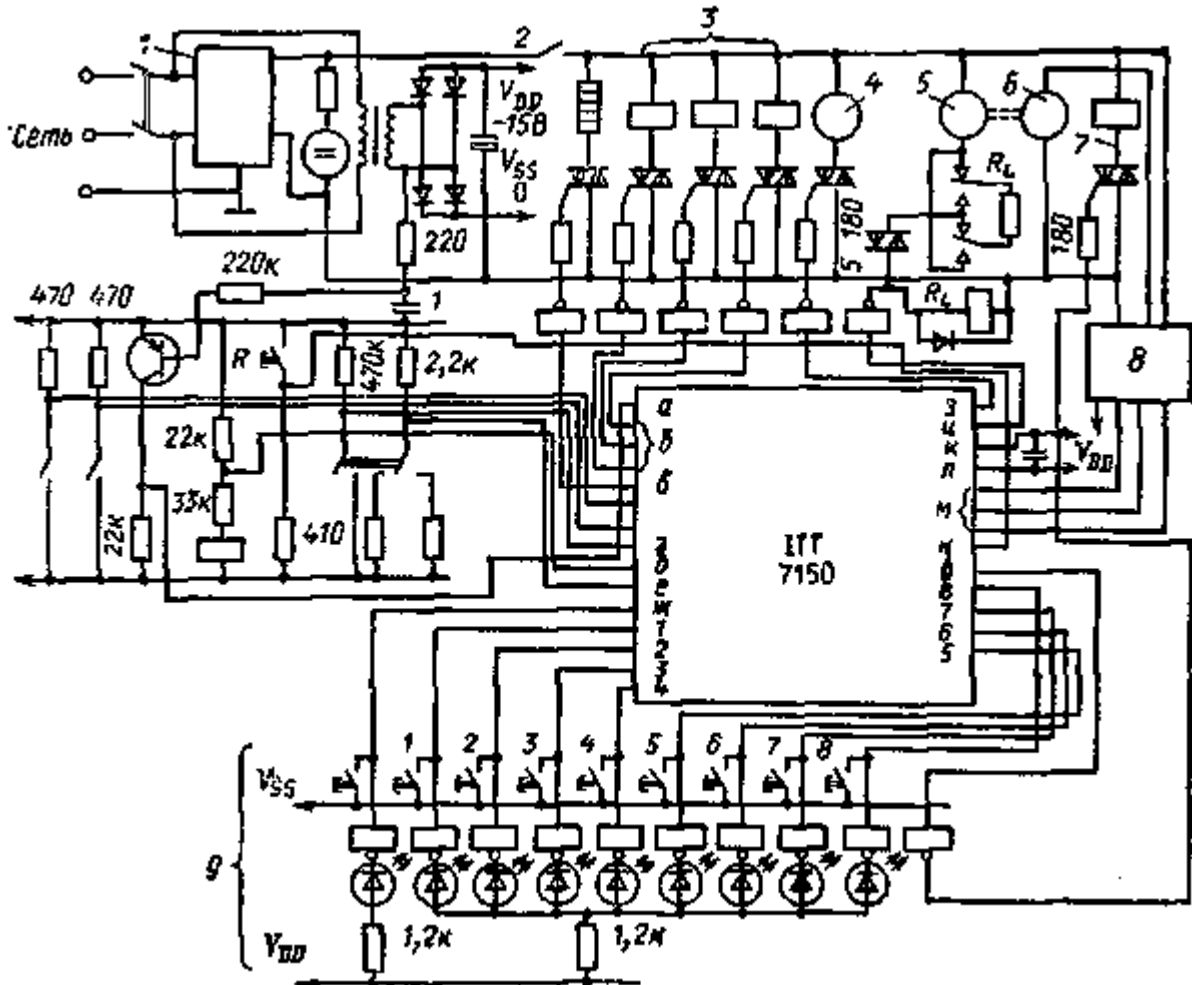


Рис. 139. Принципиальная электрическая схема стирального автомата с микропроцессором типа ИТТ7150:

1 — фильтр; 2 — контакт закрытия двери; 3 — магнитные клапаны; 4 — двигатель для отсоса; 5 — основной двигатель; б — тахометр; 7 — блокировочная дверь; 8 — модуль управления частотой вращения двигателя; 9 — предварительная стирка; а — часы; б — магнитные клапаны; в — подогрев; г — скорость стирки; д — уровень воды; е — температура; ж — предварительная стирка; з — насос; и — направление; к — V_{DD} ; л — V_{SS} ; М — Управление частотой вращения; « — сброс; о — закрытие двери

На рис. 137 приведены задачи, включаемые в программу стиральной машины, управляемой с помощью микро-ЭВМ. Каждый блок выдает командный сигнал (или группу сигналов) на осуществление указанных функций. Прямоугольники означают запланированные операции, т.е. задачи, ромбы — решения, которые на основе текущего состояния программы разрешают дальнейшее ее выполнение по какому-либо направлению. При помощи такого условного разветвления может быть реализована последовательность, при которой процессор только тогда дает команду на выполнение следующей операции, когда выполняется заранее поставленное условие. (В рассматриваемом случае, когда, например, температура воды достигла заданного значения.)

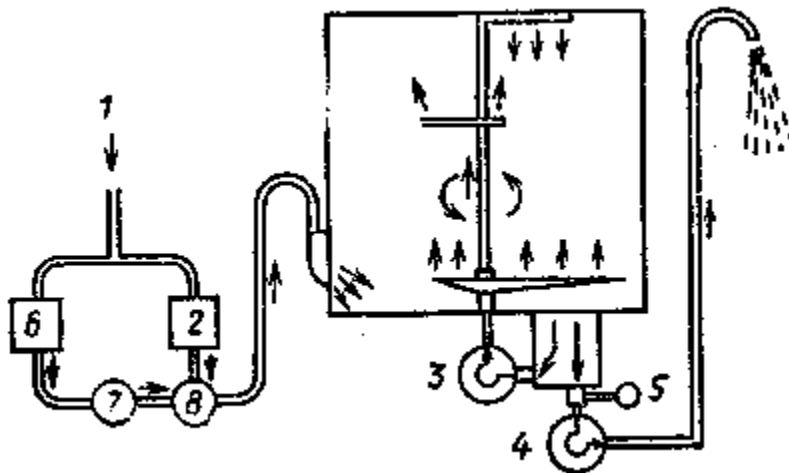


Рис. 140. Схема распределения водных потоков в посудомоечной машине:

1 — подвод воды; 2 — магнитный клапан; 3 — насос циркуляции воды; 4 — отсасывающий насос; 5 — переключатель уровня; 6 — магнитный клапан для установки смягчения воды; 7 — емкость с химическими средствами для смягчения воды; 8 — емкость для смягчающей массы

На рис. 138 приведены входные и выходные сигналы микропроцессора типа ИТТ7150 фирмы ИТТ для обеспечения выполнения стиральной машиной простейших операций.

На рис. 139 представлена схема соединений стиральной машины, снабженной этим микропроцессором.

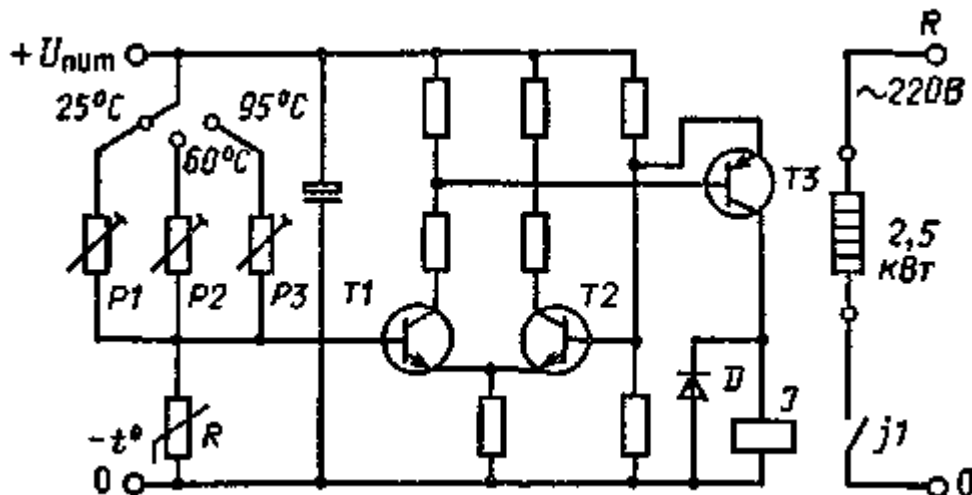


Рис. 141. Схема регулирования температуры воды в стиральной машине

Современные стиральные машины можно усовершенствовать, учитывая в программе стирки объем загружаемого белья, степень его загрязненности, жесткость воды и автоматический долив воды при необходи-

мости выдержать заданную концентрацию стирального раствора. Электронные датчики определяют температуру воды, щелочность раствора и степень его однородности. На основе этой информации можно рассчитать и отрегулировать оптимальный расход энергии, количества воды и моющих средств.

Блок индикации дает пользователю информацию о состоянии режима и окончании стирки. При этом стиральный автомат запрашивает пользователя о вводе необходимых команд управления.

В современных посудомоечных машинах барабан заменен водораспределяющей системой (рис. 140). В баке такой машины внизу, вверху и между стойками, где размещена грязная посуда, предусмотрены вращающиеся трубки для разбрызгивания воды. Моющий раствор подается к ним насосом, который через фильтр отсасывает воду из углубления в баке. Для стиральных и моечных автоматов разработаны программы, включающие ряд последовательных операций выполнения заданного режима.

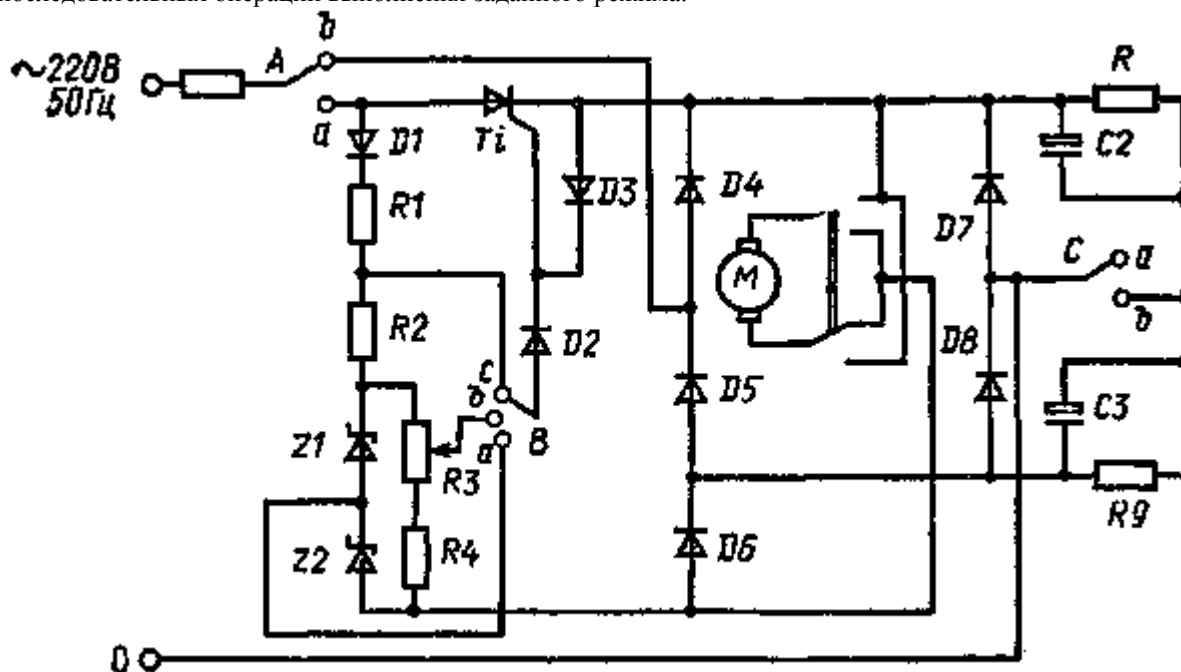


Рис. 142. Схема электронного управления двигателем стиральной машины

Электронное регулирование подогрева воды. Водопроводная вода в стиральных и посудомоечных машинах должна быть нагрета до определенной температуры, поддерживаемой в течение заданного времени. Наибольшая эффективность моющих средств в зависимости от вида белья и состава стирального раствора обеспечивается в области температур от 30 до 90 °С. Подогрев раствора осуществляется посредством электронагревателей мощностью 1,5 — 3 кВт, снабженных радиаторами. Схема, применяемая для регулирования температуры воды, изображена на рис. 141. В качестве термодатчика здесь использован термистор с отрицательным температурным коэффициентом. При помощи переключателя возможна установка трех значений температуры. Транзисторы *T1* и *T2* образуют дифференциальный усилитель, благодаря чему регулировочная цепь нечувствительна к колебаниям температуры окружающего воздуха и питающего напряжения.

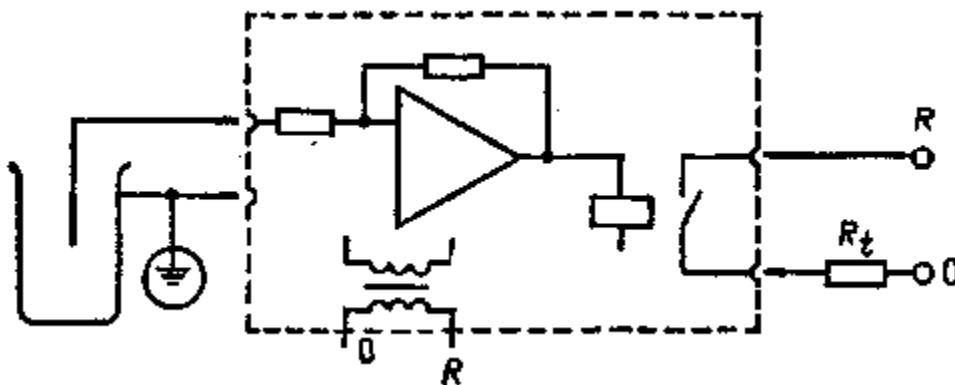


Рис. 143. Принципиальная схема электронной установки уровня воды

В новейших стиральных машинах мы уже встречаем схемы регулирования температуры воды с управлением (регулировкой) посредством тиристоров и триаков.

Управление двигателем. Для стирки различных видов белья требуются разные частоты вращения барабана стиральной машины. На рис. 142 приведена схема электронного управления двигателем такой машины. Двига-

тель машины подключен к диагонали диодного моста, направление тока ротора определяется полярностью управляющего напряжения. Частота вращения барабана устанавливается переключателем. В цепь двигателя в течение полупериода напряжения включается тиристор, резистор R служит для ограничения тока. Выделяемая им теплота также идет на подогрев стирального раствора.

Электронное регулирование уровня воды. В посудомоечных и особенно стиральных машинах требуется определенное количество воды. При электронном регулировании уровня воды используют принцип различной электропроводности воздуха и стирального раствора. Для этого в бак помещают обычные уровневые электроды. Когда поднимающийся уровень воды достигает такого электрода, на входе соответствующего электронного устройства появляется потенциал корпуса. Ток-*ia* реле в выходном каскаде возбуждается и магнитный клапан подачи воды выключается (рис. 143).

3.2.2. СУШИЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ

Просушивая белье в центрифуге, мы все же не получаем нужной степени сухости. Белье, как правило, надо еще досушивать. Наряду с уже существующими центрифугами быстрого вращения имеются автоматические сушильные аппараты с обдувом белья горячим воздухом. В них белье, точно так же как и в стиральной машине, находится во вращающемся барабане с отверстиями, куда вентилятор нагнетает горячий воздух. Регулирование температуры воздуха обеспечивается электронными термостатами. Когда остаточная влажность белья достигнет заданного уровня, автомат переключается на обдув белья холодным воздухом.

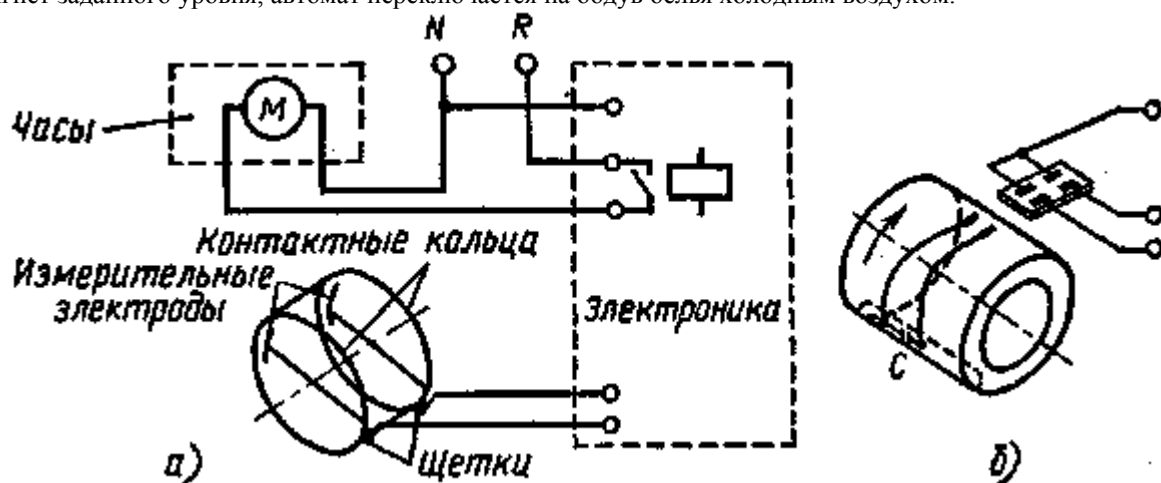


Рис. 144. Измерение влажности белья в сушильных автоматах!
а — путем измерения сопротивления; б — при помощи конденсатора (по его разряду)

Степень влажности белья находится в пропорциональной зависимости от электрического сопротивления материала. Во время сушки цепь из электронных приборов постоянно измеряет все увеличивающееся электрическое сопротивление белья при помощи электродов, размещенных в изолированных ребрах барабана. Эти электроды соединены с электронным устройством через контактные кольца (рис. 144, а). При движении барабана белье касается металлических электродов, таким образом, из множества измеренных значений электрического сопротивления интегрированием получают среднее, которое и используется автоматическим устройством для регулирования процесса сушки.

Остаточную влажность белья можно измерить и при помощи конденсатора (по его разряду). Для этого в одно из ребер барабана помещают конденсатор (рис. 144, б). При каждом обороте барабана он сначала заряжается через контактные кольца до уровня рабочего напряжения. Затем влажное белье и конденсатор через пару контактных колец подключаются к входу схемы электронного управления.

Заряд конденсатора определяется степенью влажности белья. Он разряжается тем быстрее, чем влажнее белье. Если оно сухое, то конденсатор не разряжается. Электронная схема выдает при этом соответствующий сигнал, и процесс сушки прекращается, а начинается обдув белья холодным воздухом.

Сейчас уже и сушильные автоматы выпускаются с микропроцессорным управлением. Так что достоинства, терчисленные при описании стиральных машин (удобство обслуживания, эффективность), могут быть реализованы и здесь.

3.2.3. ДУШ С ЭЛЕКТРОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Электроника применяется и в установках личной гигиены. На рис. 145, а изображена распределительная головка так называемого контрастного душа с электронным регулированием. Электронная схема с помощью коротких регулируемых импульсов попеременно включает то горячую, то холодную воду, добиваясь таким образом массирующего воздействия на кожу и стимулирования кровообращения. В распределительной головке

душа (рис. 145, б) находится устройство для подачи импульсов, краны для горячей и холодной воды, один трехпозиционный кран (для разных видов душа) и контрольные лампы. Узел распределения воды состоит из смесителя и двух магнитных клапанов. Верхний непосредственно подключен к трубопроводу с холодной водой, а нижний расположен в трубопроводе с горячей водой.

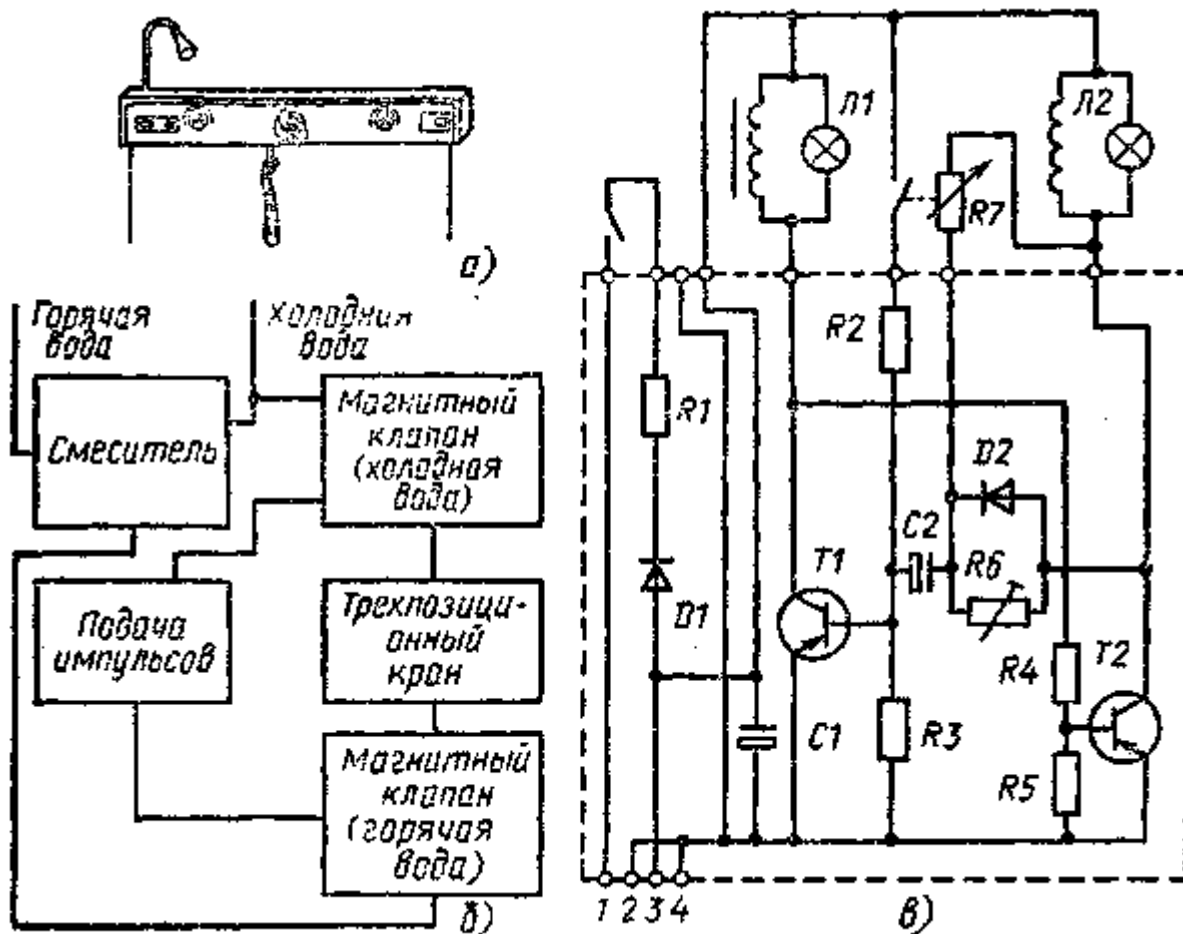


Рис. 145. Душ с электронной регулировкой: а — распределительная головка; б — структурная схема; в — схема соединений

Устройство для подачи импульсов, состоящее из мультивибратора (рис. 145, в), обеспечивает в соответствии с установленным временем попеременное открывание то одного, то другого магнитного клапана, добиваясь, чтобы вода выходила из душа порциями, как бы пульсируя. Если не учитывать механизм установки времени, то введенная схема не является особенно сложной. Обмотки возбуждения магнитных клапанов находятся в коллекторной цепи транзисторов $T1$ и $T2$.

Параллельно обмоткам подсоединены контрольные лампы. Одновременно они служат для выравнивания пиков индуктивного (отключающего) напряжения. Периодичность импульсов определяется элементами $R6$, $R7$, $C2$ и $D2$. Продолжительность импульса для холодной воды устанавливается при помощи потенциометра $R7$. Цепь питания переменного напряжения 24 В включается выключателями. Переменное напряжение выпрямляется диодом $D1$ и сглаживается конденсатором $C1$.

3.2.4. СУШИЛКИ ДЛЯ ВОЛОС

На рис. 146 представлена интересная регулировочная схема, применяемая в сушилках для волос. Здесь фильтр, находящийся в сушильном колпаке, измеряет степень влажности воздуха. При определенном уровне влажности прибор отключается. Принцип измерения основан на том, что сопротивление термистора зависит от температурного воздействия обдувающего головку воздуха. Изображенный на рисунке пороговый выключатель

3.2.5. ЭЛЕКТРОПЕЧИ

Электропечь принадлежит к традиционным бытовым приборам. Не вызывает сомнений, что нужны такие схемы, которые смогли бы полностью автоматически осуществлять программу варки или жарения, без всякого вмешательства человека. Это становится возможным благодаря применению микро-ЭВМ. Бытовые кухонные

плиты, оснащенные микро-ЭВМ, жарят мясо, выпекают тесто, варят и готовят гриль-блюда совершенно самостоятельно. Необходимые программы помещаются в памяти машины. Управление точно такое же, как и в стиральных машинах: при помощи размещенных на панели переключателей. При этом можно, например, одновременно приготовить два совершенно различных блюда.

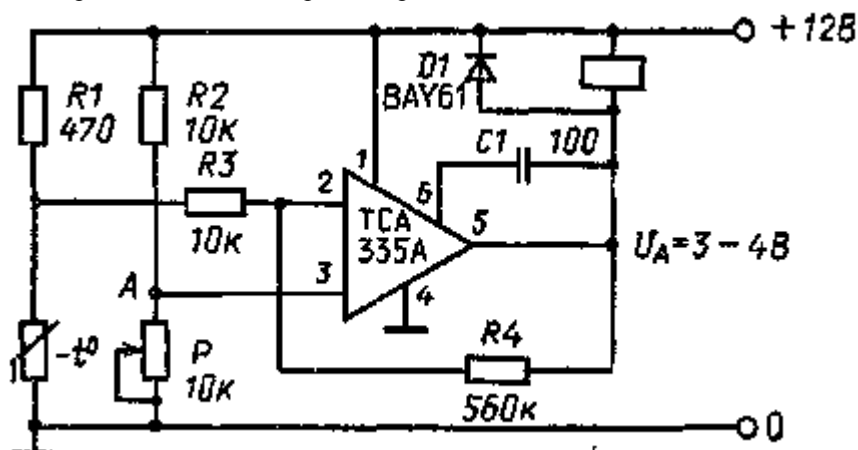


Рис. 146. Выключатель, применяемый в сушилках для волос чатель (реле) при определенной влажности выключает сушилку для волос.

3.2.6. МИКРОВОЛНОВЫЕ ПЕЧИ

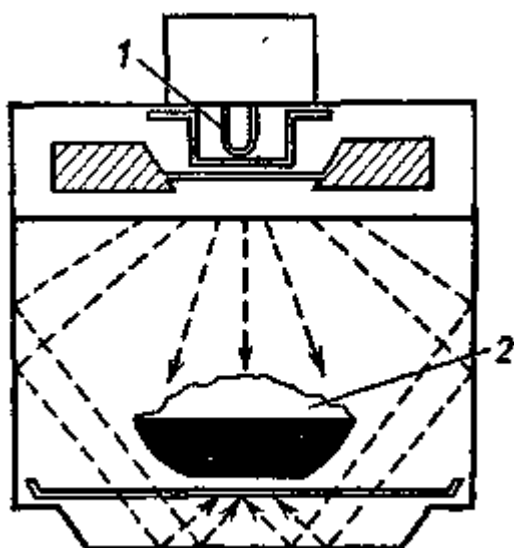


Рис. 147. Принцип действия микроволновой печи:
1 — магнетрон; 2 — приготовляемая пища

Принцип работы микроволновых печей существенно отличается от всех ранее известных (рис. 147). При традиционном способе пища нагревается путем непосредственного контакта с источником теплоты. В микроволновых печах используются электромагнитные волны, воздействующие на продукты еще на молекулярном уровне. Молекулы начинают интенсивно двигаться, при этом выделяется теплота и пища приготавливается значительно быстрее. В качестве внешнего источника электромагнитных волн применяют магнетронный генератор с частотой 2,5 ГГц.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица используемых в книге зарубежных приборов и их отечественных аналогов

Зарубежный прибор	Тип прибора	Отечественный аналог
AA116	Диод	Д9К
AA117	»	Д7В, Д7Г
AA118	»	Д7В, Д7Г
AA133	»	Д7В, Д7Г
AC 125	Транзистор	ЛШ20Б
AC 126	»	МП20Б
AC 127	»	ГТ404Б
AC 128	»	ГС402И
AC 176	»	ГТ404А
AD162	»	ГТ703Г
ADY25	»	ГТ701А, П210Б
APY12	Фотодиод	BC182C
ASZ18	Транзистор	П217В, ГТ711
ASZ1016	»	П217В
ASZ1017	»	П217В
AU 106	»	ГТ810А, КТ812Б
BA128	Диод	КД103А
BAY41	»	КД522, КД509А
BAY 42	»	КД509А, КД510А
BAY44	»	КДЮЗБ, КД109А
BAY 45	»	Д226Г
BAY46	»	Д226В, КДЮ9Б
BAY61	»	КД521А, Д220Б
BAY87	»	КД106А, КДЮ9А
BC107	Транзистор	КТ342А, КТ3Ю2А
BC107В	»	КТ342Б, КТ3102Б
BCЮ8	»	КТ342А, КТ3102В
BC108В	»	КТ342В, КТ3Ю2В
BCЮ9	»	КТ342Б, КТ3Ю2Д
BC109С	»	КТ342В, КТ3Ю2Е
BC140	»	КТ630Г
BC147	»	КТ373А
EC 170	»	КТ375Б
BC178	»	КТ349Б
BC178В	»	КТ3107Д
BC179	»	КТ3107Е
BC182	»	КТ3102А
BC182С	»	КТ3102Б
BC184	»	КТ3102Г
BC184С	»	КТ3Ю2Г
BC211	»	КТ630Г
BC212	»	КТ3102А
EC214L	»	КТ3107Б, КТ3Ю7И
BC237	»	КТ3Ю2А
BC237А	»	КТ3102А
BC238	Транзистор	КТ3102А, В
BC238В	»	КТ3102В
BC251	»	КТ361И
BC251А	»	КТ361И
BC301	»	КТ630Г
BC302	»	КТ630Г
BC303	»	КТ933А
BC304	»	КТ933А
BC307	»	КТ3107А

BC307B	»	КТ3107Б
BC308	»	КТ3107И
BC318	»	КТ3102А
BC408	»	КТ342А
BCY58	»	КТ342А, КТ3102А
BCY58VIII	»	КТ342Б, КТ3102Б
BCY58X	»	КТ342В, КТ3102В
BCY58А	»	КТ342А
BCY59	»	КТ3102А
BCY78	»	КТ3107Б
BD238	»	КТ816Г
BD240А	»	КТ816В
BD380	»	КТ816Г
BD434	»	КТ816А
BD435	»	КТ817А
BDW32	Симметричный диодный тиристор (диак)	—
BF179	Транзистор	КТ611Б
BF244А	Полевой транзистор	КП307Ж
BFY33	Транзистор	КТ630Д
BFY34	»	КТ630Г
BFY39	»	КТ312Б, КТ315В
BFY46	»	КТ630Д
BPW17/9	Фототранзистор	Pin- ФТГ-3, ФТ-iК
BPW34	фотодиод	ФД-24К
BPX25	Фототранзистор	ФТГ-3, ФТ-1К
BPX43	»	—
BPY45	Фотоэлемент	—
BPY46	»	—
BPY48	»	—
BPY78	Фототиристор	ТФ5-1
БРY43	Тиристор	—
БРY44	»	—
BSt-BOПЗ	»	КУПОВ, КУ204В
BSV56С	Однопереходный транзистор	КТ117
BSY19	Транзистор	КТ633А, КТ645А
BSY51	»	КТ630Д
BSY52	»	КТ630Е
BSY59	Транзистор	КТ644А, КТ626А
BSY63	»	КТ633А, КТ645А
BSY73	»	КТ312Б
BT 138	Симметричный триодный тиристор (триак)	КУ601Г, КУ208Г
BTW11400	Триак	КУ601Г, КУ208Г
BTY91/100R	Триодный тиристор	—
BY 127	Диод	КД209А, КД210В
BY131	»	Д231, Д245
BY 135	»	Д302
BT 179	»	КД209В
BY238	»	КДЮ8В
С450	Транзистор	КТ315А
СА3086	ИМС	К198НТ1
CD4001	»	К561ЛЕ5, К176ЛЕ5
CD401 1	»	К561ЛА7, К176ЛА7
CD4013	»	К561ТМ2, К176ТМ2
CD4017	»	К561ИЕ8, К176ИЕ8
CP409	Транзистор	КТ315А
СQY11	ИК-диод	АЛ103, АЛ 106
СQY37/9	»	АЛ 107

CQY99	»	АЛ115, АЛ107
FW99	Фоторезистор	—
HEP310	Однопереходный транзистор	КТП7
ITT7150	ИМС	К1803ВЖ1
KY701	Диод	КД205К
LDR03	Кадмиево-сульфидный фоторезистор	СФ3-9А
LDR05	Фоторезистор	СФ3-9А
LDR07	Фоторезистор	СФ3-9А
LM380	ИМС	К174УН7
LM3900	»	К1401УД1
MP42	Транзистор	МП42
MPSA65	Составной транзистор	КТ708В
NE555	ИМС таймера	КР1006ВИ1
NE556	ИМС сдвоенного таймера	Две КР1006ВИ1
OA200	Диод	Д220, КДЮЗБ
OAP 12	Фотодиод	—
OP 190	ИК-диод	АЛ119
ORP12	Фоторезистор	См. LDR3
RPY20	»	—
P213	Транзистор	П213
SAS560	ИМС	К1003КН1
SeH13	Фотоэлемент	
SiEK-1	Диод	Д304
SiEK-2	»	КД229, КД212А
SiEK-3	»	КД205В
SiEK-4	»	КД204А, Д246
SiEK-5	»	Д210, КД206Б
SiEK-6	»	КД203В, КД206В
SiEK-7	»	КД209В
SN7405	ИМС	К531ЛН2П
SN7441	»	К155ЛН1
SN7442	»	КМ155ИД6
SN7476	»	К155ТВ1
SN7490	»	К155ИЕ2
SN74154	»	К155ИД3
SN74193	»	К155ИЕ7
SN74195	»	К531ИР12
SY101	Диод	КД208А, КД205К
TCA335А	ИМС	К140УД8А, К544УД2А
TDA1024	»	—
TDA4180P	»	К538УН1
ТП45А4	Тиристор	КУ205А
ТIC39D	»	КУ205А
ТIC206	»	КУ601Г, КУ208Г
TIL111	Оптопара	АОП123А
TOO, 8N1	Тиристор	—
TO8N4АОО	Триодный тиристор	—
TO8N5АОО	То же	—
TOBN1АОО	»	—
TP50	Фотодиод	См. OAP12
TP56	»	—
U113В	ИМС	—
ЦА741	»	К140УД7
jiA7812	»	К142ЕН8
V435	Транзистор	КТ361А
Z15	Стабилитрон	КС215Ж, КС515А
ZF5, 6	»	КС155А
ZF6, 2	»	КС 162 А

ZF10	»	КС210Б, Д811
ZL10	»	КС510А
ZL12	»	КС512А
ZPD8, 2	»	КС482А, КС182Е
ZPD12	»	КС512А, КС522А
ZPY13	Туннельный диод	—
ZX6	Стабилитрон	КС456А
ZX6, 2	»	КС468А
ZX10	»	Д814В, КС510А
ZX12	»	КС512А
1N914	Диод	КД521А
1N4001	»	КДЮЗ, КД226А
1N4002	Диод	КД202Д, КД226Д
1N4003	»	КД202Д, КД212Б
1N4004	»	КД243, КД209А
1N4007	»	КД223, КД22СГ
1N4148	»	КД522А
1N6264	Светодиод	АЛ107, АЛ115
1PP75	Фотодиод	—
2N697	Транзистор	КТ630Д
2N708	»	КТ340В
2N877	Тиристор	купов
2N1599	»	КУ205А
2N1613	Транзистор	КТ630Г
2N1711	»	КТ630Е, КТ630Г
2N1889	»	КТ630Г
2N2219	»	КТ928Б
2N2219А	»	КТ928Б
2N2222	Транзистор	КТ3117А
2N2368	»	КТ633А
2N2646	Однопереходный транзистор	КТ117
2N2647	То же	КТ117
2N2904	Транзистор	КТ662
2N2905	»	КТG62
2N2907	»	КТ313Б
2N2926	»	КТ315А
2N3053	»	КТ630Д5 КТ608Б
2N3055	»	КТ819ГМ
2N3245	»	КТ629А
2N3303	»	КТ635А
2N3338	»	КТ633А
2N3440	»	КТ504А
2N3819	Полевой транзистор	КП302Б, КП303Г
2N3904	Транзистор	КТ375А, КТ375Б
2N3906	»	КТ361Г, КТ3107Е
2N4443	Тиристор	КУЮ9Б, КУ202Н
2N4871	Однопереходный транзистор	КТП7
2N5060	Тиристор	КУ204А, КУ201А
2N5459	Полевой транзистор	КП302, КП303
2N5949	То же	КП305
TCA335	ИМС	К140УД6, К140УД8, К544УД2А

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию Предисловие

Глава 1. Электрические схемы домашних сигнальных устройств

- 1.1. Звуковые сигнальные приборы и их электрические схемы
 - 1.1.1. Электронные дверные звонки
 - 1.1.2. Подключение дверных звонков
- 1.2. Защитные устройства и их электрические схемы
 - 1.2.1. Основные сведения
 - 1.2.2. Основные сигнально-предупредительные электрические схемы
 - 1.2.3. Светочувствительные сигнальные электрические схемы
 - 1.2.4. Сигнальные электрические схемы, срабатывающие при перекрытии луча
 - 1.2.5. Системы сигнализации, срабатывающие при приближении или прикосновении к ним
 - 1.2.6. Сигнально-предупредительные устройства
- 1.3. Электрические схемы некоторых других сигнальных устройств
 - 1.3.1. Автоматические мигалки
 - 1.3.2. Сигнализатор для варки яиц
 - 1.3.3. Электронный календарь

Глава 2. Электрические схемы домашних управляющих устройств

- 2.1. Электронное открывание дверей.....
 - 2.1.1. Электрические замки и принципы их действия
 - 2.1.2. Электронное управление электрическими замками
 - 2.1.3. Автоматическое управление дверьми
- 2.2. Электронные переключатели
 - 2.2.1. Сенсорные переключатели
 - 2.2.2. Звукочувствительные переключатели
 - 2.2.3. Реле времени ,
 - 2.2.4. Светочувствительные переключатели
- 2.3. Электрические схемы управления двигателями различного назначения
 - 2.3.1. Схемы управления электродвигателями
 - 2.3.2. Автоматы для перемещения штор
 - 2.3.3. Автоматический полив цветов

Глава 3. Бытовая электроника

- 3.1. Микро-ЭВМ в бытовой технике
 - 3.2. Электрические схемы управления и регулирования бытовой техники
 - 3.2.1. Стиральные и посудомоечные машины
 - 3.2.2. Сушильные автоматы
 - 3.2.3. Душ с электронным регулированием
 - 3.2.4. Сушилки для волос
 - 3.2.5. Электропечи
 - 3.2.6. Микроволновые печи
- Приложение

ББК 32.85

Ф43 УДК 621.382:64

Рецензент А. В. Нефедов

Ф43

Ференци О.

Электроника в нашем доме: Пер. с венг. — М: Энергоатомиздат, 1987. — 176 с.: ил.

Приведены и описаны электронные схемы устройств, применяемых в быту: электронного звонка, календаря замков, регулирующих схем хозяйственных, бытовых приборов и т. д. Даны перечень необходимых деталей (для зарубежных элементов даются отечественные аналоги) и оборудования, показаны варианты расположения и компоновки устройств.

Для любителей-конструкторов, занимающихся бытовой электроникой и электротехникой.

2403000000-468

Ф----- 271-87

051 (01) -87

ББК 32.85

(g) Ferenci Odon, Budapest, 1983

© Перевод на русский язык, Энергоатомиздат, 1987

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИЗДАНИЕ

ФЕРЕНЦИ ОДОН
Электроника в нашем доме

Редактор издательства *А. А. Устинов*
Художественные редакторы *Ю. В. Созанская, А. Т. Кирьянов*
Технический редактор *О. Д. Кузнецова*
Корректор *Г. А. Полонская*

ИБ № 1883

Сдано в набор 19.05.87. Подписано в печать 11.08.87. Формат 84X108 1/32.
Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 9,24. Усл. кр.-отт. 9,56. Уч.-изд. л. 9,38. Тираж 60.000 экз.
Заказ 868. Цена 1 р. 60 к.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10
Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфин и книжной торговли 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

OCR Pirat