

Бернар Фигьера, Робер Кноэрт

Введение в электронику

Bernard Fighiera, Robert Knoerr

**POUR S'INITIER
À L'ÉLECTRONIQUE**



ETSF

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

В помощь радиолюбителю

Бернар Фигьера, Робер Кноэрт

ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКУ



Москва, 2007

ББК 32.85

Ф49

Фигьера Б., Кноэрт Р.

Ф49 Введение в электронику: Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс. – 208 с.: ил. (В помощь радиолюбителю).

ISBN 5-94074-061-8

Книга известных французских авторов Бернара Фигьера и Робера Кноэрта адресована начинающим радиолюбителям. Авторы преследуют две цели: во-первых, вызвать у читателей живой интерес к электронике и, во-вторых, предоставить им возможность самим попрактиковаться в изготовлении полезных и несложных устройств.

Книга предлагает тридцать тестированных схем, охватывающих практически все разделы любительской электроники: технику для дома, автомобиля, дистанционное управление, охранные системы, измерения и даже игры. Каждая схема сопровождается подробными объяснениями и многочисленными рекомендациями.

Также рассматриваются базовые понятия, функции и назначение различных электронных компонентов. Значительно упрощает обучение справочный материал, представленный в виде таблиц.

ББК 32.85

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 2-10-003901-6 (фр.)

ISBN 5-94074-061-8 (рус.)

© DUNOD, Paris

© Перевод на русский язык,
оформление. ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

	Предисловие	10
1	Знакомство с элементной базой	11
	Резисторы	12
	<i>Понятие электрического сопротивления</i>	<i>12</i>
	<i>Переменные сопротивления</i>	<i>15</i>
	Конденсаторы	17
	<i>Конденсаторы постоянной емкости</i>	<i>17</i>
	<i>Переменные конденсаторы</i>	<i>18</i>
	Реле	19
	Другие виды резисторов	20
	<i>Фоторезисторы</i>	<i>20</i>
	<i>Термисторы</i>	<i>21</i>
	Наушники и громкоговорители	22
	Полупроводники	23
	<i>Общие сведения о полупроводниках</i>	<i>23</i>
	<i>Диоды</i>	<i>25</i>
	<i>Транзисторы</i>	<i>27</i>
	<i>Транзисторы полевые и однопереходные</i>	<i>29</i>
	<i>Интегральные микросхемы</i>	<i>30</i>
	<i>Тиристоры и симисторы</i>	<i>30</i>
	Условные обозначения компонентов	31
2	Практические вопросы	35
	Необходимые инструменты	36
	<i>Несколько основных инструментов</i>	<i>36</i>
	<i>Мультиметр</i>	<i>37</i>
	Изготовление печатных плат	38
	Монтаж компонентов	41
	Меры безопасности	41
3	Используемые активные компоненты	43
	Транзисторы	44

Тиристоры и симисторы	44
Стабилизаторы напряжения	45
Интегральные микросхемы	45
<i>Логические схемы</i>	45
<i>Интегральные схемы для усиления и генерации звука</i>	51
<i>Популярные интегральные микросхемы</i>	52
<hr/>	
4 Описания устройств	57
Регулируемый источник постоянного напряжения	58
<i>Принцип действия</i>	58
<i>Работа устройства</i>	59
<i>Монтаж источника</i>	59
«Электронный арбитр»	61
<i>Работа схемы</i>	61
<i>Монтаж устройства</i>	62
Сенсорный выключатель	64
<i>Принцип действия</i>	64
<i>Работа схемы</i>	64
<i>Монтаж устройства</i>	65
«Игра на ловкость»	67
<i>Принцип действия</i>	67
<i>Работа схемы</i>	67
<i>Монтаж</i>	69
Индикатор отключения сети	71
<i>Принцип действия</i>	72
<i>Работа схемы</i>	72
<i>Монтаж устройства</i>	74
Антенный усилитель для автомобильного приемника	75
<i>Принцип действия</i>	76
<i>Работа схемы</i>	76
<i>Монтаж усилителя</i>	76
Электронная сирена	78
<i>Принцип действия</i>	79
<i>Работа схемы</i>	79
<i>Монтаж устройства</i>	81
Зарядное устройство для аккумуляторов	82
<i>Принцип действия</i>	82
<i>Монтаж устройства</i>	83

Тестер для батареек	85
<i>Принцип действия</i>	85
<i>Работа схемы</i>	86
<i>Монтаж и регулировка</i>	89
Гирлянда «бегущие огни»	92
<i>Принцип действия</i>	92
<i>Работа схемы</i>	92
<i>Выполнение монтажа</i>	95
Широкополосный генератор сигналов	97
<i>Принцип действия</i>	97
<i>Работа схемы</i>	98
<i>Выполнение монтажа</i>	98
Электронный мини-орган	100
<i>Принцип действия</i>	101
<i>Работа схемы</i>	101
<i>Монтаж устройства</i>	103
Регулятор скорости вращения дрели	106
<i>Принцип действия</i>	106
<i>Работа схемы</i>	106
<i>Выполнение монтажа</i>	110
Сетевой дистанционный выключатель	112
<i>Принцип действия</i>	112
<i>Работа схемы</i>	112
<i>Выполнение монтажа</i>	115
Стробоскоп	117
<i>Принцип действия</i>	117
<i>Работа схемы</i>	118
<i>Выполнение монтажа</i>	121
Простой низкочастотный усилитель	123
<i>Работа схемы</i>	124
<i>Выполнение монтажа</i>	125
Охранная система для ящика стола	127
<i>Принцип действия</i>	127
<i>Работа схемы</i>	127
<i>Монтаж устройства</i>	128
Индикатор уровня сигнала для автомагнитолы	132
<i>Работа схемы</i>	132
<i>Выполнение монтажа</i>	133

Усилитель низкой частоты мощностью 7 Вт	135
<i>Работа схемы</i>	135
<i>Выполнение монтажа</i>	136
Метроном	138
<i>Принцип действия</i>	138
<i>Работа схемы</i>	138
<i>Выполнение монтажа</i>	140
Инфракрасный барьер (излучатель)	142
<i>Принцип действия</i>	142
<i>Работа схемы</i>	143
<i>Выполнение монтажа</i>	145
Инфракрасный барьер (приемник)	147
<i>Принцип действия</i>	147
<i>Работа схемы</i>	148
<i>Выполнение монтажа</i>	151
Автоматическое устройство управления освещением	153
<i>Принцип действия</i>	153
<i>Работа схемы</i>	154
<i>Монтаж устройства</i>	156
Сетевой программируемый таймер	158
<i>Принцип действия</i>	158
<i>Работа схемы</i>	158
<i>Монтаж устройства</i>	161
Термостат комфорта	163
<i>Принцип действия</i>	163
<i>Работа схемы</i>	163
<i>Выполнение монтажа</i>	165
Детектор гололеда	168
<i>Принцип действия</i>	168
<i>Работа схемы</i>	168
<i>Монтаж устройства</i>	172
Автоматическое устройство	
включения комфортного освещения	174
<i>Принцип действия</i>	174
<i>Работа схемы</i>	175
<i>Схема управления подсветкой</i>	179
<i>Выполнение монтажа</i>	179

Освещение, управляемое звуком	182
<i>Принцип действия</i>	182
<i>Работа схемы</i>	182
<i>Выполнение монтажа</i>	185
Цифровой индикатор телефонного набора	188
<i>Принцип действия</i>	188
<i>Работа схемы</i>	188
<i>Монтаж устройства</i>	191
«Русская рулетка»	194
<i>Принцип действия</i>	194
<i>Работа схемы</i>	194
<i>Монтаж устройства</i>	198

5 Приложение	201
Отечественные и зарубежные аналоги компонентов	202

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга адресована людям, которые хотят изучить электронику на практике, занимаясь монтажом конкретных схем. Предлагается тридцать несложных устройств, отобранных по принципу практичности и оригинальности, не требующих длительной настройки. Данные схемы охватывают почти все разделы любительской электроники: техника для дома, автомобиль, управление на расстоянии, охранные системы, измерения и даже игры.

Освещен и практический аспект изготовления электронных устройств: в двух главах приведены рекомендации по применению инструмента, мерам безопасности и справочные данные о назначении выводов (цоколевке) компонентов.

Базовые понятия электроники, схемотехники и принципы работы основных электронных компонентов объясняются просто и доходчиво, чтобы читатель мог быстро разобраться в функционировании схемы и роли в ней каждой детали.

Для лучшего восприятия материала в книгу помещены фотографии, принципиальные схемы, временные диаграммы и сборочные чертежи представленных устройств. Если книга вдохновит читателей на новые эксперименты, можно считать, что авторы достигли поставленной цели.

1 ЗНАКОМСТВО С ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗОЙ

Резисторы	12
Конденсаторы	17
Реле	19
Другие виды резисторов	20
Наушники и громкоговорители	22
Полупроводники	23
Условные обозначения компонентов	31

2	Практические вопросы	35
3	Используемые активные компоненты	43
4	Описания устройств	57
5	Приложение	201

РЕЗИСТОРЫ

Понятие электрического сопротивления

Самым распространенным элементом электронных схем являются *резисторы*, или *сопротивления*, которые «сопротивляются» протеканию через них электрического тока. Необходимо сразу объяснить понятия силы тока и напряжения, непосредственно связанные с сопротивлением.

Все тела в природе состоят из атомов, а те, в свою очередь, – из ядра, окруженного большим количеством электронов. Атомы веществ отличаются друг от друга составом ядра и числом электронов.

Наиболее простым является атом водорода, состоящий из ядра, вокруг которого вращается единственный электрон, обладающий отрицательным электрическим зарядом. Обычно атомы любого вещества электрически нейтральны, поскольку ядро включает протоны, положительные частицы, количество которых равно числу электронов, вращающихся вокруг ядра. Это число называется *атомным*.

Если атом содержит несколько электронов, то они распределяются вокруг ядра по концентрическим орбитам, с которых часть электронов вследствие различных причин может «срываться».

В атоме меди содержится двадцать девять электронов, распределенных в нескольких орбитальных слоях, на последнем из них обращается только один электрон, наименее связанный со всей системой. Этот «свободный электрон» имеет явное преимущество – он легко переходит из одного атома меди в другой. Маленький кусочек меди содержит несколько миллиардов атомов и свободных электронов, обладающих отрицательным зарядом и быстро перемещающихся. В обычных условиях, при отсутствии электрического поля, движение электронов хаотично.

Приложение к проводнику электрического поля делает это движение направленным – возникает электрический ток. Единица электрического тока – ампер (А). Ток силой в один ампер соответствует перемещению приблизительно одного миллиона электронов 6,3 млн раз в секунду! В электронике, как правило, используются дробные производные ампера, например микроампер (мкА), равный 10^{-6} А, и миллиампер (мА), равный 10^{-3} А. Для того чтобы ток достаточной силы мог пройти через медный проводник, последний должен иметь соответствующее сечение. Чем меньше сечение проводника, тем меньше свободных электронов могут участвовать в направленном движении. Это можно интерпретировать таким образом, будто бы проводник

оказывает сопротивление перемещению электронов – сопротивление электрическому току. Ток встречает сопротивление даже в проводе из меди, являющейся хорошим проводником электричества.

Электрическим сопротивлением обладают все материалы, оно определяется количеством содержащихся в них свободных электронов, что зависит от свойств атомов и атомарной структуры веществ.

Величиной, обратной сопротивлению, является *проводимость*. Все вещества можно разделить на две группы – хорошие и плохие проводники. Изолятор – это просто «плохой» проводник электричества. Единица электрического сопротивления – Ом (Ω – омега). На практике чаще используются ее производные – килоом (кОм, 1000 Ом) и мегаом (МОм, 10^6 Ом).

Помните, что электрический ток не циркулирует самостоятельно. Для того чтобы он возник, необходимо приложить электрическое поле, разность потенциалов которого на концах проводника создает ток. Разность потенциалов называется *электрическим напряжением*. Единица напряжения – вольт (В).

Между названными электрическими величинами существует определенное соотношение, сформулированное в законе Ома: ток в проводнике прямо пропорционален приложенному к нему напряжению и обратно пропорционален его сопротивлению

$$\text{Ток} = \frac{\text{Напряжение}}{\text{Сопротивление}} \Rightarrow I = \frac{U}{R}.$$

При известных двух величинах можно определить третью:

$$\text{Напряжение} = \text{Сопротивление} \times \text{Ток} \Rightarrow U = R \times I,$$

$$\text{Сопротивление} = \frac{\text{Напряжение}}{\text{Ток}} \Rightarrow R = \frac{U}{I}.$$

Таким образом, резисторы в схеме служат для того, чтобы обеспечивать в цепи падение напряжения, пропорциональное величине протекающего тока, а выделяющуюся при этом энергию рассеивать в виде тепла. Они также позволяют стабилизировать некоторые характеристики активных компонентов (транзисторов и др.).

Разнообразие функций обусловило множество видов резисторов. В приводимых устройствах будут использоваться только керамические металлизированные резисторы с небольшой рассеиваемой

мощностью, как правило, 0,25 и 0,5 Вт. Данная характеристика является показателем их способности рассеивать тепло в воздушной среде при условии, что их собственная температура не достигает предельно допустимой. Мощность рассеивания, выраженная в ваттах, обуславливается силой тока, протекающего по резистору, и падением напряжения на нем:

$$P_w = U \times I.$$

Применяя закон Ома, упомянутый выше, можно также записать:

$$P = RI^2 = \frac{U^2}{R}.$$

Существуют резисторы (чаще проволочные) большой мощности – на несколько ватт и даже несколько десятков ватт.

Общий вид постоянных резисторов представлен на рис. 1.1.

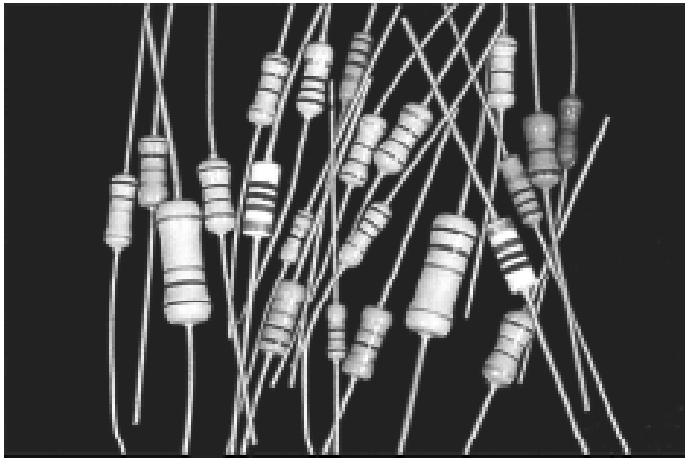


Рис. 1.1. Постоянные резисторы

Номиналы резисторов могут указываться не в цифрах, а цветовым кодом (табл. 1.1).

Для определения номинала необходимо начинать чтение с первого кольца, расположенного ближе к краю корпуса резистора.

Четвертое кольцо – как правило, золотого цвета – означает, что допуск указанного номинала составляет 5%. Указанный допуск позволяет вычислить пределы разброса величины сопротивления резистора. Речь идет о точности значения его сопротивления. Например,

сопротивление резистора в 10000 Ом $\pm 5\%$ (коричневый, черный, оранжевый, золотой) может быть от 9500 до 10500 Ом. При монтаже приводимых в книге схем используются резисторы с допуском $\pm 5\%$.

Таблица 1.1. Цветовая кодировка резисторов

Цвет	Первая и вторая цифры номинала	Множитель	Точность
Черный	0	1	1%
Коричневый	1	10	2%
Красный	2	10^2	
Оранжевый	3	10^3	
Желтый	4	10^4	
Зеленый	5	10^5	
Синий	6	10^6	
Фиолетовый	7	10^7	
Серый	8		
Белый	9		
Золотой		0,1	5%
Серебряный		0,01	10%

Итак, первое кольцо указывает первую цифру номинала, второе – вторую, третье – количество нулей, следующих за двумя первыми цифрами. Например, сопротивление 15 кОм (15000 Ом) будет иметь следующую цветовую маркировку: коричневый (1), зеленый (5), оранжевый (3 нуля).

При отсутствии резистора необходимого номинала можно заменить его, соединив имеющиеся последовательно либо параллельно (рис. 1.2).

При последовательном соединении (цепочкой) получается эквивалентное сопротивление, равное сумме сопротивлений двух резисторов:

$$R = R_1 + R_2.$$

При параллельном соединении резисторов суммарное сопротивление определяется по формуле

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}.$$

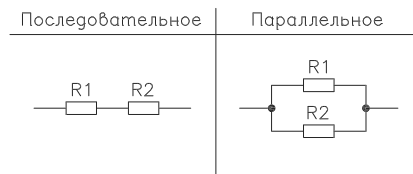


Рис. 1.2. Последовательное и параллельное соединения резисторов

Переменные сопротивления

Выше были рассмотрены постоянные резисторы, но в приводимых схемах иногда будят использоваться и переменные.

На рис. 1.3 в общем виде представлены некоторые типы переменных и подстроечных резисторов. Обратите внимание: переменные сопротивления не рассчитаны на большую мощность. Типичное значение рассеиваемой мощности равно 100 мВт, поэтому их применение ограничено.



Рис. 1.3. Переменные резисторы (потенциометры)

Наряду с регулируемыми существуют и переменные резисторы, снабженные бегунком, так называемые *потенциометры*. Они (по крайней мере, модели с осевым бегунком) имеют три вывода, крайние из них соответствуют общему значению сопротивления резистора (изготовленного в форме подковы), а центральный – соединяется с бегунком, перемещающимся вдоль него.

Потенциометры позволяют делить входное напряжение в пропорции, определяемой положением бегунка. При использовании только двух выводов из трех (одного из крайних выводов и вывода бегунка) потенциометр будет функционировать как обыкновенный регулируемый резистор.

У переменных резисторов двойного назначения (совмещающих функции потенциометра и выключателя) в конце хода бегунка приводится в действие выключатель, как у обычного радиоприемника.

Существуют также потенциометры с линейным элементом сопротивления и соответственно линейным перемещением бегунка. Их номиналы обычно маркируются «открытым текстом», то есть в числовой форме, сопровождаемой прописной буквой, которая обозначает закон изменения сопротивления резистора. Например, буква А указывает на линейное изменение сопротивления от угла поворота бегунка, буква L – на логарифмическое.

КОНДЕНСАТОРЫ

Конденсаторы постоянной емкости

Конденсаторы, как и резисторы, являются самыми распространенными *пассивными компонентами* электронных схем.

Конденсатором называются две металлические пластины, размещенные друг против друга, но не соприкасающиеся между собой. Размеры пластин, расстояние между ними, свойства материала (диэлектрика), заполняющего промежутки, – факторы, определяющие емкость конденсатора.

Основным свойством конденсатора является его способность накапливать на своих пластинах электрические заряды противоположных знаков. Эта физическая характеристика называется *емкостью*. Единица емкости – фарада (Ф). Емкость конденсаторов электронных схем очень мала, поэтому для ее обозначения применяются дробные производные фарады – микрофарада (мкФ, 10^{-6} Ф), нанофарада (нФ, 10^{-9} Ф) и пикофарада (пФ, 10^{-12} Ф).

Существует множество видов конденсаторов, различающихся, главным образом, по материалу диэлектрика.

Миниатюрные конденсаторы, применяющие в качестве диэлектрика политерафталатэтилен (типа Milfeuil/Thomson и МКН/Siemens) с номиналами от 1 нФ до 2,2 мкФ, способны выдерживать рабочее напряжение от 63 до 250 В в зависимости от типа. Некоторые типы конденсаторов представлены на рис. 1.4.

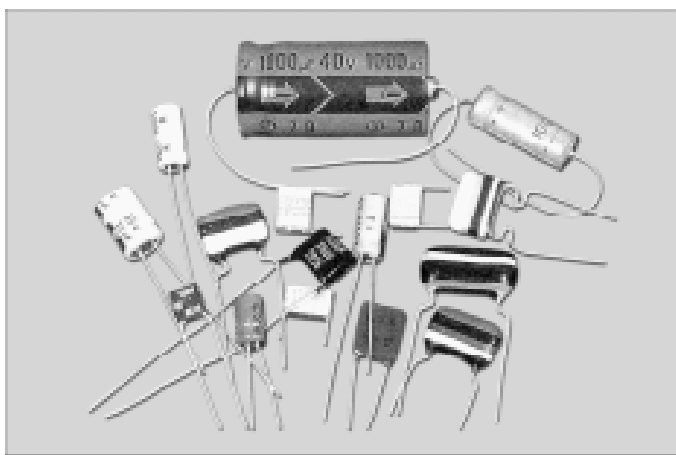


Рис. 1.4. Конденсаторы постоянной емкости

При более значительном напряжении (до 400 В) рекомендуется использовать конденсаторы на основе пластиковой пленки, с номиналом от 1 нФ до 4,7 мкФ. Существуют также конденсаторы (диэлектрик – полистирол), способные работать под напряжением до 1000 В. Они выпускаются с номиналами от 10 до 470 нФ. Миниатюрные конденсаторы обычно изготавливаются из многослойной керамики.

Как правило, конденсаторы производятся с допуском по номиналу от ± 5 до $\pm 20\%$ в зависимости от типа. Допуск, как и маркировка, указывается в цифровой форме.

Электрохимические, или электролитические, конденсаторы отличаются от названных, во-первых, «полярностью», то есть наличием положительного и отрицательного полюсов, во-вторых, большей емкостью.

Их номинал и предельное рабочее напряжение указываются на корпусе цифрами. Предельное напряжение превышать не следует. Приводимые в книге схемы функционируют от напряжения примерно в 9 В, рабочее напряжение применяемых в них конденсаторов – 16 В. Можно использовать модели и с более высоким рабочим напряжением, например 25 В, но они будут занимать больше места при той же емкости.

К электролитическим конденсаторам относятся также танталовые конденсаторы, имеющие при равной емкости значительно меньшие габариты.

При отсутствии конденсатора необходимого номинала можно заменить его, соединив соответствующим образом несколько имеющихся. При последовательном соединении суммарная емкость равна

$$C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2},$$

при параллельном соединении

$$C = C_1 + C_2.$$

Таким образом, правило расчета последовательного и параллельного соединения для конденсаторов противоположно правилу расчета для резисторов.

Переменные конденсаторы

Если вы решите собрать, например, небольшой радиоприемник, вам понадобится *переменный конденсатор*, состоящий из двух комплектов пластин, один из которых фиксирован, другой – подвижен (рис. 1.5). Модифицируя площадь взаимодействующих пластин, изменяют емкость конденсатора. При расположении пластин друг над другом емкость максимальна.

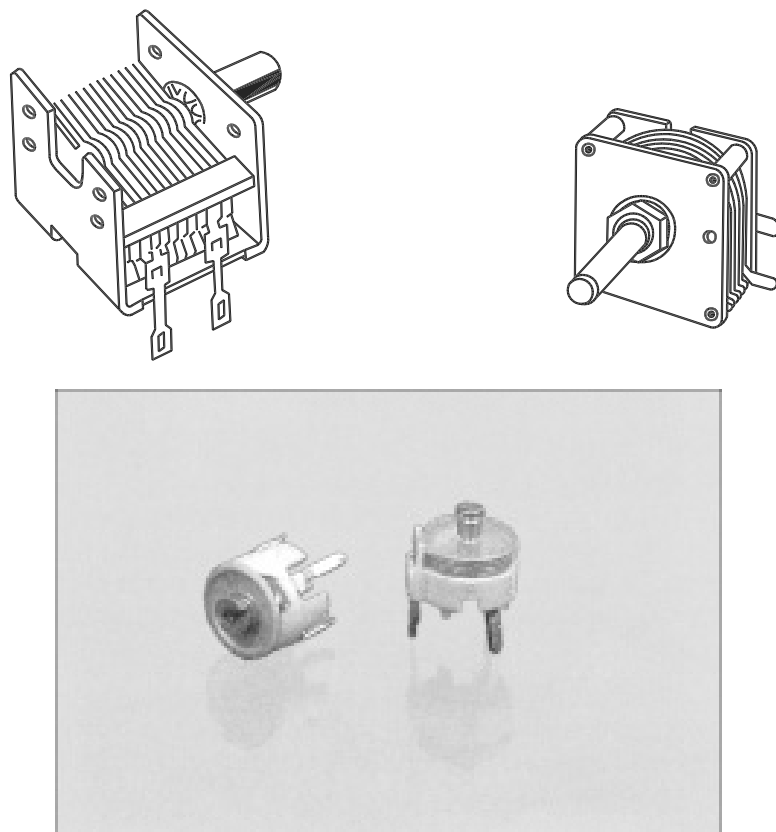


Рис. 1.5. Переменные конденсаторы

Для уменьшения размеров при изготовлении «плоских» переменных конденсаторов в качестве диэлектрика иногда используют слюду. Выпускаются переменные конденсаторы и на базе керамики.

РЕЛЕ

Реле в основном выполняет дистанционные переключения – замыкание или размыкание электрической цепи под действием электрического импульса или постоянно протекающего тока.

Самое простое реле состоит из электромагнита с сердечником из магнитомягкого железа. Обмотка электромагнита выполняется из медной проволоки. Вблизи одного из его полюсов закреплено подвижное поворотное устройство, притягиваемое к магниту при возбуждении

обмотки. С другой свободной стороны расположен гибкий контакт (один или несколько), замыкающий или размыкающий электрическую цепь в паре со вторым контактом, установленным на неподвижном основании. Когда подвижное устройство притягивается к сердечнику, контакты замыкаются. Если ток в электромагните прерывается, сила упругости подвижных контактов (или специальной пружины) отводит подвижное устройство от сердечника, и контакты размыкаются.

Реле может иметь несколько групп контактов, работающих как на замыкание, так и на размыкание контактов (рис. 1.6). Здесь используются электромагнитные реле, функционирующие при напряжении от 6 до 12 В и имеющие одну или несколько групп контактов.

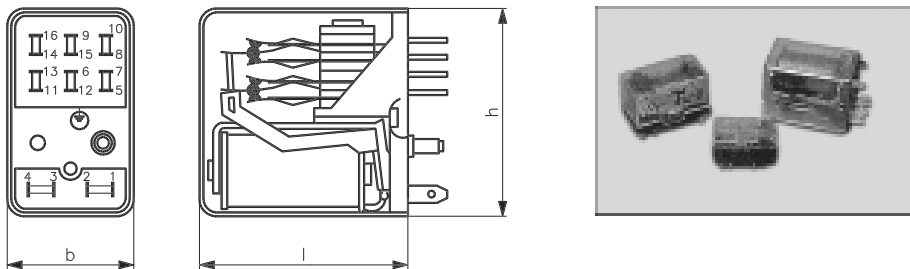


Рис. 1.6. Реле

ДРУГИЕ ВИДЫ РЕЗИСТОРОВ

Кроме обычных постоянных и переменных резисторов, сопротивление которых либо фиксировано, либо зависит от механического перемещения ползунка, существуют резисторы, сопротивление которых меняется под воздействием света или температуры. Зависимость сопротивления от варьирующих факторов носит нелинейный характер.

Фоторезисторы

Фоторезистор с полным правом может быть отнесен к полупроводниковым приборам, например, сопротивление фоторезистора из сернистого кадмия зависит от количества падающего на него света. В темноте резистор имеет очень высокое сопротивление – около одного мегаома, но при освещении оно снижается до нескольких сотен ом. Это свойство нашло широкое применение в электронных схемах.

У фоторезистора два вывода, как и у обычного резистора (рис. 1.7). Иногда их корпуса изготавливаются из прозрачной пластмассы.

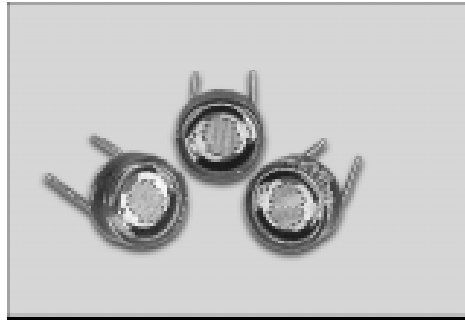
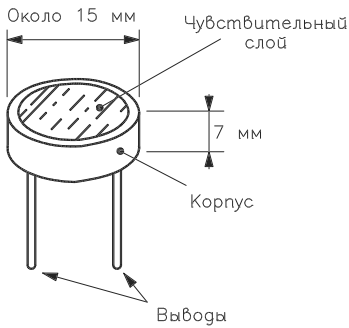


Рис. 1.7. Фоторезисторы

Термисторы

К нелинейным резисторам относятся также *терморезисторы*, или *термисторы*. Выполняются они из полупроводникового материала и, как правило, имеют форму капли (рис. 1.8).

Особенность данных компонентов заключается в том, что при снижении температуры их сопротивление увеличивается, а при повышении – уменьшается. Благодаря этим свойствам терморезисторы используются в электронных термостатах, термометрах или детекторах гололедицы.

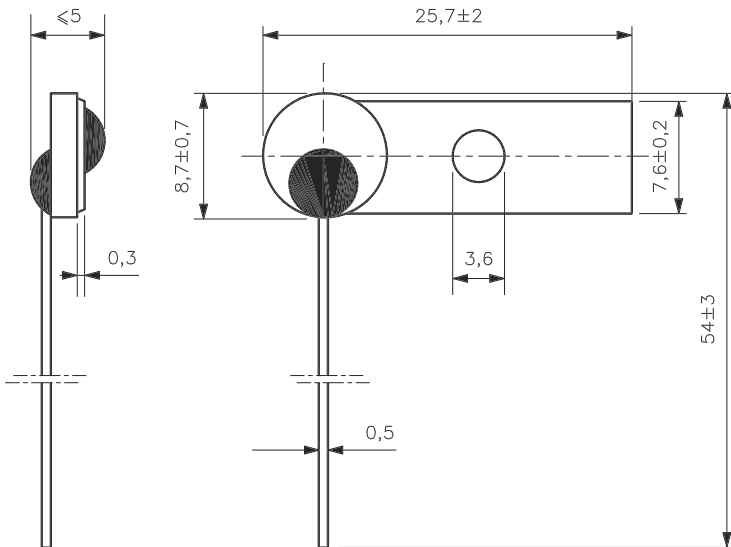


Рис. 1.8а. Термисторы

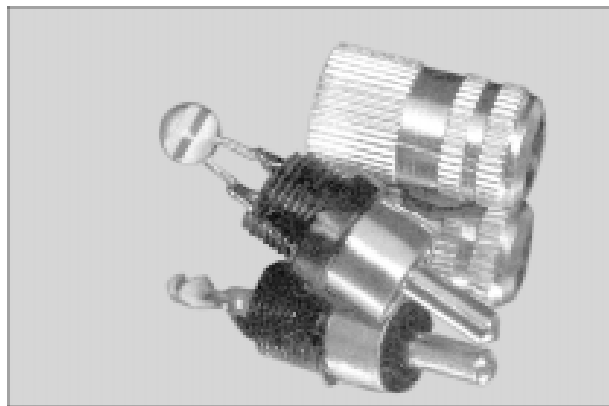


Рис. 1.8б. Термисторы

НАУШНИКИ И ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

В ряде устройств придется использовать *наушник* или маленький *динамик*, поэтому необходимо подробнее рассказать о них.

Основу наушника составляет магнит, имеющий две катушки (обмотки), которые находятся на его противоположных полюсах. Перпендикулярно полюсам расположена упругая круглая мембрана из магнитного материала. Края мембраны прижимаются крышкой к корпусу наушника. Магнитный поток замыкается через мембрану. Ток, проходящий через катушки, изменяет величину магнитного потока, за счет чего мембрана сильнее или слабее притягивается к магниту. Таким образом, изменения тока преобразуются в колебания мембраны и воздуха. Если через катушки проходит ток звуковой частоты – слышен звук.

Таково устройство простейшего наушника. В продаже имеются более сложные модели – Hi-Fi и модели для прослушивания специальных эффектов. Существуют и миниатюрные версии динамиков. При покупке следует уточнять их входное сопротивление (омическое, активное сопротивление на соединительных контактах), которое, в зависимости от типа устройства, может быть от единиц до сотен ом.

Громкоговоритель, или динамик, является электроакустическим излучателем, преобразующим электрический сигнал в звуковые волны, которые можно услышать (рис. 1.9).

Несмотря на значительное изменение технологии изготовления, общий принцип работы громкоговорителей остался прежним.

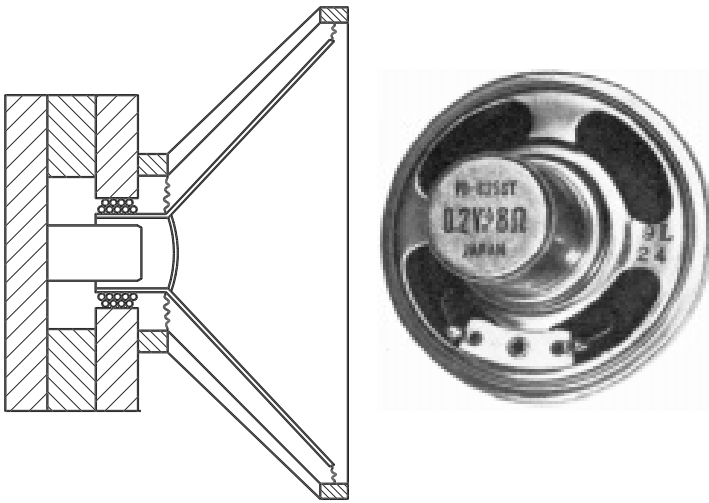


Рис. 1.9. Динамики

Громкоговоритель состоит из прессованной бумажной мембраны в форме конуса, укрепленной по краям на металлическом корпусе. В центральной части расположен бумажный цилиндр с намотанной на него катушкой.

Катушка находится в зазоре между кольцевым магнитом и цилиндрическим сердечником. Магнитное поле здесь достаточно сильное. Если через катушку пропустить постоянный ток, то в зависимости от его направления катушка сместится вперед или назад. Если пропускать переменный ток, изменяющий направление, например, тысячу раз в секунду (частотой 1000 Гц), то катушка также будет втягиваться или выталкиваться тысячу раз в секунду, и будет ясно слышна нота.

Модели громкоговорителей различаются диаметром и формой. В приводимых схемах используются только маленькие модели невысокого качества, но каждый раз требования по сопротивлению подвижной катушки будут уточняться.

ПОЛУПРОВОДНИКИ

Общие сведения о полупроводниках

Принцип действия *диодов*, *транзисторов* и других так называемых *активных компонентов* основан на свойствах полупроводниковых материалов. В электронике традиционно использовались два класса

материалов – изоляторы и проводники. Первые оказывают сильное сопротивление прохождению через них электрического тока, через вторые он протекает практически беспрепятственно. Промежуточным вариантом являются полупроводниковые материалы, или полупроводники, по свойствам аналогичные изоляторам, но способные при особых условиях пропускать электрический ток.

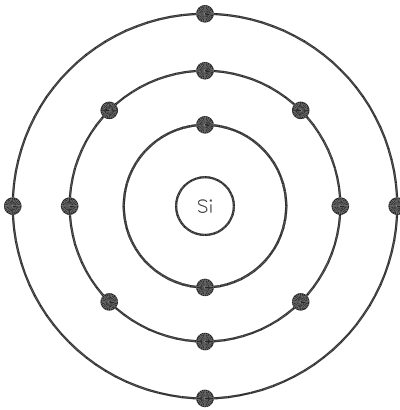


Рис. 1.10. Структура атома кремния

На сегодняшний день самым распространенным полупроводником является кремний, базовый материал для изготовления современных диодов и транзисторов. В чистом виде кремний не обладает большой проводимостью. Действительно, атом кремния имеет ядро с положительным зарядом, равным 14, который компенсируется отрицательными зарядами четырнадцати электронов, вращающихся вокруг ядра. Они распределены по трем периферийным слоям (рис. 1.10).

Свойства кремния определяют четыре валентных электрона, расположенные в последнем слое; другие электроны слишком тесно связаны с ядром, чтобы иметь какое-нибудь значение.

Проводимость может изменяться в широких пределах за счет добавления незначительного количества примесей (мышьяка, бора или индия). Это «внедрение» нарушает архитектуру атомов, образующих кристалл. При обычной температуре кремний (как и любой другой полупроводник) располагает незначительным количеством свободных электронов. Атомы примесей бывают двух видов: одни, имеющие избыток электронов, способны отдавать их атомам кремния, другие отбирают электроны у атомов кремния, образуя при этом пробелы в структуре атома, так называемые *дырки*. И дополнительные свободные электроны, и дырки способны передвигаться внутри кристалла. Их перемещения и создают электрический ток.

Характер проводимости и сопротивление, таким образом, зависят от свойств примесей. В связи с этим различают две категории полупроводников – кремний типа *n*, или отрицательный, потому что он обладает избыточным числом электронов, и кремний типа *p*, или положительный, поскольку он не имеет их в достаточном количестве

(избыток дырок)*. Первый может быть получен добавлением примесей мышьяка, второй – примесей бора или индия. Эта технология обычно называется введением допинга, или стимулированием.

Таким образом, можно сделать вывод, что чистый кремний содержит большое число электронов и дырок. Однако они остаются тесно связанными с атомами, что и предопределяет плохую проводимость кремния.

Если ввести в кремний, например, фосфор, некоторое число электронов сможет легко перемещаться. С введением в кремний бора, в свою очередь, будут легко перемещаться дырки (эквивалентные положительным зарядам).

Следовательно, кремний, стимулированный фосфором, – это кремний типа *n*, так как при этом смогут перемещаться отрицательные электроны. Кремний, стимулированный бором, называется кремнием типа *p*, поскольку тогда смогут перемещаться положительные заряды.

Диоды

Полупроводниковый диод образуется простым соединением кристалла типа *n* с кристаллом типа *p*. Электроны в таком *p–n* переходе могут перемещаться из кристалла *n*, где их избыток, к кристаллу *p*, где они в дефиците, но исключительно в одном направлении. В полупроводниковых приборах процессы перемещения зарядов происходят в кристалле (твердом теле), а в электронных лампах – в вакууме.

При соединении двух кристаллов чистого кремния ничего подобного не произойдет, даже если подключить к ним источник напряжения, поскольку избыточные носители заряда не образуются.

Проведя исследование *p–n* перехода с помощью батарейки и измерительного прибора (амперметра), вы обнаружите, что ток легко протекает через переход, если кристалл кремния *p* соединен с положительным полюсом батареи, а кристалл *n* – с отрицательным. При изменении полярности батарейки тока нет. Эта односторонняя проводимость объясняется тем, что противоположные заряды (электронов и дырок) устремляются друг к другу. Поскольку электроны могут перемещаться только в пределах своего кристалла кремния, силы притяжения сместятся, следовательно, к переходу между кремнием *n* и *p*. Электроны кремния *n* привлекаются дырками кремния *p* к переходу с такой силой, что некоторые из них пересекут его. Аналогичная ситуация наблюдается и с дырками слоя кремния *p*.

* *n* (negatif) – отрицательный (–), *p* (positif) – положительный (+). – *Прим. перев.*

Отрицательный полюс батареи пытается «перегнать» электроны кремния n к кремнию p , в то время как положительный полюс является «магнитом» для электронов. Под влиянием всех этих сил электроны пересекают переход.

При изменении полярности батарейки ток не возникнет, поскольку заряды не смогут пересечь p – n переход, так как на границе перехода образуется энергетическое препятствие, называемое *потенциальным барьером*.

Существует огромное количество различных типов диодов (рис. 1.11), предназначенных главным образом для выпрямления тока. Отличаются они в основном технологией изготовления и характеристиками. Диоды, пропуская ток только в одном направлении, преобразуют переменный ток в постоянный. Они имеют два электрода: катод, соответствующий кристаллу типа n , и анод, соответствующий кристаллу типа p .

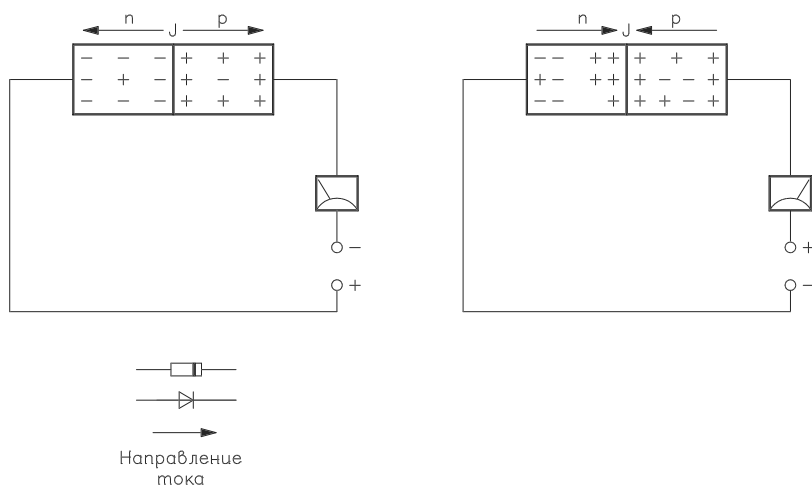


Рис. 1.11. Диоды

Широкое применение находят диоды с мощным электронно-дырочным переходом, используемые главным образом для выпрямления переменного тока. В одном корпусе могут быть скомпонованы четыре диода, образующие диодный мост, который предназначен для выпрямления обеих фаз переменного тока. Диоды малой мощности используются

в устройствах электронной логики и для детектирования радиосигналов. Их часто называют *сигнальными диодами*.

Существуют также диоды для стабилизации напряжения – *стабилитроны*. При подаче на них обратного напряжения они способны поддерживать на катоде фиксированный потенциал с большой точностью.

Наконец, существуют светоизлучающие диоды (*светодиоды*), которые при прохождении через них тока начинают светиться. Выпускаются обычно диаметром 3 или 5 мм, красного, зеленого или желтого цвета свечения.

Транзисторы

Транзистор является более сложной полупроводниковой структурой, чем диод. Он состоит из трех слоев кремния с разной проводимостью. Это могут быть структуры типа $p-n-p$ или $n-p-n$. Функционирование транзисторов также основывается на свойствах $p-n$ переходов.

Центральный, или средний, слой называют *базой* (Б), два других – соответственно *эмиттер* (Э) и *коллектор* (К). Структура транзистора $n-p-n$ приведена на рис. 1.12. Введя слой кремния p между двумя слоями кремния n , можно получить, транзистор $p-n-p$.

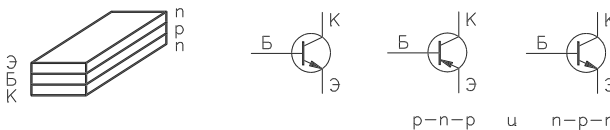


Рис. 1.12. Транзисторы $n-p-n$ и $p-n-p$

Следует отметить, что существенной разницы между двумя названными типами транзисторов нет и все предлагаемые схемы могут быть смонтированы с тем или другим при соблюдении соответствующей полярности источника питания.

На рис. 1.13 приведено схемное изображение транзисторов (их символы, используемые в схемах). Транзистор $p-n-p$ отличается от транзистора $n-p-n$ направлением стрелки эмиттера.

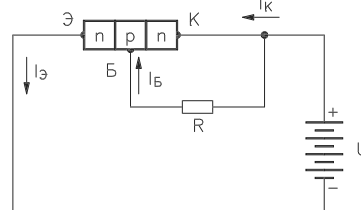


Рис. 1.13. Транзисторный эффект

Для обеспечения правильного функционирования транзистора полярность напряжения, приложенного к его коллектору, должна соответствовать центральной букве его типа.

Объединение этих пар переходов приводит к проявлению чрезвычайно интересного свойства, именуемого *транзисторным эффектом*.

Если к транзистору между коллектором и эмиттером приложить напряжение, тока практически не будет. Если же произвести подключение в соответствии со схемой рис. 1.13, где на базу через ограничивающее сопротивление (чтобы не повредить транзистор) подается напряжение, то через коллектор будет проходить ток более сильный, чем ток базы. При повышении тока базы ток коллектора также будет увеличиваться. С помощью измерительного прибора можно определить соотношение токов базы, эмиттера и коллектора.

Это можно проверить простым способом. Если сохранить напряжение питания, например, на уровне 4,5 В, изменив значение сопротивления в цепи базы с R до $R/2$, ток базы удвоится, пропорционально увеличится и ток коллектора (табл. 1.2).

При $I_B = 1$ мА ток коллектора равен 98 мА, а при $I_B = 2$ мА он увеличивается до 198 мА.

Таблица 1.2. Результаты экспериментальной проверки усилительных свойств транзистора

U = 4,5 В Сопротивление = R	U = 4,5 В Сопротивление = 1/2 R
$I_B = 1$ мА	$I_B = 2$ мА
$I_3 = 100$ мА	$I_3 = 200$ мА
$I_K = 99$ мА	$I_K = 198$ мА

Следовательно, при любом напряжении на сопротивлении R ток коллектора будет в 99 раз больше тока базы, то есть транзистор имеет коэффициент усиления по току равный 99. Этот коэффициент обозначают буквой β . Другими словами, транзистор усиливает ток базы в 99 раз. Например, транзисторы BC108A, BC108B и BC108C примерно с теми же характеристиками имеют коэффициенты усиления соответственно 100, 200 и 300.

На базу транзистора можно подать и переменное напряжение. Но необходимо, чтобы транзистор работал в линейном режиме. Для нормального функционирования в линейном режиме транзистору следует

подать на базу постоянное напряжение смещения и подвести переменное напряжение, которое он будет усиливать.

Таким образом, транзисторы усиливают слабые напряжения, поступающие с фотоэлектрической ячейки или микрофона, до уровня, который способен «привести в действие» наушник или громкоговоритель в цепи коллектора. Если коэффициент усиления не достаточен, можно использовать несколько транзисторов или их последовательных каскадов. Чтобы при соединении каскадов не нарушать режимов работы каждого из них по постоянному току (при которых обеспечивается линейность), используют разделительные конденсаторы, пропускающие переменный ток, но не пропускающие постоянный.

Биполярные транзисторы (структуры $p-n-p$ и $n-p-n$) обладают электрическими характеристиками, обеспечивающими им определенные преимущества по сравнению с другими усилительными компонентами.

Транзисторы полевые и однопереходные

Кроме классических биполярных транзисторов существуют и так называемые *униполярные транзисторы*, например *однопереходные* и *полевые*, основанные на полевом эффекте FET (Field Effect Transistor). Как и биполярные, они бывают двух типов и имеют три электрода (рис. 1.14). Электродами полевых транзисторов являются: затвор – З, сток – С, соответствующий коллектору, и исток – И, отождествляемый с эмиттером.

Полевые транзисторы с n - и p -каналом различают по направлению стрелки затвора. Питание полевых транзисторов с p -каналом аналогично питанию биполярных $p-n-p$ транзисторов, полевых транзисторов с n -каналом – $n-p-n$ транзисторов.

Однопереходные транзисторы (рис. 1.15), которые иногда называют *двухбазовыми диодами*, в основном используются в схемах генераторов импульсных периодических сигналов.

Необходимо упомянуть о трех фундаментальных схемах включения биполярных транзисторов в усилительном каскаде. Это схемы



Рис. 1.14. Полевые транзисторы



Рис. 1.15. Однопереходный транзистор

с общим эмиттером, общим коллектором и общей базой. Они дали названия соответствующим усилительным каскадам.

Существует простое правило для определения типа каскада:

1. Найти электрод, по которому сигнал подается на транзистор.
2. Найти электрод, по которому сигнал выходит из транзистора.
3. Оставшийся электрод определяет имя каскада.

Интегральные микросхемы

Транзисторы по сравнению с радиолампами позволили значительно уменьшить объем радиоэлектронной аппаратуры и снизить потребляемую мощность и стоимость. Однако постоянное усложнение схем, огромное количество используемых пассивных компонентов выдвинули требование дальнейшей миниатюризации. Так возникла идея расположить внутри одного корпуса с большим числом выводов несколько транзисторов со всеми компонентами, необходимыми для их работы.

Корпуса с 8, 14, 16 и даже с 24 выводами называются *интегральными микросхемами*. Они значительно расширяют функциональные возможности устройств и упрощают монтаж, поскольку требуют лишь нескольких периферийных компонентов.

Единственная проблема применения микросхем заключается в том, что детально отслеживать работу отдельных каскадов и транзисторов стало невозможно. В этих условиях задача любителя сводится к использованию различных выводов согласно имеющейся документации на микросхему.

Тиристоры и симисторы

Тиристоры и *симисторы* – это полупроводниковые приборы, играющие роль мощных электронных переключателей. Как и транзисторы, в зависимости от поступившего пускового сигнала, они могут быть открыты или закрыты. Они имеют три электрода, два из которых служат для коммутации рабочего тока управляемых устройств – анод (А) и катод (К). Третий – управляющий электрод (УЭ) – служит для запуска (рис. 1.16).



Рис. 1.16. Тиристор и симистор

Обозначение тиристора похоже на обозначение диода, к которому добавили управляющий электрод. Это обусловлено тем, что тиристоры являются электронными приборами, проводящими ток только в одном направлении.

Тиристоры могут служить коммутатором только положительного полупериода переменного напряжения. Они играют роль выпрямителя, поэтому на представленной схеме (рис. 1.17а) лампа накаливания, являющаяся нагрузкой и включенная последовательно с тиристором, получает напряжение питания, равное приблизительно половине входного сетевого напряжения 220 В.

Существуют схемы включения тиристоров в диагональ выпрямительного (диодного) моста, позволяющие коммутировать оба «выпрямленных» полупериода входного напряжения. Можно также использовать два тиристора, соединенных встречно-параллельно, создав, таким образом, подобие симистора (рис. 1.17б).

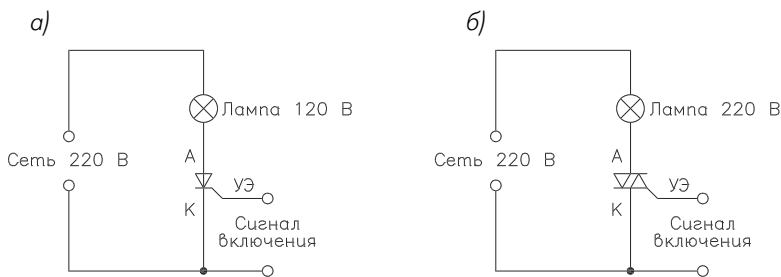


Рис. 1.17. Использование тиристоров и симисторов

Симистор является двунаправленным прибором, способным играть роль выключателя при положительных и отрицательных половинах фазы входного переменного напряжения. Принцип его действия иллюстрируется примером коммутации классической лампы накаливания.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ

Чтобы перейти к практическому монтажу схем, необходимо знать условные обозначения компонентов (рис. 1.18, 1.19 и 1.21). Внешний вид транзисторов различных типов представлен на рис. 1.20.

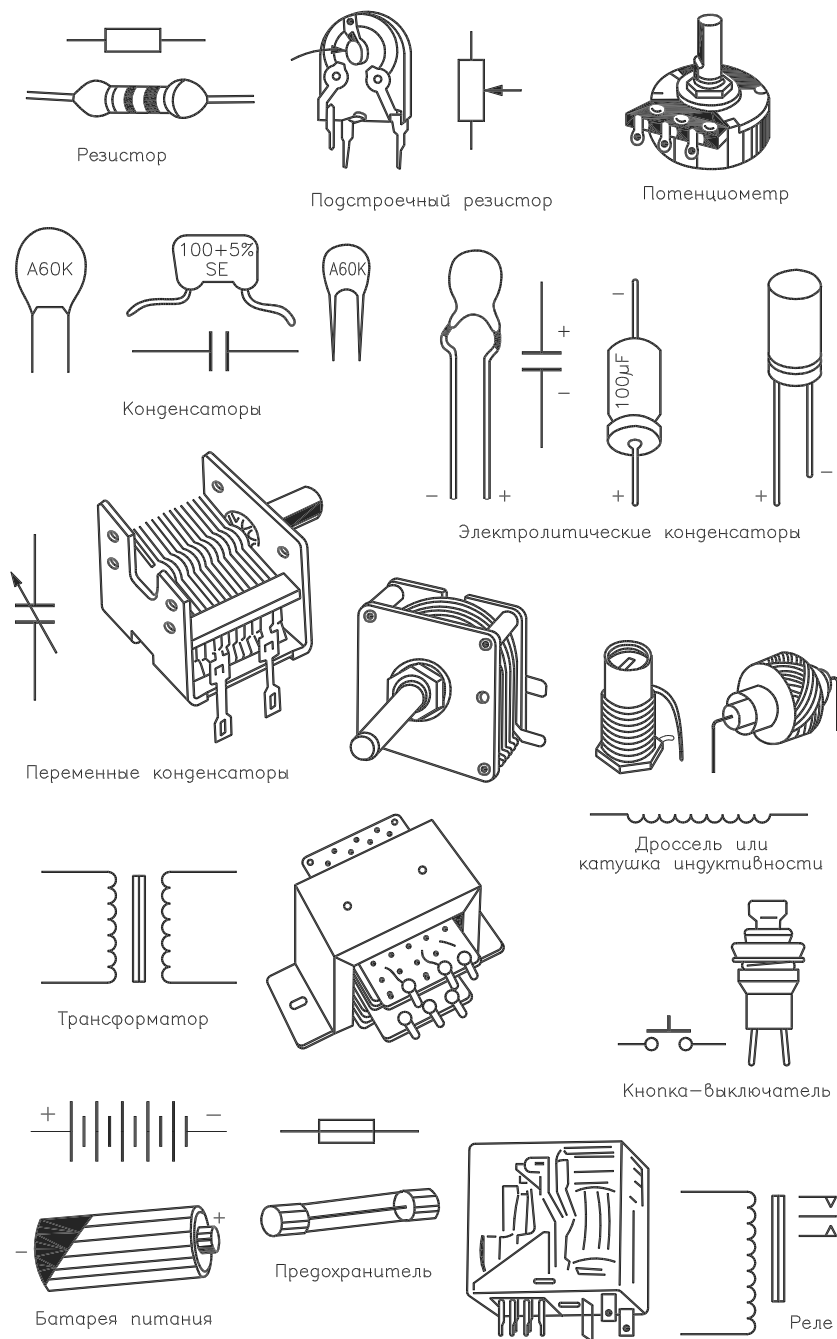


Рис. 1.18. Условные обозначения электронных компонентов

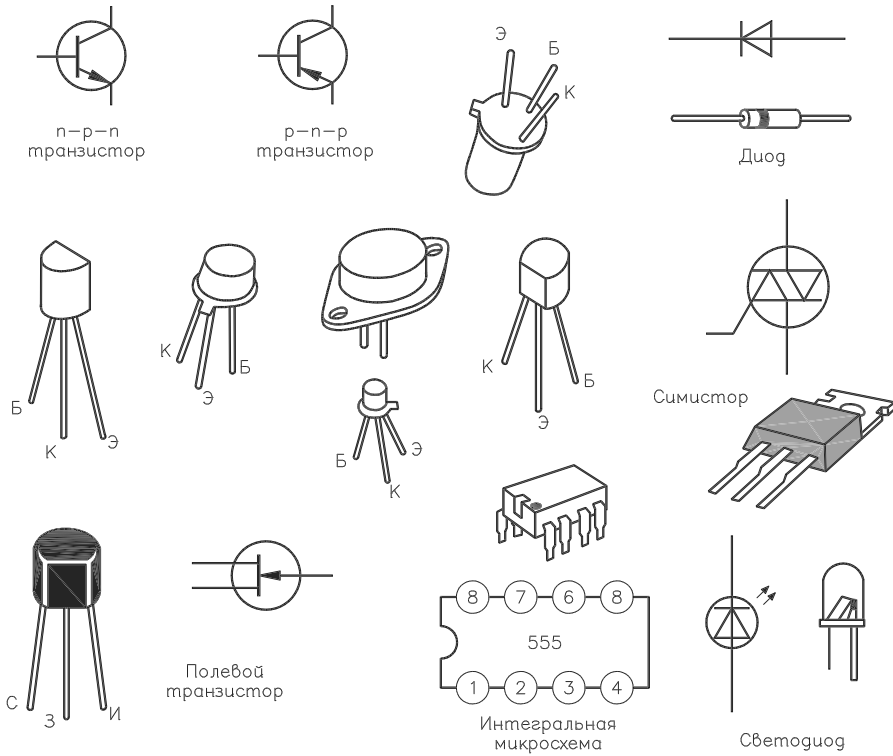


Рис. 1.19. Условные обозначения активных компонентов

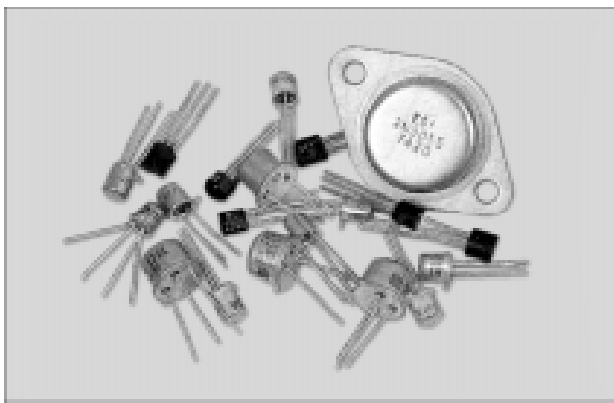


Рис. 1.20. Транзисторы

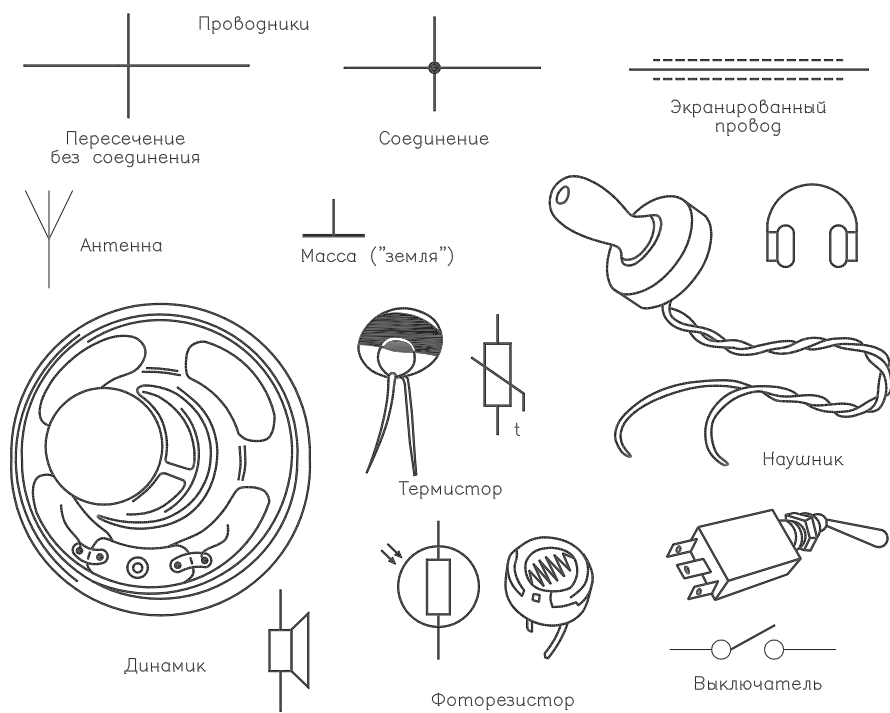


Рис. 1.21. Условные обозначения электронных компонентов

1	Знакомство с элементной базой	11
----------	-------------------------------	----

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Необходимые инструменты	36
Изготовление печатных плат	38
Монтаж компонентов	41
Меры безопасности	41

3	Используемые активные компоненты	43
4	Описания устройств	57
5	Приложение	201

НЕОБХОДИМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Для качественного выполнения монтажа всех предложенных экспериментальных схем вам понадобится определенный минимум инструментов.

Несколько основных инструментов

Прежде всего необходим паяльник мощностью не более 30 Вт, с тонким заостренным «жалом» (рис. 2.1).

Учитывая миниатюрные размеры монтажа, понадобятся одна или несколько маленьких отверток с изолированной ручкой (лучше хромированных, чтобы к ним не приставал припой). Кроме того, необходимо иметь, по крайней мере, одни плоскогубцы и кусачки. Щипцы для очистки изоляции также могут пригодиться (рис. 2.2).

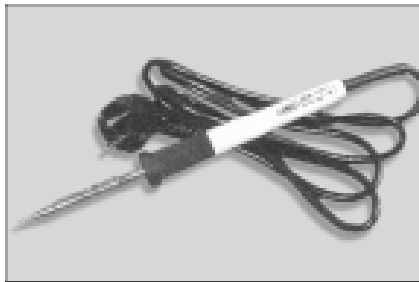


Рис. 2.1. Паяльник – основной инструмент радиолюбителя

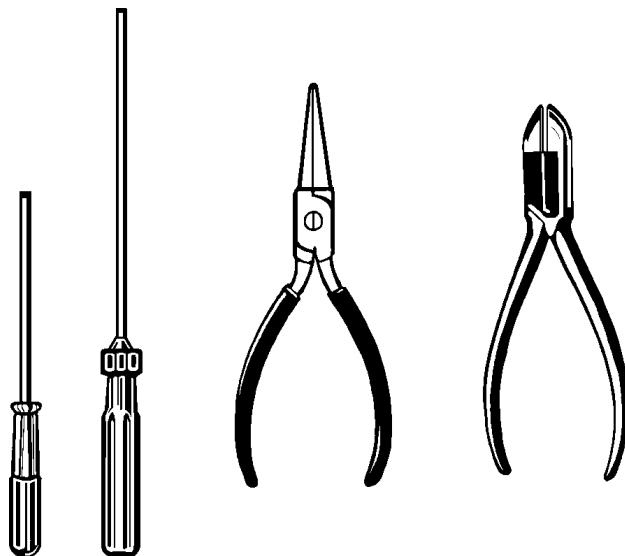


Рис. 2.2. Необходимый минимум инструментов

Мультиметр

Мультиметр является базовым измерительным средством, крайне необходимым как специалистам по электронике, так и радиолюбителям. На рынке их существуют десятки типов. При выборе нужно прежде всего учитывать его назначение. Для домашнего использования достаточно иметь простой, надежный и прочный прибор, с помощью которого можно измерять переменный и постоянный ток, напряжение и сопротивление. Специалисту по электронике необходим мультиметр, обладающий дополнительными возможностями, например измеряющий частоту, емкость, коэффициент усиления транзисторов и тестирующий соединения.

Первый важный выбор производится среди двух больших категорий мультиметров: между теми, у которых индикация измерений осуществляется на стрелочных индикаторах (аналоговые приборы), и цифровыми, где результаты измерений представляются на жидкокристаллических индикаторах.

Оба типа аппаратов имеют свои плюсы и минусы. Преимущество стрелочных измерительных приборов состоит в том, что по ним легко наблюдать характеристики переменных процессов, период изменения которых – порядка секунды. В этом случае можно даже отслеживать «эволюцию» процесса, наблюдая за биением стрелки. Однако приборы со стрелкой отличаются от цифровых более низким входным сопротивлением: от 20 до 40 кОм/В для первых и от 10 до 20 МОм для вторых.

Низкое входное сопротивление может не только отразиться на точности измерений характеристик некоторых электронных схем: протекающий через мультиметр ток способен нарушить функционирование самой схемы.

Мультиметры с цифровой индикацией измеряют электрические величины, производя отсчеты в дискретные моменты времени. Длительность одного отсчета с обработкой в целом длится порядка секунды. При неустойчивости измеряемой величины на экране будут наблюдаться постоянно меняющиеся значения, что может затруднить и даже сделать невозможным их считывание.

Преимущество цифрового мультиметра – отсутствие полярности щупов: при инверсии на экране просто появится «минус». Ни один

стрелочный мультиметр не обладает такими качествами. Кроме того, стрелочный мультиметр должен иметь большое количество градуированных шкал на лицевом табло стрелочного индикатора, что совсем не облегчает чтение показаний. В цифровых аппаратах выбор чувствительности зависит от числа знаков индикации. Существуют мультиметры, способные отображать значения в пределах 2000 (индикация с 0000 до 1999), в пределах 4000 (с 0000 до 3999), 10000 (с 0000 до 9999) и даже 20000 (с 00000 до 19999).

Некоторые конструкторы пытались объединить два типа приборов в одном корпусе. На рынке появились аппараты со стрелочной и цифровой индикацией. Но чаще можно встретить цифровые измерители со шкальной индикацией, в которых сектора жидких кристаллов располагаются вдоль прямой или дуговой линии и высвечиваются последовательно, подобно движению стрелки. Частота обновления и скорость вывода данных в этом случае значительно выше, чем при цифровой индикации.

Наконец, при выборе мультиметра не нужно упускать из виду общие характеристики, такие, как чувствительность (наименьшее значение, на которое мультиметр реагирует), точность (значение относительной ошибки измерения), электрическая защита (от высоких напряжений) и механические параметры (сопротивление ударам и вибрации).

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Платы устройств, описания которых представлены в книге, в целом отличаются достаточно простой конфигурацией, а проводники «не зажаты». Методов их изготовления достаточно много. Простейший состоит в том, чтобы на фольгированную сторону текстолита, предварительно обезжиренную, перенести (рис. 2.3) различные самоклеющиеся элементы с переводного листа типа Месапорма. Речь идет о липких защитных полосках круглой, квадратной или прямоугольной формы.

Медный слой обезжиривается с помощью слегка увлажненной губки, на которую нанесен чистящий порошок. После тщательной зачистки и последующей сушки медная поверхность будет готова к нанесению защитных элементов.

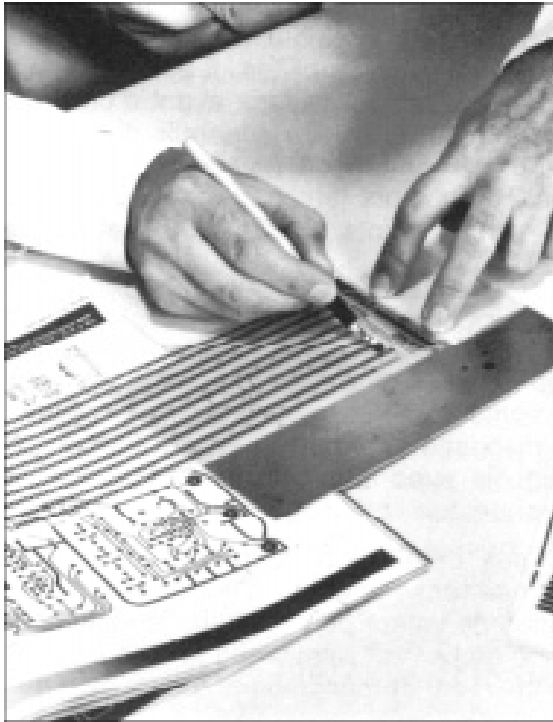


Рис. 2.3. Прямой перенос элементов платы с переводного листа

Другим, более традиционным методом является применение прозрачной пленки или кальки, на которую также может быть перенесен рисунок печатных элементов. Данный метод значительно упрощает процесс. Некоторые ксероксы позволяют непосредственно копировать рисунок на пленку или кальку. При использовании этого метода следует применять текстолит, у которого медь покрыта специальным фоточувствительным слоем – фоторезистом. Калька с чертежом платы прикладывается к нему, и затем производится экспонирование в ультрафиолетовом свете. Вместо освещения ультрафиолетовым источником света можно произвести получасовую экспозицию обычной лампой накаливания на 100 Вт, расположенной в 20 см от фоторезиста. Результат будет таким же (рис. 2.4).

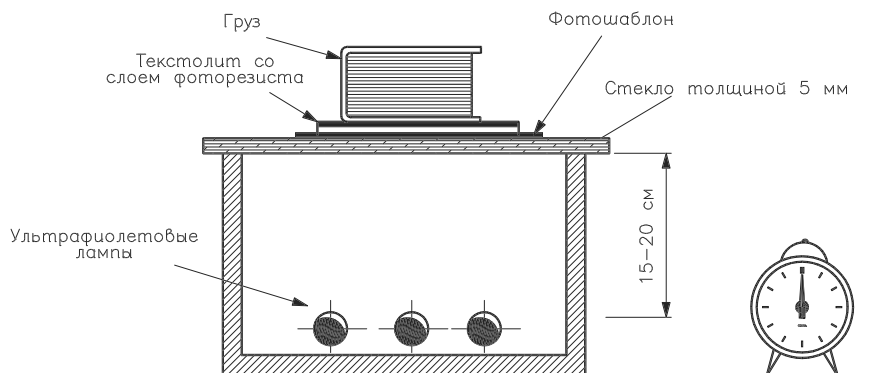


Рис. 2.4. Экспозиция под ультрафиолетовыми лучами

Вслед за экспонированием осуществляется проявление в ванне с содой. Пропорции указываются на упаковке химикатов. После обильной промывки плата готова для химического травления (рис. 2.5).

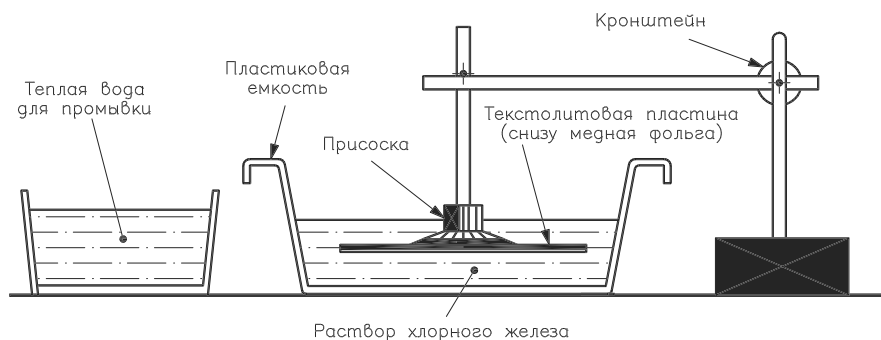


Рис. 2.5. Простой способ травления платы

Для этого плата погружается в ванну с хлорным железом. С целью активизации травления целесообразно перемещать плату в растворе. Процесс может быть ускорен, если раствор немного подогреть (методом «паровой бани»). Используемые емкости должны быть только пластмассовыми.

После травления и промывки в теплой воде необходимо просверлить отверстия в плате для установки компонентов с помощью сверла диаметром 0,8 мм. Некоторые отверстия должны быть расширены до 1–1,3 мм для соответствия диаметру выводов компонентов.

МОНТАЖ КОМПОНЕНТОВ

Наиболее рациональный метод монтажа – установка компонентов в порядке возрастания их высоты. Начинают с более мелких – резисторов, диодов, светодиодов и далее таким же образом.

При монтаже необходимо тщательно соблюдать ориентацию компонентов, имеющих полярность – электролитических конденсаторов, диодов, транзисторов и интегральных схем. Любая ошибка на этом этапе не только снижает вероятность качественной работы схемы, но и может привести к разрушению компонента и повреждению других деталей, функционально связанных с ним.

Другая важная задача заключается в том, чтобы произвести пайку, не перегревая компоненты. Жало паяльника необходимо регулярно очищать. Качественная пайка определяется по характерному блеску. Сероватая и неровная пайка является потенциальной причиной плохой работы схемы.

Интегральные схемы более чувствительны к перегреву, чем пассивные компоненты, поэтому их лучше устанавливать в специальных панельках. Это позволяет избежать их нагрева. Кроме того, при выходе из строя их без труда можно будет извлечь. Наконец, последний совет: монтаж компонентов необходимо производить особо тщательно, исключая любую необдуманную поспешность. Никогда не переходите к следующей операции, не проконтролировав предыдущую.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Некоторые схемы, описанные в книге, рассчитаны на питание от сети напряжением 220 В через емкость, что позволяет избежать традиционного использования громоздкого понижающего трансформатора. Помните – любая точка схемы может иметь по отношению к «земле»

потенциал 220 В. Следовательно, ни о каком манипулировании платой, если она подключена к сети, не может быть и речи. При необходимости регулировки схемы, например, подстроечным резистором, используйте отвертку с рукояткой из пластмассы или используйте в устройствах регулируемые компоненты с изолированной ручкой.

1	Знакомство с элементной базой	11
2	Практические вопросы	35

3 **ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ**

Транзисторы	44
Тиристоры и симисторы	44
Стабилизаторы напряжения	45
Интегральные микросхемы	45

4	Описания устройств	57
5	Приложение	201

Чтобы каждый раз не описывать цоколевку и функции компонентов, используемые в схемах настоящей книги, авторы посвятили этому отдельную главу.

Таким образом, радиолюбитель при необходимости всегда сможет посмотреть описание и характеристики компонента или интегральной схемы, которую он будет применять.

ТРАНЗИСТОРЫ

Вид и цоколевка транзисторов, применяемых в схемах, показаны на рис. 3.1.

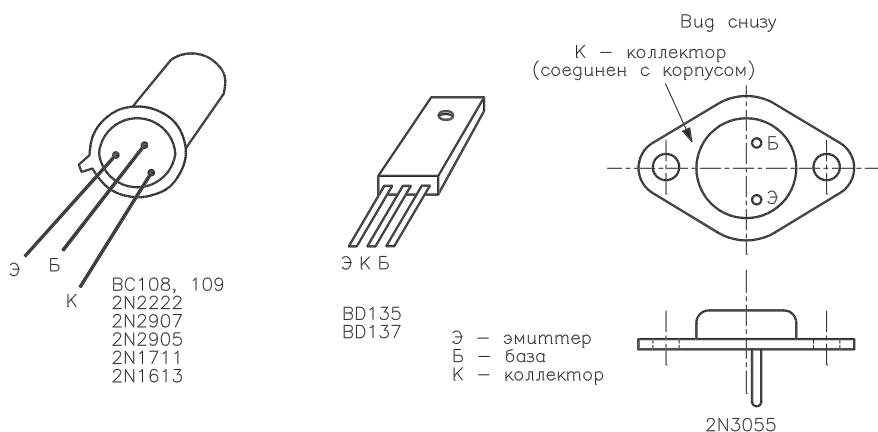


Рис. 3.1. Цоколевка применяемых транзисторов

ТИРИСТОРЫ И СИМИСТОРЫ

Цоколевка применяемых симисторов и тиристоров приведена на рис. 3.2.

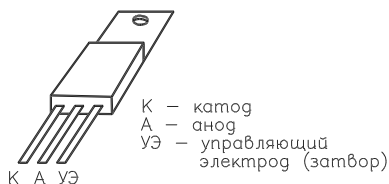


Рис. 3.2. Цоколевка симисторов и тиристоров

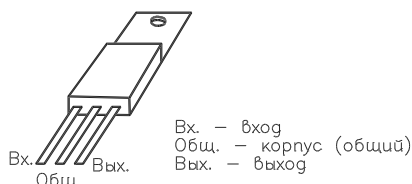


Рис. 3.3. Интегральные стабилизаторы напряжения

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

В книге описываются типовые интегральные стабилизаторы (рис. 3.3) типа 78**. Число, указываемое вместо звездочек, обозначает напряжение стабилизации. Например, 7805 – стабилизируемое напряжение 5 В, 7812 – стабилизируемое напряжение 12 В.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Логические схемы

Интегральные микросхемы семейства К-МОП серий CD40** и CD45** имеют напряжения питания от 3 до 20 В. Входное сопротивление очень большое (несколько мегаом), но выходной ток ограничен несколькими миллиамперами. Цоколевка некоторых интегральных схем серии CD40** представлена на рис. 3.4.

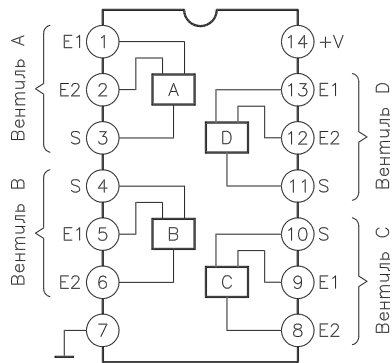
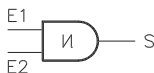


Рис. 3.4. Цоколевка ИС CD4081, 4011, 4001

Логические элементы И, И-НЕ и ИЛИ-НЕ (микросхемы CD4081, CD4011, CD4001)

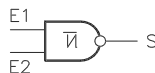
Таблицы истинности данных логических вентилях приведены на рис. 3.5–3.7.



E1	E2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(CD4081)

Рис. 3.5. Таблица истинности ИС CD4081



E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(CD4011)

Рис. 3.6. Таблица истинности ИС CD4011



E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

(CD4001)

Рис. 3.7. Таблица истинности ИС CD4001

Счетчики

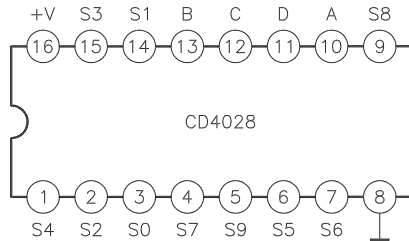
В нескольких устройствах мы будем использовать микросхему CD 4017 (рис. 3.8).

Действительно, выход R имеет высокий уровень, когда счетчик находится в состояниях S0, S1, S2, S3 и S4, и низкий – S5, S6, S7, S8 и S9. Положительный фронт сигнала на выходе R, возникающий при переходе счетчика из состояния S9 в S0, будет тактировать следующий счетчик.

Декодеры

К декодерам относят комбинационные микросхемы, осуществляющие преобразование кодов.

Типичным представителем ИС декодеров является десятичный дешифратор CD4028, преобразующий так называемый двоично-десятичный код (BCD) в десятиразрядный позиционный (рис. 3.9).



D	C	B	A	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
0	0	0	0	█	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	█	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	█	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	█	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	█	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	█	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	█	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	█	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	█	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	█
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 3.9. Цоколевка и таблица истинности ИС CD4028

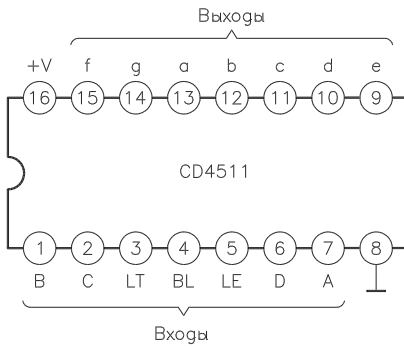
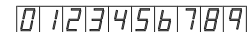
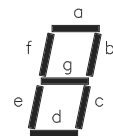


Рис. 3.10. Цоколевка ИС CD4511

На входы дешифратора А, В, С D подается двоично-десятичный код. Функция дешифратора заключается в формировании на одном (и только на одном) из десяти выходов S0–S9, номер которого соответствует поступающему коду, логической 1. Если значение входного кода превышает десятичное значение 9 (1001 в двоичном представлении), на всех выходах будет логический 0 (низкий уровень).

В предлагаемых устройствах мы будем использовать также микросхему декодера CD4511, осуществляющую формирование семисегментного кода. Ее цоколевка приведена на рис. 3.10, а таблица истинности – на рис. 3.11.

LE	BL	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Цифра
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Выключено
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Выключено
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Выключено
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Выключено
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Выключено
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Выключено
1	1	1	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*



X – произвольное состояние

* – зависят от входов А, В, С, D в момент перехода сигнала LE из 0 в 1 (0 → 1)

0 – логический 0 (низкий уровень)

1 – логическая 1 (высокий уровень)

Рис. 3.11. Таблица истинности ИС CD4511

Четырехразрядный двоично-десятичный код (BCD), задающий одно из десяти возможных значений, подается на входы А, В, С и D. Функция декодера заключается в формировании на выходах сигналов семисегментного кода для управления индикатором, который должен отображать одну из десяти цифр, соответствующих входному коду. Вход LT предназначен для тестирования декодера и индикатора. При подаче на него уровня логического 0 на всех выходах декодера установятся логические 1, независимо от состояния входов А, В, С, D. Вход VL может использоваться для гашения индикатора. Гашение происходит при подаче на вход VL логического 0. Для индикации следует подавать на него логическую 1.

Когда значение двоичного кода на входах А, В, С и D превышает максимально разрешенное для двоично-десятичного кода значение 1001 (соответствующее цифре 9 в десятичном представлении), все выходы переходят на низкий уровень: происходит гашение всех сегментов цифрового индикатора.

Наконец, на вход LE в режиме индикации необходимо подавать уровень логического 0. Если подать высокий уровень, индицироваться будет цифра, отображаемая на момент перехода, что обеспечивает возможность хранения информации. Данное значение сохраняется, даже если логические уровни входов изменяются. Подача на вход LE импульса с уровнем логического 0 гарантирует поступление во внутренний регистр декодера нового кода, его преобразование в семисегментный код и отображение новой цифры. Описанное свойство фиксации кода используется в многочисленных устройствах с цифровой индикацией, где происходит постоянный счет, и обеспечивает возможность «замораживания» индикации на период счета и мгновенное обновление числа по завершении счета. Это позволяет наблюдать данные без неприятных миганий.

Триггеры

К числу триггеров, которые мы будем применять, относится ИС CD4027.

Данная ИС (рис. 3.12) содержит два J-K-триггера, имеющих асинхронные входы сброса (RESET) и установки (SET). Чаще всего используют синхронный режим его работы. В этом случае на входы SET

и RESET одновременно следует подать уровень логического 0. Изменение состояния триггера в этом режиме происходит по переднему фронту тактового сигнала, подаваемого на вход CLOCK.

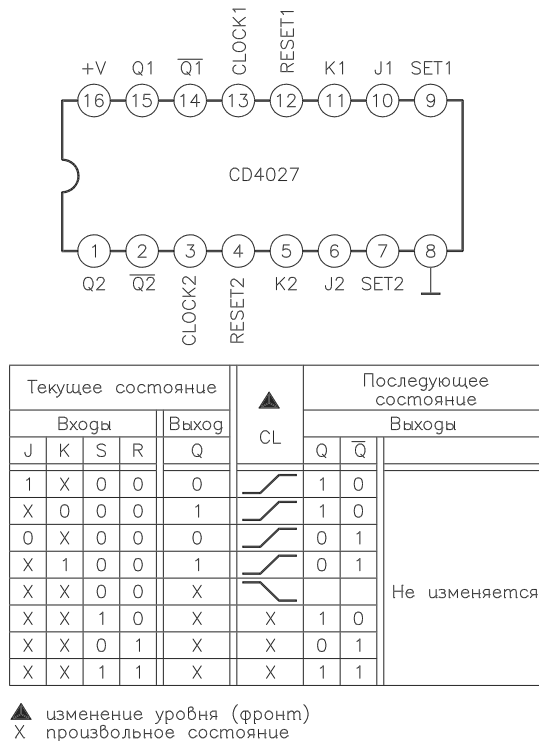


Рис. 3.12. Цоколевка и таблица переходов ИС CD4027

Триггер имеет следующую логику переходов. Если его первоначальное состояние нулевое, то есть уровень на выходе Q низкий, то в единичное состояние он сможет перейти, если только на вход J будет подана логическая 1. В этом случае уровень входа K значения не имеет, как видно из рисунка. Если на вход J подать логический 0, триггер остается в состоянии 0.

Если первоначальное состояние триггера единичное (уровень на выходе Q высокий, то есть логическая 1), то он сможет перейти в нулевое состояние, если только на вход K будет подана логическая 1.

Состояние входа J не будет иметь никакого значения. Если на входе K логический 0, триггер не реагирует на поступающие сигналы.

Разумеется, в упомянутых случаях на выходе \bar{Q} всегда будет уровень, противоположный уровню выхода Q.

Каковы бы ни были уровни на J и K по заднему фронту тактового импульса, поступающего на вход CLOCK, никаких переключений не происходит.

Состояние выходов Q и \bar{Q} может быть изменено в любое время и независимо от тактового сигнала, за счет подачи логических 1 на входы SET или RESET. Это асинхронный режим работы триггера. Входы SET и RESET имеют приоритет перед входами J и K, действующими только в синхронном режиме. Таким образом, следующие правила действительны при любых уровнях входов J и K:

- когда на вход S (SET) подается логическая 1, а на входе R (RESET) – логический 0, триггер и соответственно выход Q немедленно переходят в единичное состояние, а выход \bar{Q} – в состояние логического 0;
- если на вход R подается логическая 1, а на вход S – логический 0, триггер и выход Q примут значение 0, а выход \bar{Q} – значение логической 1;
- если одновременно подать на входы R и S логические 1, на выходах Q и \bar{Q} будут логические единицы.

Интегральные схемы для усиления и генерации звука

Усилитель низкой частоты ТВА820М

Среди аудиоусилителей малой мощности микросхема ТВА820М (рис. 3.13) занимает особое место благодаря тому, что практически не требует настройки и для ее функционирования необходимо небольшое количество дополнительных компонентов.

Питание ИС ТВА820 может осуществляться напряжением от 3 до 16 В, при этом обеспечивается выходная мощность 1,2–2,0 Вт.

Трехтоновый генератор музыкальной частоты САВ0600

Речь идет о часто применяемой интегральной схеме (рис. 3.14). Благодаря совпадению нисходящих гармоник она генерирует три последовательные музыкальные ноты с мелодичным эффектом. Число компонентов, необходимых для ее функционирования, очень невелико.

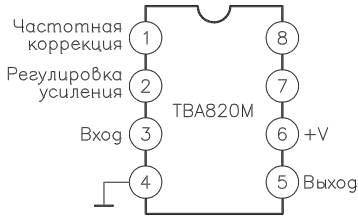


Рис. 3.13. Цоколевка ИС TBA820M

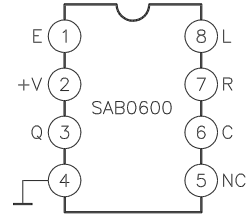
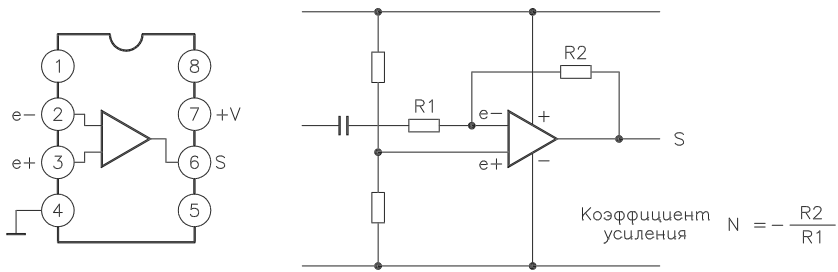


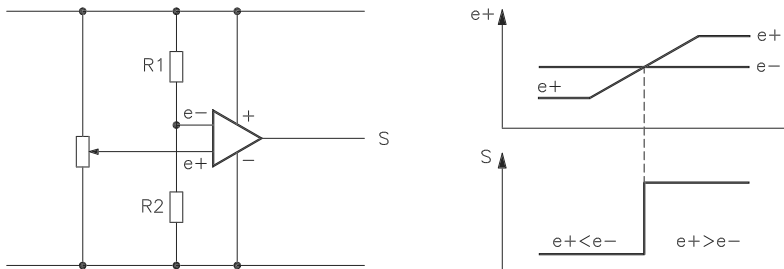
Рис. 3.14. Цоколевка ИС SAB0600

Популярные интегральные микросхемы

Схема операционного усилителя широкого применения $\mu A741$ представлена на рис. 3.15.

Рис. 3.15. Операционный усилитель $\mu A741$

Он может работать в различных функциональных узлах, в том числе и как компаратор напряжения (рис. 3.16).

Рис. 3.16. Компаратор напряжения на ИС $\mu A741$

Многие приложения требуют применения не одного, а двух операционных усилителей. В этом случае целесообразно использовать ИС LM358 (рис. 3.17) с двумя операционными усилителями в одном корпусе. Каждый из них функционирует аналогично ИС $\mu A741$.

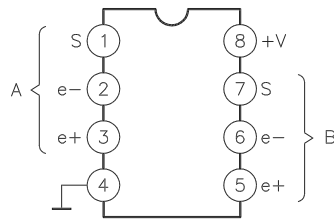
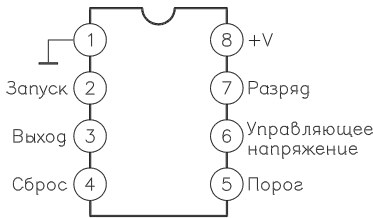


Рис. 3.17. Сдвоенный операционный усилитель LM358

Для задания временных интервалов и генерации импульсов лучше воспользоваться недорогой специализированной микросхемой таймера NE555 (рис. 3.18).

Длительность формируемого импульса определяется следующей формулой:

$$T = 0,7(R_A + 2R_B)C.$$



$$T = 0,7(R_A + 2R_B)C$$

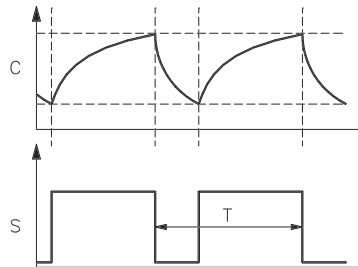
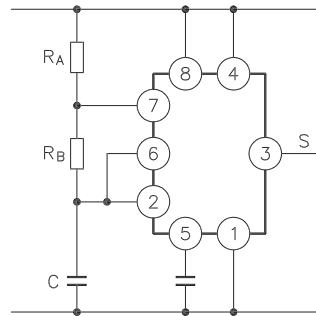


Рис. 3.18. Микросхема таймера NE555

Декодер тонального вызова SSI202

Данная ИС (рис. 3.19) используется в одном из устройств, связанных с телефонией. Принцип ее работы следующий.

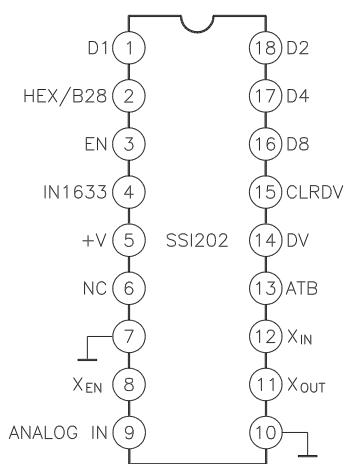


Рис. 3.19. Цоколевка ИС SSI202

Декодируемые аналоговые сигналы подаются на вход ANALOG IN. Если постоянная составляющая сигнала ниже напряжения питания, то он может подаваться на вход микросхемы непосредственно, если выше – необходим разделительный конденсатор емкостью примерно 0,1 мкФ (блокирующий постоянную составляющую). Уровень сигнала должен быть в пределах от –32 до –2 дБ. Входное сопротивление ИС по аналоговому входу составляет 100 кОм, входная емкость – 15 пФ.

Тактовые импульсы для работы ИС генерируются внутренним генератором. Частота задается кварцевым резонатором на 3,579545 МГц (аналогичный используется и для ИС TCM5089). Кварц подключается к выводам X_{IN} и X_{OUT} . Для нормальной работы генератора необходимо параллельно кварцу подключить резистор 1 МОм. Функционирование внутреннего тактового генератора разрешается подачей логической 1 на вход X_{EN} . Логический 0 запрещает работу внутреннего генератора.

При работе от внешнего тактового генератора синхросигнал подается на вход ATB. В частном случае внешний тактовый сигнал может формировать другая ИС SSI202. В этой схеме «управляемая» SSI202 должна быть конфигурирована следующим образом:

- на входе X_{IN} должен быть высокий уровень;
- на входе X_{EN} должен быть низкий уровень (логический 0);
- вывод ATB (в данном случае вход) подключается к выходу ATB «управляющей» интегральной схемы.

Интегральная микросхема SSI202 имеет два режима декодирования. Если на входе HEX/B28 высокий уровень, декодирование осуществляется в традиционной шестнадцатеричной системе в соответствии с четырьмя первыми колонками таблицы (рис. 3.20). При подаче на этот вход уровня логического 0 декодирование производится в соответствии с четырьмя последними колонками той же таблицы.

В последнем случае клавиатура разделяется на две группы клавишей по восемь в каждой:

- клавиши верхней части – 1, 2, 3, A, 4, 5, 6, B, которым соответствуют двоичные коды от 0000 до 0111;
- клавиши нижней части – 7, 8, 9, C, *, 0, #, D, с кодами от 1000 до 1111.

Соответствие частот и клавишей показано на рис. 3.21. Временные диаграммы работы микросхемы изображены на рис. 3.22.

	HEX/B28 = 1				HEX/B28 = 0			
	D8	D4	D2	D1	D8	D4	D2	D1
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	1
9	1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1
*	1	0	1	1	1	1	0	0
#	1	1	0	0	1	1	1	0
A	1	1	0	1	0	0	1	1
B	1	1	1	0	0	1	1	1
C	1	1	1	1	1	0	1	1
D	0	0	0	0	1	1	1	1

Рис. 3.20. Таблица кодирования

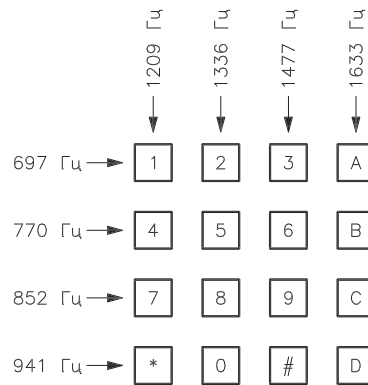


Рис. 3.21. Матрица частотного кодирования

Микросхема имеет специальный управляющий вход IN1633, при подаче на который логической 1 происходит «нейтрализация» клавишей A, B, C и D (колонка, соответствующая 1633 Гц), не входящих в обычную телефонную клавиатуру. При подаче логического 0 микросхема будет декодировать все 16 клавишей клавиатуры.

Декодированные коды выдаются на выходы D1, D2, D4, D8, активные при высоком уровне на входе EN. Если этот вход остается на низком уровне, выходы переходят в высокоимпедансное (третье) состояние.

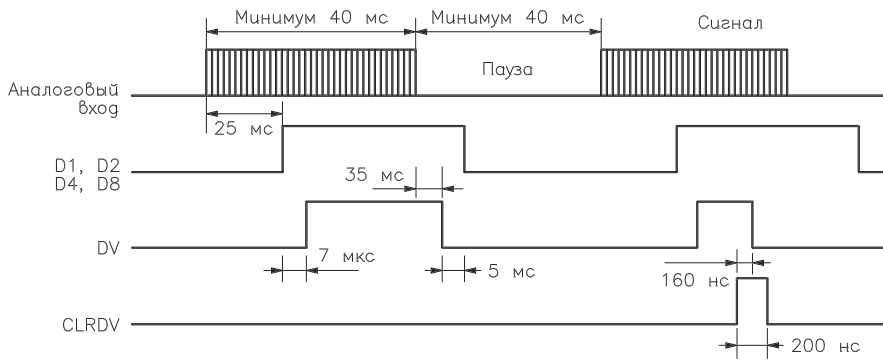


Рис. 3.22. Временные диаграммы работы

Декодированный сигнал появляется с задержкой около 25 мс после поступления сигнала на аналоговый вход и исчезает (выходы переходят в третье состояние) также с задержкой 35–40 мс.

Выход DV индицирует окончание декодирования. Если результат декодирования признан действительным, на выходе DV появляется логическая 1. Логический 0 появляется с небольшой задержкой вслед за прерыванием входного аналогового сигнала. Но переход на низкий уровень осуществляется всегда до перехода в третье состояние выходов Di.

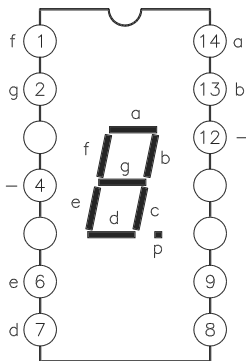


Рис. 3.23. Цоколевка ИС MAN74A

Сигнал на выходе DV может быть переведен на низкий уровень после подтверждения результата декодирования подачей на вход CLR DV логической 1. В этом случае выход DV немедленно переходит на низкий уровень, даже если на аналоговый вход еще поступает сигнал.

ИС цифрового светодиодного индикатора с общим катодом MAN74A

Цоколевка ИС MAN74A показана на рис. 3.23.

1	Знакомство с элементной базой	11
2	Практические вопросы	35
3	Используемые активные компоненты	43

4 ОПИСАНИЯ УСТРОЙСТВ

Регулируемый источник постоянного напряжения «Электронный арбитр»	58	Охранная система для ящика стола	127
Сенсорный выключатель «Игра на ловкость»	64	Индикатор уровня сигнала для автомагнитолы	132
Индикатор отключения сети	71	Усилитель низкой частоты мощностью 7 Вт	134
Антенный усилитель для автомобильного приемника	75	Метроном	138
Электронная сирена	78	Инфракрасный барьер (излучатель)	142
Зарядное устройство для аккумуляторов	82	Инфракрасный барьер (приемник)	147
Тестер для батареек	85	Автоматическое устройство управления освещением	153
Гирлянда «бегущие огни»	92	Сетевой программируемый таймер	158
Широкополосный генератор сигналов	97	Термостат комфорта	163
Электронный мини-орган	100	Детектор гололедицы	168
Регулятор скорости вращения дрели	106	Автоматическое устройство включения комфортного освещения	174
Сетевой дистанционный выключатель	112	Освещение, управляемое звуком	182
Стробоскоп	117	Цифровой индикатор телефонного набора	188
Простой низкочастотный усилитель	123	«Русская рулетка»	194

5	Приложение	201
----------	------------	-----

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Любой схеме требуется электропитание. Применяемые обычно батарейки стоят достаточно дорого, что, в частности, и заставляет экспериментатора заняться изготовлением регулируемого источника питания.

Принцип действия

Существует множество различных принципов построения стабилизированных источников питания. В простейшем случае для стабилизации напряжения используется стабилитрон, но его возможности и характеристики весьма ограничены. Мы предлагаем схему простого и эффективного регулируемого стабилизированного источника питания, который способен обеспечить питание для большинства предложенных в данной книге устройств (рис. 4.1).

Сетевое напряжение 220 В поступает на первичную обмотку трансформатора. Низкое напряжение, снимаемое с его вторичной обмотки, выпрямляется диодным мостом VD1. На стабилитроне VD2 и диодах VD3–VD5 формируется фиксированное опорное напряжение. Часть этого напряжения, задаваемая потенциометром R4, используется для определения выходного напряжения источника. После эмиттерного повторителя на транзисторах VT1, VT2 и VT3, обеспечивающего усиление по току, напряжение подается на выход источника питания.

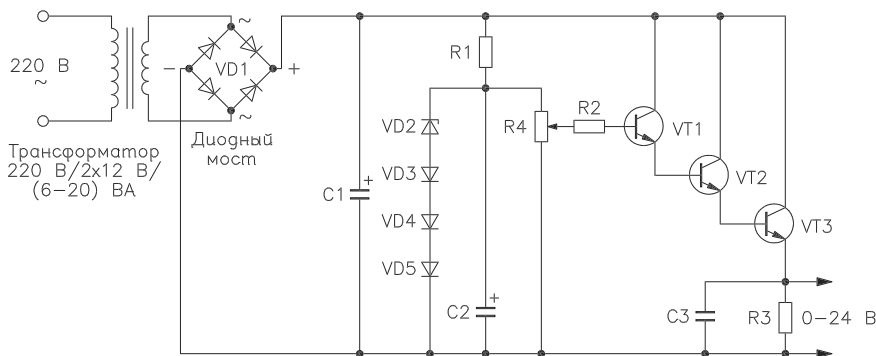


Рис. 4.1. Принципиальная схема регулируемого источника постоянного напряжения

Работа устройства

Трансформатор и выпрямитель

В источнике рекомендуется использовать трансформатор мощностью от 6 до 20 ВА, обеспечивающий на вторичной обмотке переменное напряжение с эффективным значением 24 В. Если трансформатор имеет две обмотки по 12 В, необходимо соединить их последовательно. Диодный мост VD1 осуществляет двухполупериодное выпрямление вторичного напряжения, а конденсатор С1 – сглаживание выпрямленного напряжения. На положительном выводе С1 величина напряжения, в зависимости от нагрузки, может составлять 26–30 В.

Получение управляющего потенциала

Благодаря стабилитрону VD2 (на 24 В) и диодам VD3–VD5 на положительном выводе С2 получается постоянное напряжение, равное $24 + (3 \times 0,6) = 25,8$ В. Потенциометр R4 предназначен для получения изменяемого от 0 до 25,8 В напряжения. Три диода (VD2, VD3, VD5) компенсируют падение напряжения на базоэмиттерных переходах трех транзисторов составного эмиттерного повторителя VT1–VT3.

Усиление тока

Транзисторы VT1, VT2 и VT3, включенные по схеме Дарлингтона, образуют усилитель тока. На эмиттере выходного транзистора VT3 величина напряжения, регулируемого резистором R4, составляет от 0 до 24 В. Внутренний нагрузочный резистор R3 необходим для измерения напряжения в отсутствие внешней нагрузки.

Монтаж источника

Учитывая большую величину возможной рассеиваемой мощности, транзистор VT3 должен монтироваться на теплоотводящем радиаторе. Чертеж печатной платы источника представлен на рис. 4.2, а сборочный чертеж (монтажная схема) – на рис. 4.3.

Печатные проводники, идущие к выходным клеммам питания, должны быть достаточно широкими, с учетом передаваемой по ним мощности.

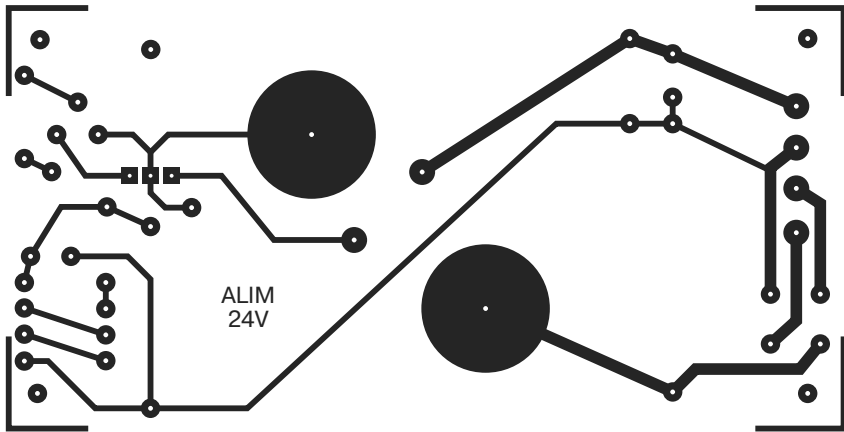


Рис. 4.2. Чертеж печатной платы регулируемого источника постоянного напряжения

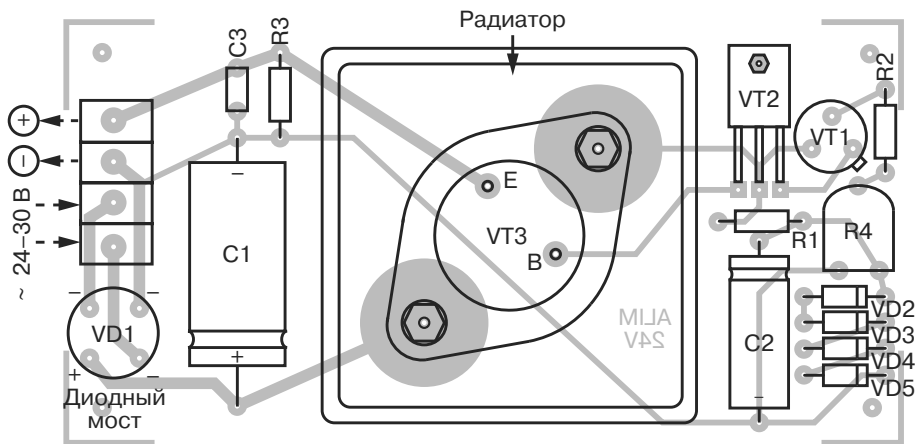


Рис. 4.3. Монтажная схема регулируемого источника постоянного напряжения

Для улучшения теплового контакта транзистор VT3 крепится к радиатору (и вместе с ним – к печатной плате) с помощью винтов диаметром 4 мм. Не следует забывать, что корпус транзистора 2N3055 является его коллектором. Следовательно, он постоянно находится под напряжением порядка 30 В. Радиатор устанавливается между транзистором VT3 и платой.

Перечень элементов источника приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Перечень элементов регулируемого источника напряжения

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	680 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R2	3,3 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	4,7 кОм	Переменный, с шагом 5,08 мм
Конденсаторы	C1	2200 мкФ	40 В
	C2	220 мкФ	40 В
	C3	0,22 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1	1,5 А	Выпрямительный мост
	VD2	24 В/1,3 Вт	Стабилитрон
	VD3, VD4, VD5	1N4148	1N914
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
	VT2	BD135	BD137
	VT3	2N3055	
Прочее	Радиатор для транзистора 2N3055		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		

«ЭЛЕКТРОННЫЙ АРБИТР»

«Электронный арбитр» позволяет определить временной приоритет одного из двух игроков при ответе на какой-либо вопрос. Действительно, первый игрок, знающий ответ, нажимает на кнопку и зажигает свою лампу, а его оппонент, реагирующий на долю секунды позже, уже не может этого сделать, поскольку его цепь заблокирована.

Данное устройство позволяет тестировать рефлекс игроков, быстро и безошибочно демонстрируя результаты.

Работа схемы

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 4.4. Каждый игрок располагает кнопкой-выключателем. При подаче напряжения

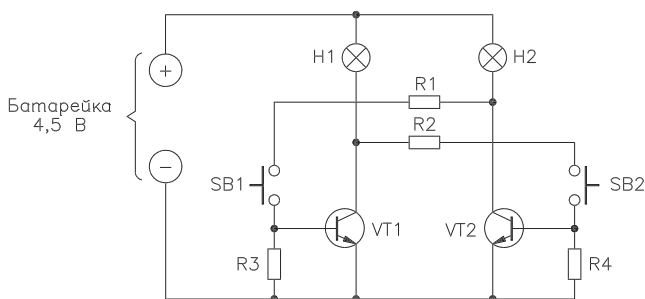


Рис. 4.4. Принципиальная схема «электронного арбитра»

питания схема находится в нейтральном состоянии, так как на базах обоих транзисторов нет напряжения. Благодаря резисторам R3 и R4 оба транзистора закрыты и ни одна из ламп не горит.

При нажатии на кнопку SB1 потенциал базы транзистора VT1 становится положительным за счет резистора R1, транзистор открывается и находящаяся в его коллекторной цепи индикаторная лампочка Н1 загорается.

Если другой игрок нажмет на свою кнопку SB2 тотчас же после зажигания Н1, ничего не произойдет, так как потенциал коллектора VT1 близок к нулю (транзистор открыт). Резистор R2 не может воздействовать на заблокированный транзистор VT2.

Если же кнопка SB2 будет приведена в действие первой, то зажжется лампа Н2, а лампа Н1 останется выключенной.

Питание схемы осуществляется от батарейки напряжением 4,5 В.

Монтаж устройства

В схеме используются лампы, рассчитанные на напряжение 6 В и ток 60 мА. Возможен и такой вариант: лампочки на напряжение 4,5 В и ток 0,1 А. Лампы большей мощности во избежание повреждения транзисторов применять не стоит.

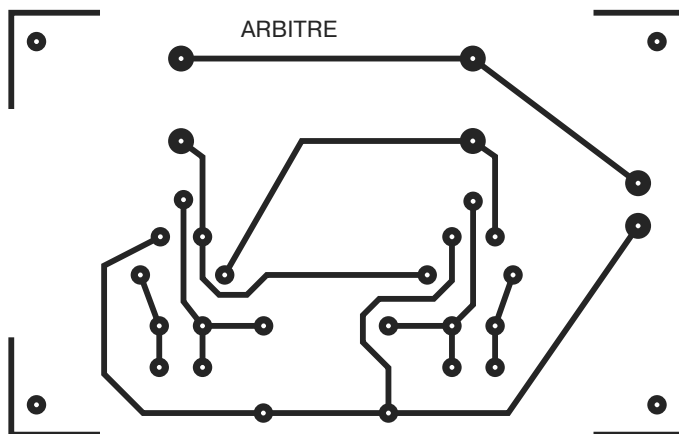


Рис. 4.5. Чертеж печатной платы «электронного арбитра»

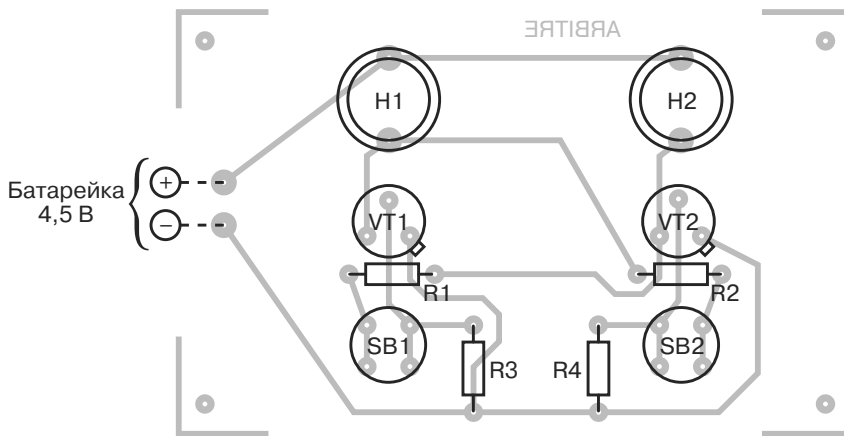


Рис. 4.6. Монтажная схема «электронного арбитра»

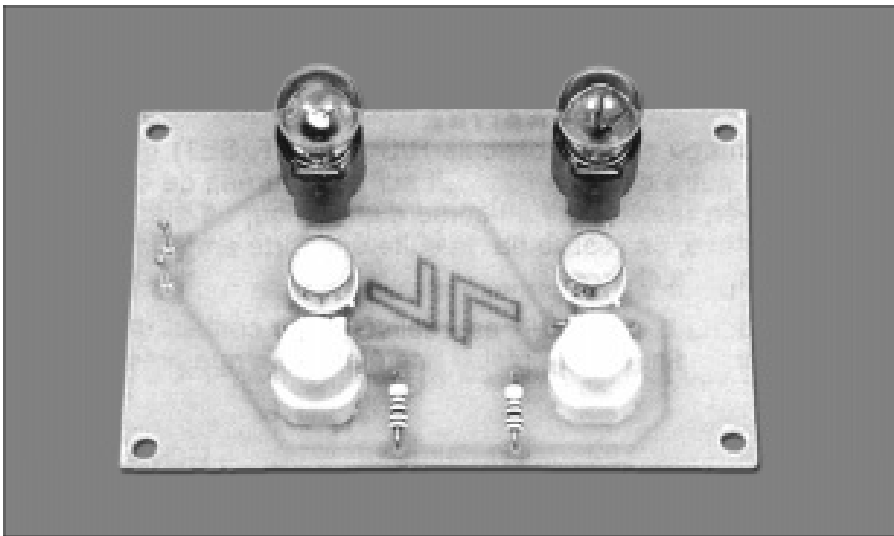


Рис. 4.7. Внешний вид устройства «электронный арбитра»

Чертеж печатной платы устройства приведен на рис. 4.5. Монтажная схема представлена на рис. 4.6, общий вид устройства – на рис. 4.7. Перечень элементов дан в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Перечень элементов «электронного арбитра»

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1, R2	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3, R4	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
Транзисторы	VT1, VT2	2N1711	2N1613
Переключатели	SB1, SB2		Кнопки с нормально разомкнутыми контактами
Лампы	H1, H2	6 В/60 мА	
Прочее	2 патрона для лампочек		
	2 штыревых контакта		

СЕНСОРНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

Любые выключатели из-за сложной технологии их изготовления, стоят недешево и весьма «капризны» в применении.

Предлагаемая схема позволяет более просто коммутировать цепь с током порядка 3 А.

Принцип действия

Основой схемы является триггер типа R-S (RESET, SET), который переходит из одного устойчивого состояния в другое, как только на один из его входов установки или сброса поступает логический 0. Соответственно в результате его выход достигает высокого или низкого уровня. В первом случае нагрузка подключается к напряжению питания.

Управление триггером R-S осуществляется посредством замыкания пальцем контактов сброса и установки триггера с нулевым потенциалом.

Работа схемы

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 4.8.

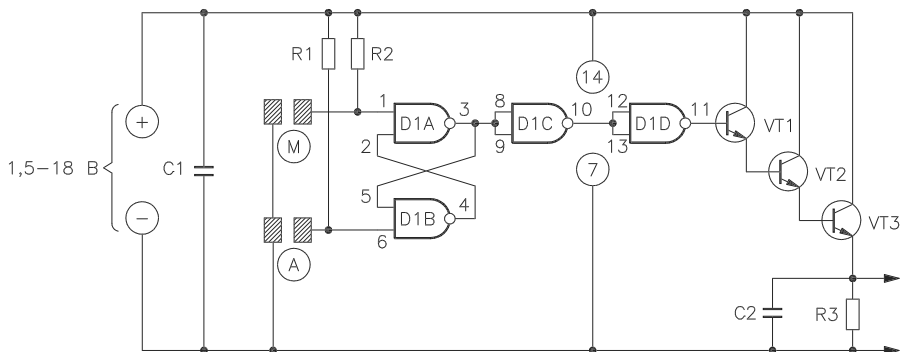


Рис. 4.8. Схема сенсорного выключателя

Питание устройства

Для питания устройства подходит любой источник постоянного напряжения величиной от 5 до 18 В. Следовательно, схема может использоваться и в автомобиле, например, для включения освещения, автомагнитолы или вентиляции.

Конденсатор С1 блокирует схему от импульсных помех по цепям питания.

Триггер с сенсорным управлением

Резисторы R1 и R2, имеющие очень большое сопротивление, передают на входы 1 и 6 логических вентилях И-НЕ (D1A и D1B), образующих триггер, «плюс» источника питания. Эти входы являются соответственно входами установки (S) и сброса (R) триггера.

Контакты сенсора состоят из двух пар расположенных рядом проводников платы. При прикосновении к ним омическое сопротивление кожи, более низкое, чем сопротивление резисторов R1 и R2, вызывает падение потенциала соответствующего входа практически до нуля. При замыкании, даже кратковременном, контактов, соответствующих входам S или R, выход 3 триггера достигает высокого или низкого уровней.

Усиление тока

Вентили D1C и D1D производят двойное инвертирование выходного сигнала триггера. Сигнал на выходе вентиля D1D повторяет логический уровень выхода триггера.

Транзисторы VT1, VT2 и VT3, включенные по схеме Дарлингтона, осуществляют значительное усиление тока. На эмиттере VT3, таким образом, может быть либо нулевой потенциал, либо близкий к напряжению питания. Падение напряжения на открытых транзисторах может составлять 1,8 В.

Резистор R3 представляет нагрузку холостого хода, необходимую для измерения выходного напряжения.

Монтаж устройства

Чертеж печатной платы устройства приведен на рис. 4.9, монтажная схема – на рис. 4.10.

При монтаже особое внимание следует обратить на правильность подключения компонентов, имеющих полярность. Интегральную схему лучше установить на панельке, что позволяет заменять ее без выпаивания. Транзистор 2N3055 крепится на плате при

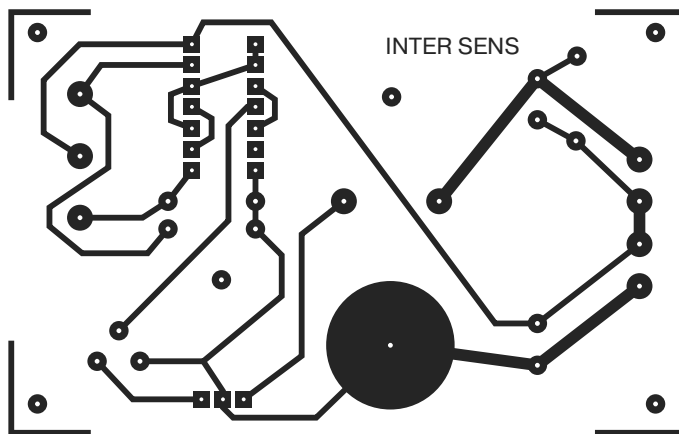


Рис. 4.9. Чертеж печатной платы сенсорного выключателя

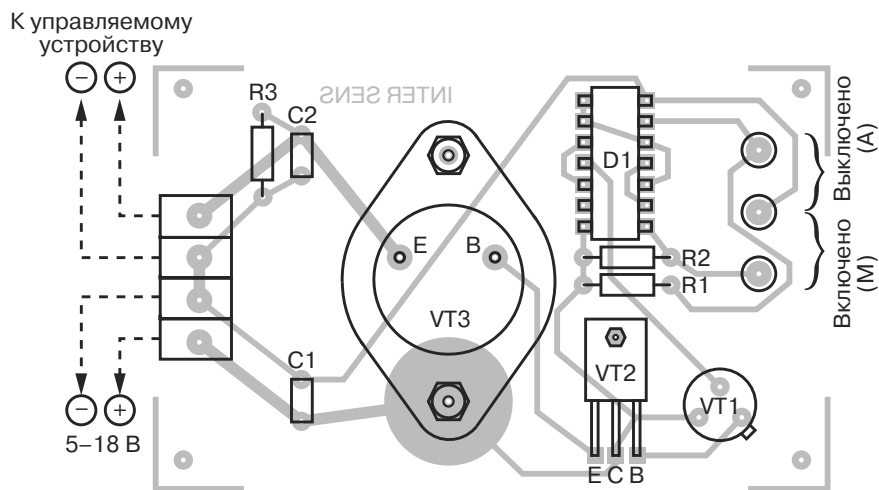


Рис. 4.10. Монтажная схема сенсорного выключателя

помощи винтов и гаек. Ширина печатных проводников должна предусматривать прохождение тока порядка 3 А. Сенсорные контакты можно сделать из канцелярских кнопок или обойных

Таблица 4.3. Перечень элементов сенсорного выключателя

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1, R2	10 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	0,1 мкФ	Пленочный
	C2	0,22 мкФ	Пленочный
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
	VT2	BD135	BD 137
	VT3	2N3055	
Микросхемы	D1	CD4011	
Прочее	Панелька для микросхемы на 14 контактов		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		
	3 кнопки или обойных гвоздя		

гвоздей (возможны и другие варианты). Перечень элементов устройства приведен в табл. 4.3.

«ИГРА НА ЛОВКОСТЬ»

Предлагаемая здесь игра строится на базе интегральной схемы CD4011, содержащей четыре двухходовых вентиля И-НЕ.

Принцип действия

Речь идет о тестировании рефлексов и ловкости. Необходимо провести специальное контактное кольцо вдоль гибкого проводника произвольной формы. Причем сделать это нужно так, чтобы они не соприкасались друг с другом, иначе раздастся звуковой сигнал, прервать который можно только нажатием кнопки сброса SB1.

Работа схемы

Питание схемы

Для питания схемы (рис. 4.11) используется батарейка на 9 В. Но учитывая, что применяемая интегральная микросхема относится к семейству КМОП, может подойти любой источник постоянного напряжения от 3 до 18 В. Схема почти не потребляет тока, так что здоровью тестируемого ничто не угрожает. При формировании звукового сигнала ток в цепи не превышает нескольких миллиампер.

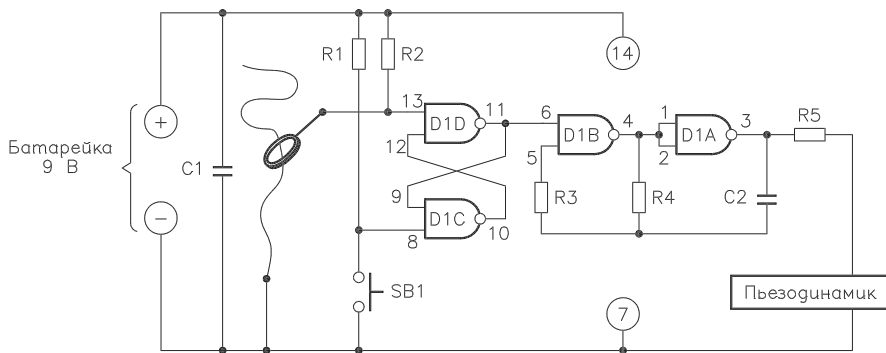


Рис. 4.11. Принципиальная схема «игры на ловкость»

R-S триггер

Он образован вентилями D1C и D1D. На входы 13 и 8 вентилях через резисторы R1 и R2 подается напряжение питания. Эти два входа соответствуют входам установки (S) и сброса (R) триггера. При касании кольцом проводника триггер переходит в состояние, при котором на выходе 11 устанавливается высокий уровень. В конечном счете возникновение высокого уровня – это следствие неловкости тестируемого. Для сброса устройства достаточно нажать на кнопку SB1.

Генератор

Вентили D1A и D1B образуют управляемый несимметричный мультивибратор. Если вход 6 находится на низком уровне, мультивибратор заблокирован и на его выходе также низкий уровень. При подаче на вход напряжения высокого уровня мультивибратор запускается и начинает генерировать импульсы (рис. 4.12).

Они формируются за счет заряда и разряда конденсатора C2 через резистор R4. В результате на выходе мультивибратора генерируются прямоугольные импульсы с периодом, определяемым формулой $T = 2,2 \times R4 \times C2$. В данном случае он равен приблизительно 700 мкс,

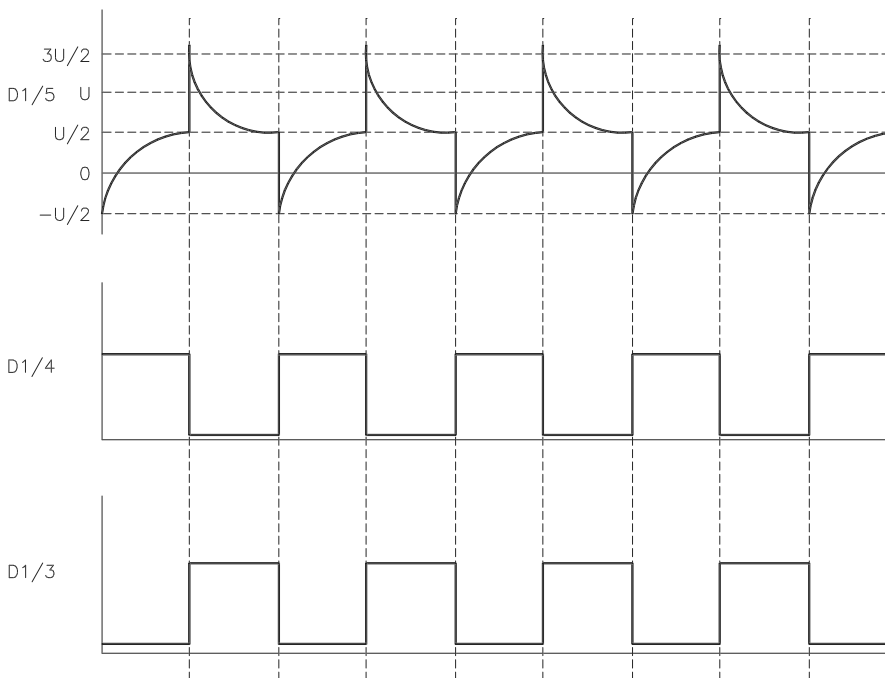


Рис. 4.12. Временная диаграмма мультивибратора

что соответствует частоте 1370 Гц (входящей в музыкальный диапазон). Этот звуковой сигнал воспроизводится пьезоэлектрической «пищалкой».

Монтаж

При монтаже печатной платы игры (рис. 4.13 и 4.14) особое внимание следует обратить на правильность подключения выводов компонентов, имеющих полярность, особенно микросхемы CD4011. Во избежание перегрева во время пайки ее лучше установить на панельке.

Перечень элементов устройства приведен в табл. 4.4. Общий вид устройства изображен на рис. 4.15.

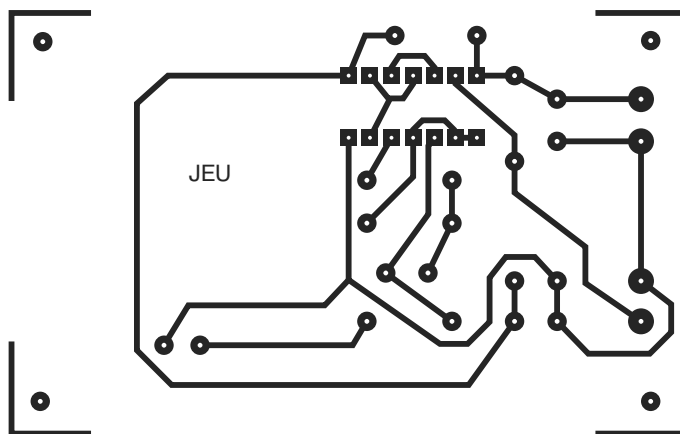


Рис. 4.13. Чертеж печатной платы «игры на ловкость»

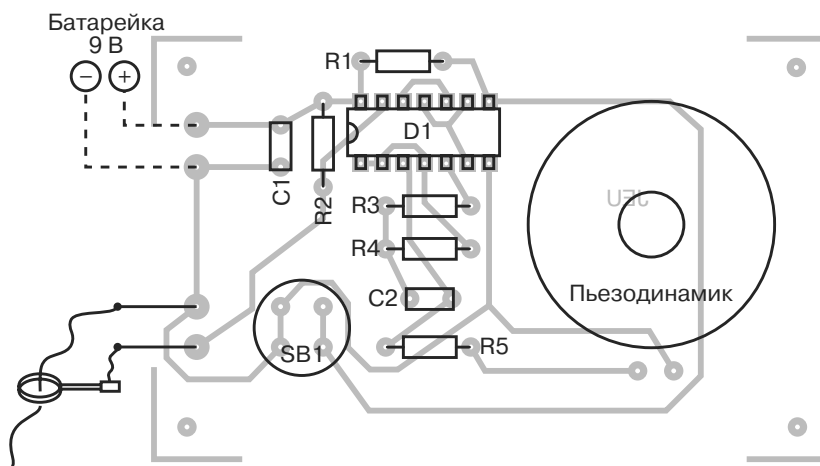


Рис. 4.14. Монтажная схема устройства

Таблица 4.4. Перечень элементов устройства «игра на ловкость»

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1, R2	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	0,1 мкФ	Пленочный
	C2	10 нФ	Пленочный
Микросхемы	D1	CD4011	
Прочее	Панелька для микросхем на 14 контактов		
	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами		
	Пьезоэлектрическая «пищалка»		
	4 контактных лепестка		

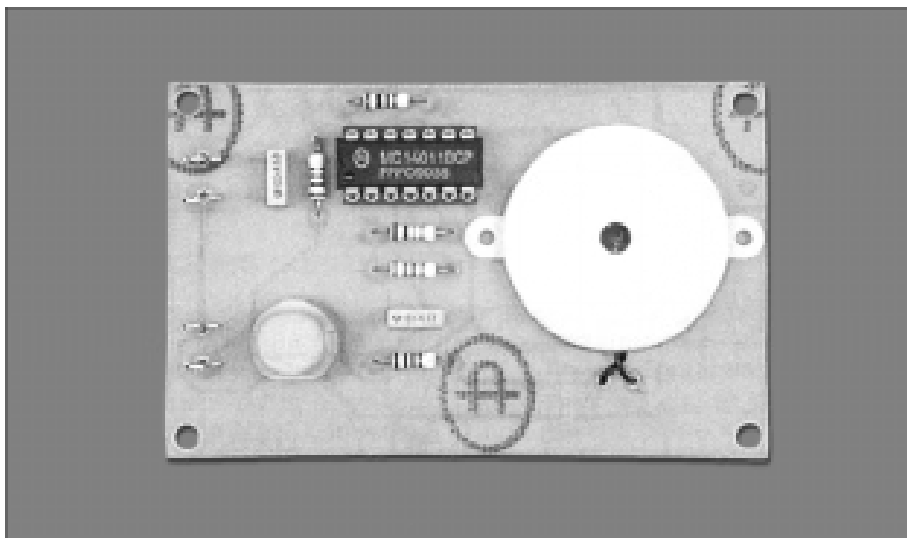


Рис. 4.15. Общий вид собранного устройства «игра на ловкость»

ИНДИКАТОР ОТКЛЮЧЕНИЯ СЕТИ

Часто возникают ситуации, когда необходимо узнать, не было ли в ваше отсутствие отключений сети 220 В. Особенно полезна эта информация при наличии в доме дорогой электробытовой техники, например морозильника.

Принцип действия

Схема постоянно подключена к сети 220 В. При нажатии на кнопку сброса она переходит в состояние ожидания, загорается зеленый светодиод. Если происходило отключение сети, то после того как напряжение вновь включится, загорится красный светодиод, который будет светиться до момента нажатия на кнопку сброса.

Работа схемы

Питание схемы

Питание осуществляется непосредственно от сети 220 В через емкостную цепь. Во время положительного полупериода напряжения сети конденсатор С2 заряжается через цепь С1, R1 и VD2 (рис. 4.16). Положительный потенциал на выводе С2 ограничивается величиной в 10 В благодаря стабилитрону VD3. При каждом положительном полупериоде напряжения конденсатор цепи С1 также заряжается, и для того чтобы он смог пропускать напряжение в следующий раз, необходимо его разряжать. Это происходит во время отрицательного полупериода, когда ток проходит по цепи VD1, R1 и С1 в направлении, противоположном предшествующему.

Конденсатор С2 сглаживает выпрямленное напряжение, а конденсатор фильтра С3 блокирует схему от высокочастотных и импульсных помех по питанию. Во избежание разряда при неосторожном обращении резистор R2 разряжает С1 при отключении напряжения сети.

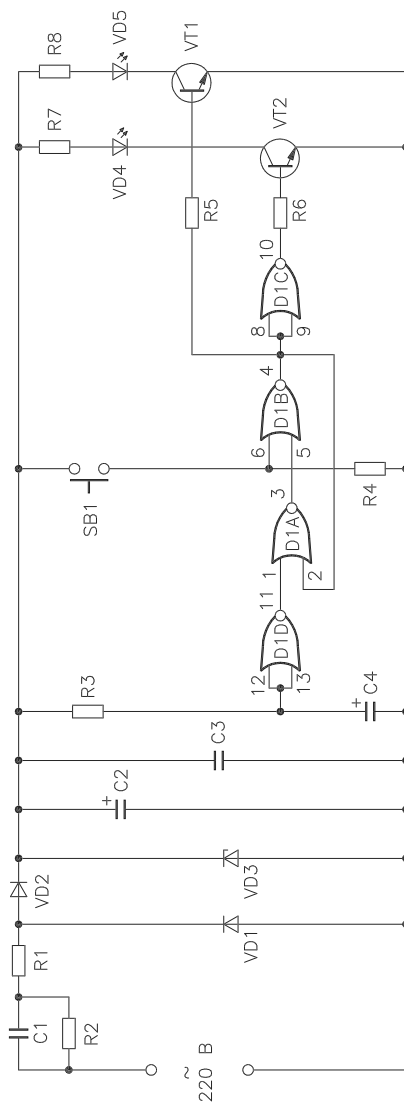


Рис. 4.16. Принципиальная схема индикатора отключения сети

Обнаружение отключения сети

При восстановлении напряжения в сети после его прерывания, конденсатор С4 заряжается через резистор R3. Таким образом, вход вентиля D1D в течение нескольких десятых долей секунды подвергается воздействию нарастающего напряжения (рис. 4.17).

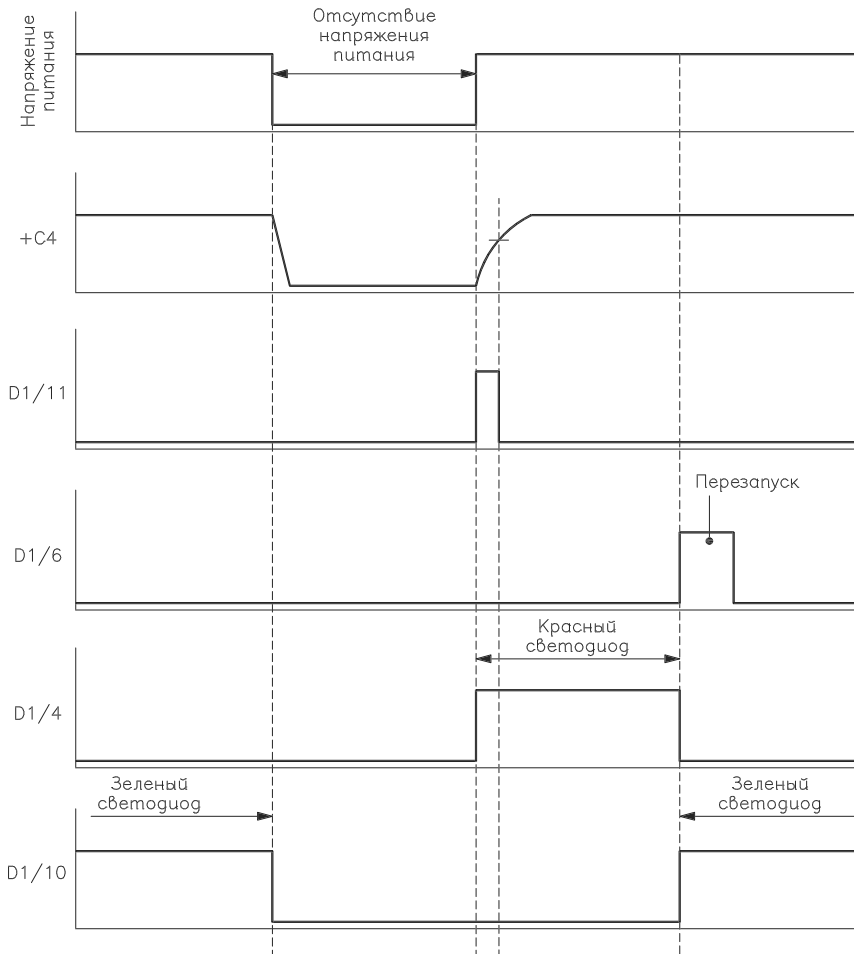


Рис. 4.17. Временная диаграмма работы индикатора отключения сети

В результате на выходе вентиля D1D появляется короткий положительный импульс.

Вентили D1A и D1B составляют R-S триггер. При подаче на вход 1 положительного импульса триггер переходит в состояние,

при котором на выходе 4 ИС D1 устанавливается высокий уровень. Таким образом, подключение схемы к сети вызовет аналогичный переборс триггера.

Вследствие этого транзистор VT1 открывается, и красный светодиод VD5, включенный последовательно с R8 в цепь коллектора, загорается.

Возврат в рабочее состояние

Нажатие на кнопку SB1 подает на вход 6 R-S триггера высокий уровень. Выход триггера (вывод 4) сразу переходит на низкий уровень. Транзистор VT1 закрывается, и красный светодиод VD5 гаснет. Одновременно вентиль D1С открывает транзистор VT2 и включает зеленый светодиод VD4. Таким образом, схема вновь переходит в ждущее состояние до следующего выключения напряжения сети.

Монтаж устройства

Компоненты могут быть смонтированы на плате 80×50 мм (рис. 4.18). Как всегда, при сборке (рис. 4.19) особое внимание следует уделить подключению выводов компонентов, имеющих полярность, — диодов, электролитических конденсаторов, светодиодов, транзисторов и интегральной схемы, которую лучше установить на панельке.

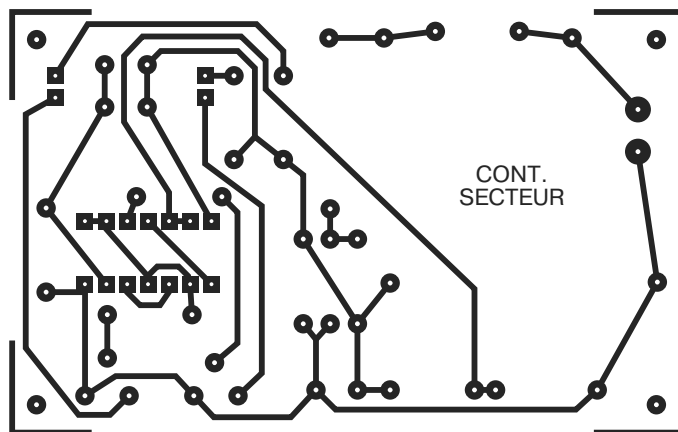


Рис. 4.18. Чертеж печатной платы индикатора отключения сети

Перечень элементов устройства приведен в табл. 4.5. Схема не требует ни регулировки, ни наладки. При правильной сборке она сразу готова к подключению.

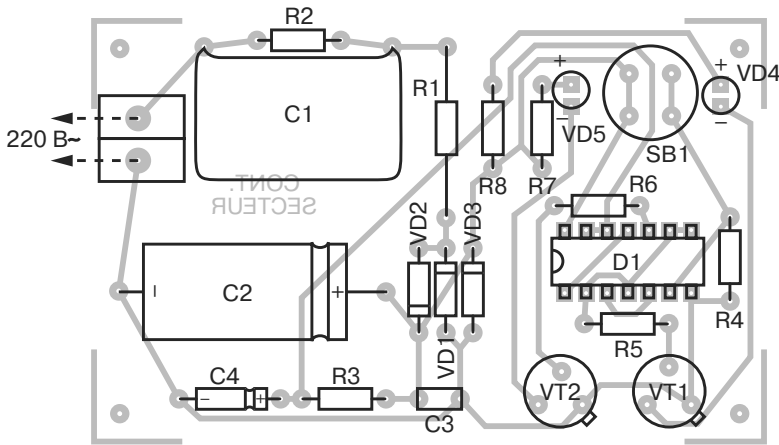


Рис. 4.19. Монтажная схема индикатора отключения сети

Таблица 4.5. Перечень элементов индикатора отключения сети

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	±5%, 2,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3–R6	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7, R8	560 Ом	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C2	1000 мкФ	16 В
	C3	0,1 мкФ	Пленочный
	C4	47 мкФ	16 В
Диоды	VD1, VD2	1N4004	
	VD3	10 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
	VD4		Светодиод красный, Ø 3 мм
	VD5		Светодиод зеленый, Ø 3 мм
Транзисторы	VT1, VT2	BC108	BC109, 2N2222
Микросхемы	D1	CD4001	
Прочее	Панелька для микросхем на 14 контактов		
	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами		
	Двухконтактный клеммник для установки на печатной плате		

АНТЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ПРИЕМНИКА

Антенны, установленные на автомобилях, иногда очень короткие, иногда неудачно размещены, что не позволяет добиться хорошего приема. Антенный усилитель способен обеспечить приемнику необходимую

чувствительность. Рекомендуемая схема не предполагает намотки индуктивных элементов, очень проста и может быть изготовлена начинающим любителем.

Принцип действия

Использование дополнительного высокочастотного усилительного каскада на транзисторе на входе приемника может значительно увеличить общий коэффициент усиления высокочастотного тракта, особенно если сам аппарат размещается там, где распространение радиоволн затруднено.

Работа схемы

Предлагаемый антенный усилитель собран по апериодической схеме и не содержит никаких резонансных элементов (рис. 4.20).

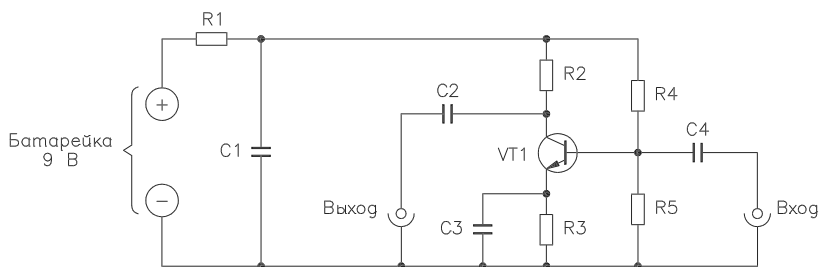


Рис. 4.20. Принципиальная схема антенного усилителя для автомобильного приемника

В усилителе используется транзистор $n-p-n$ типа BC108, имеющий достаточно широкую полосу усиливаемых частот. Входной сигнал подается на базу, напряжение смещения которой задается делителем $R4/R5$.

В цепь эмиттера включена стабилизирующая цепочка $R3, C3$. Усиленный сигнал снимается с коллекторной нагрузки $R2$ через конденсатор $C2$. В цепи питания каскада стоит цепочка фильтра $R1, C1$, улучшающая стабильность работы схемы.

Питание усилителя от батарейки более предпочтительно, чем питание от общего с приемником источника. Потребление схемы не превышает 1 мА.

Монтаж усилителя

При монтаже устройства рекомендуем входной сигнал от антенны и выходной сигнал к приемнику передавать экранированными

проводом, по возможности, минимальной длины. Чертеж печатной платы усилителя приведен на рис. 4.21, монтажная схема – на рис. 4.22, перечень элементов указан в табл. 4.6, общий вид устройства представлен на рис. 4.23.

Обратите внимание на правильное подключение выводов источников питания. Красный провод традиционно соответствует «плюсу», черный – «минусу».

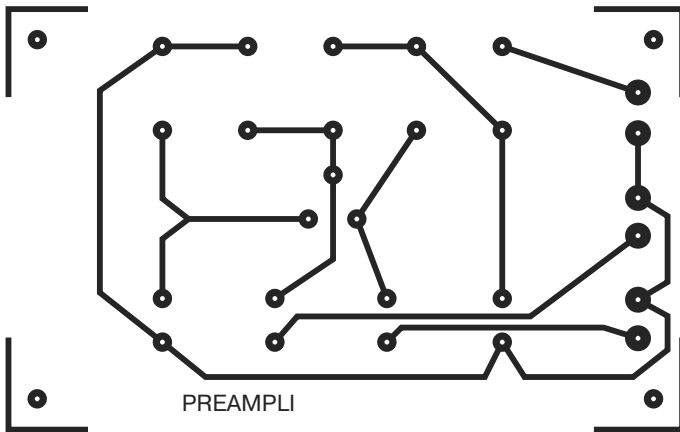


Рис. 4.21. Чертеж печатной платы антенного усилителя для автомобильного приемника

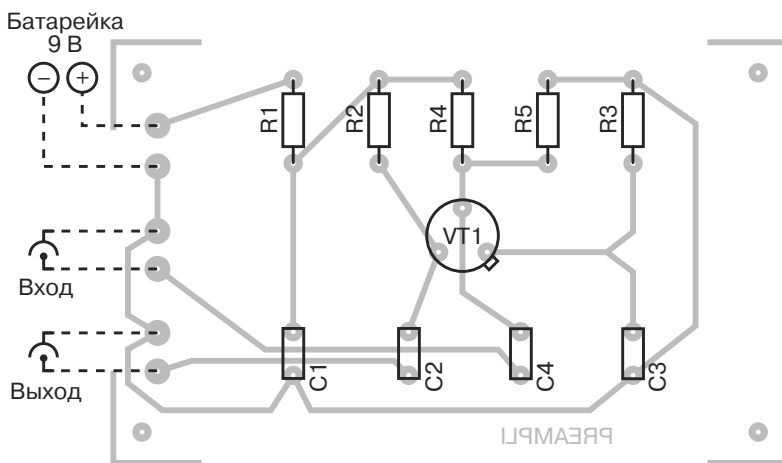


Рис. 4.22. Монтажная схема антенного усилителя

Таблица 4.6. Перечень элементов антенного усилителя

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	270 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R2	3,9 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	1,5 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	47 нФ	Пленочный
	C2	10 нФ	Пленочный
	C3	47 нФ	Пленочный
	C4	10 нФ	Пленочный
Транзисторы	VT1	BC108C	
Прочее	6 штыревых контактов		

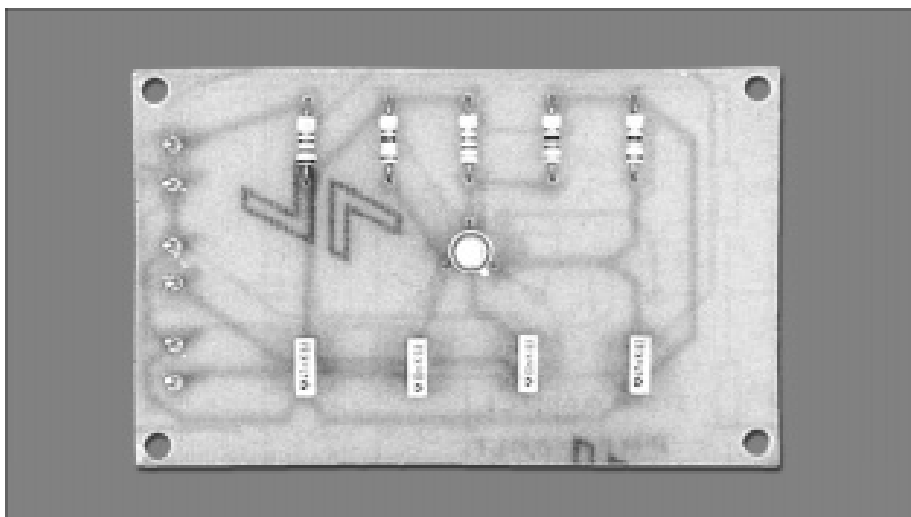


Рис. 4.23. Общий вид собранного устройства антенного усилителя для автомобильного приемника

ЭЛЕКТРОННАЯ СИРЕНА

Как неотъемлемая часть любой системы охраны и оповещения сирена является превосходным электронным источником предупреждающего или оповещающего звукового сигнала. Предлагаемая модель

может применяться вместе с мощным аудиоусилителем, если необходимо достичь значительного звукового эффекта.

Принцип действия

Звук сирены получают с помощью двух таймеров типа NE555, соединенных последовательно. Второй генерирует частоту музыкального диапазона, первый – низкую модулирующую частоту, порядка 1 Гц, воздействующую на частоту сигналов второго генератора. Результирующий сигнал переменной частоты затем усиливается и подается на громкоговоритель.

Работа схемы

Питание схемы

Питание схемы может осуществляться от батарейки напряжением 9 В, подключаемой к схеме выключателем S1 (рис. 4.24). Потребление в основном зависит от мощности выходного сигнала, подаваемого на громкоговоритель. Конденсатор С1 сглаживает колебания питающего напряжения, возникающие вследствие импульсного характера формируемых сигналов. Высокочастотные импульсные помехи фильтруются конденсатором С2.

Генератор звуковой частоты

Базовая звуковая частота генерируется таймером D2 и зависит главным образом от номиналов резисторов R5 и R6, а также конденсатора С5. Период генерируемого сигнала определяется формулой $T = 0,7(R5 + 2R6) \times C5$.

Эффект «сирены»

Для достижения необходимого звукового эффекта в схему вводят второй

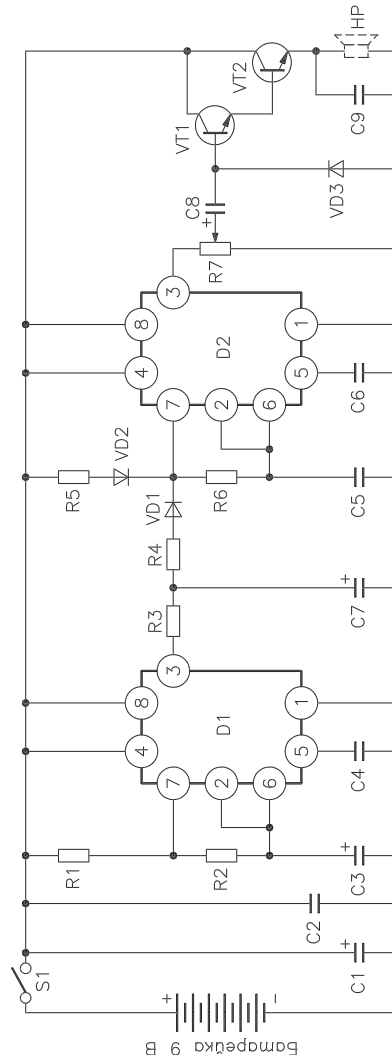


Рис. 4.24. Принципиальная схема электронной сирены

таймер NE555, генерирующий импульсы частотой примерно 1,2 Гц, которая определяется номиналами элементов R1, R2 и C3 (рис. 4.25). Интегрирующее звено R3-C7 преобразует прямоугольные импульсы в сигналы пилообразной формы, которые через резистор R4 воздействует на частоту D2. Это воздействие проявляется в периодическом увеличении и уменьшении частоты, генерируемой D2, что и придает выходному сигналу акустический эффект сирены.

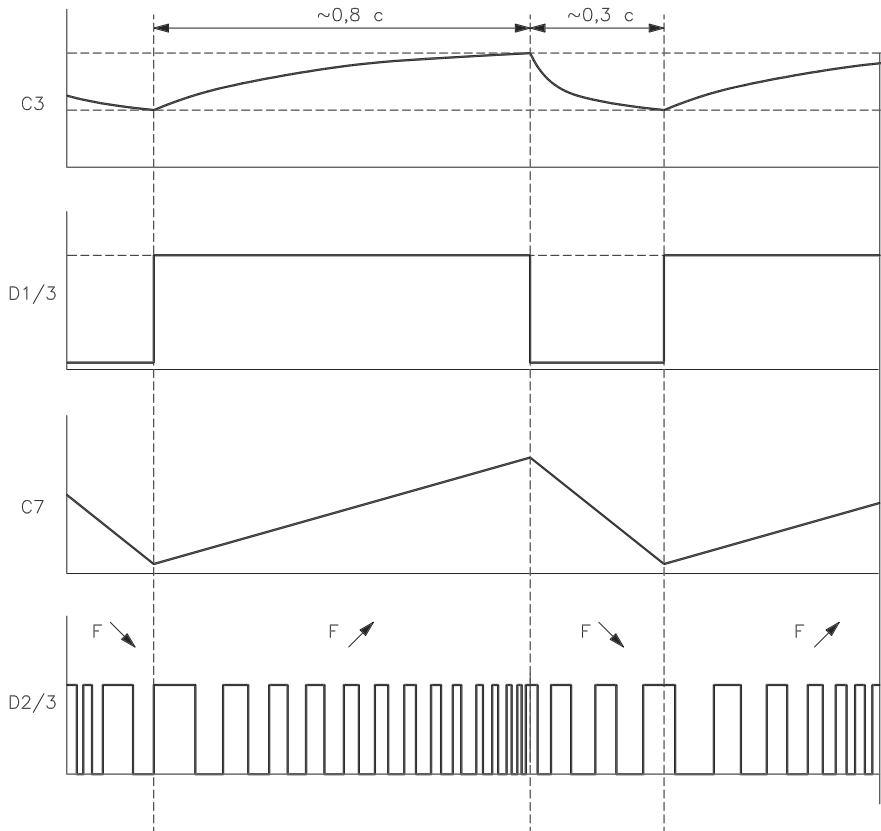


Рис. 4.25. Временная диаграмма работы электронной сирены

Усиление

Построечный резистор R7 позволяет регулировать величину амплитуды выходного сигнала D2 и как следствие – уровень громкости. Эмиттерный повторитель на транзисторах VT1 и VT2, включенных по схеме Дарлингтона, работает с единичным усилением по напряжению, но осуществляет значительное усиление по току.

Монтаж устройства

При монтаже платы (рис. 4.26 и 4.27), как обычно, следует позаботиться о правильном подключении выводов компонентов, имеющих полярность. Устройство не требует настройки. Единственное, что может потребоваться – регулировка громкости. Громкость увеличивается вращением курсора регулировочного резистора по часовой стрелке.

Перечень элементов сирены приведен в табл. 4.7.

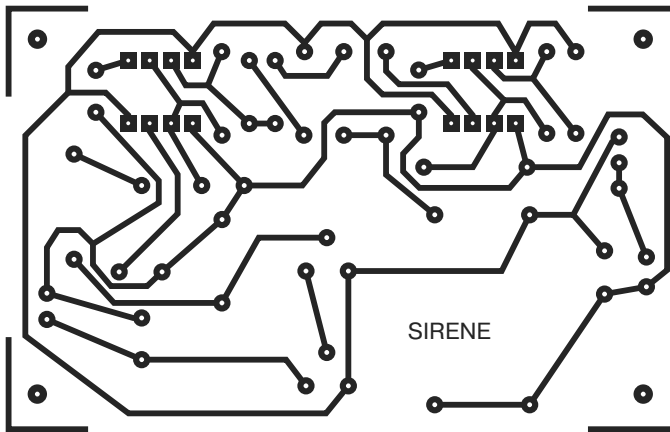


Рис. 4.26. Чертеж печатной платы электронной сирены

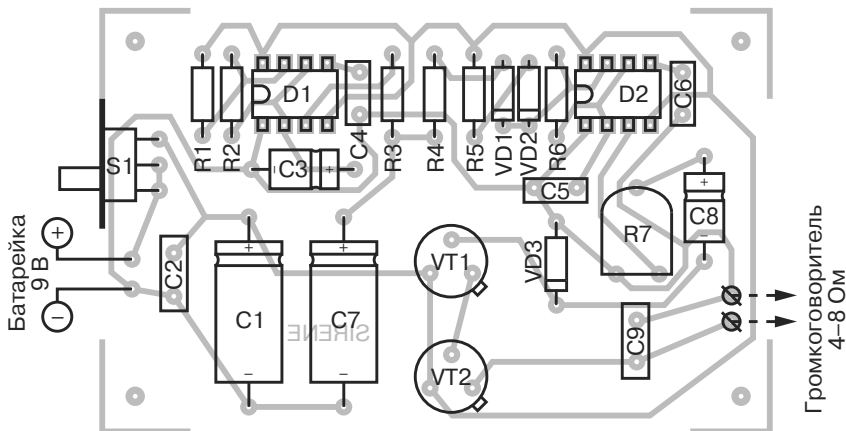


Рис. 4.27. Монтажная схема электронной сирены

Таблица 4.7. Перечень элементов электронной сирены

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание	
Резисторы	R1	100 кОм	±5%, 0,25 Вт	
	R2	10 кОм	±5%, 0,25 Вт	
	R3	1,5 кОм	±5%, 0,25 Вт	
	R4, R5	150 кОм	±5%, 0,25 Вт	
	R6	47 кОм	±5%, 0,25 Вт	
	R7	10 кОм	Подстроечный, горизонтального расположения, с шагом 5,08 мм	
	Конденсаторы	C1	220 мкФ	10 В
C2		0,1 мкФ	Пленочный	
C3		10 мкФ	10 В	
C4–C6		10 нФ	Пленочные	
C7		100 мкФ	10 В	
C8		10 мкФ	10 В	
C9		0,47 мкФ	Пленочный	
Транзисторы		VT1	BC108	BC109
		VT2	2N1711	2N1613
Микросхемы	D1, D2	NE555		
Прочее	2 панельки под микросхемы на 8 контактов			
	Громкоговоритель, 4–8 Ом			
	Движковый выключатель для установки на печатной плате			
	Контактный переходник для батарейки 9 В			
	2 контактных лепестка			

ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АККУМУЛЯТОРОВ

Количество устройств, где применяются батарейки, постоянно увеличивается. На сегодняшний день более выгодно использовать вместо батареек аккумуляторы. Их стоимость ненамного выше, но используются они многократно; подобная замена может принести значительную экономию.

Предлагаемое зарядное устройство позволит вам всегда иметь два комплекта аккумуляторов в рабочем состоянии.

Принцип действия

Питание схемы (рис. 4.28) осуществляется от сети напряжением 220 В через небольшой трансформатор Т1, имеющий на вторичной обмотке

напряжение 6 В. Конденсатор С1 производит эффективное сглаживание напряжения после двухполупериодного выпрямления диодным мостом VD1. Светодиод VD2, ток которого ограничен резистором R1, сигнализирует о наличии напряжения питания.

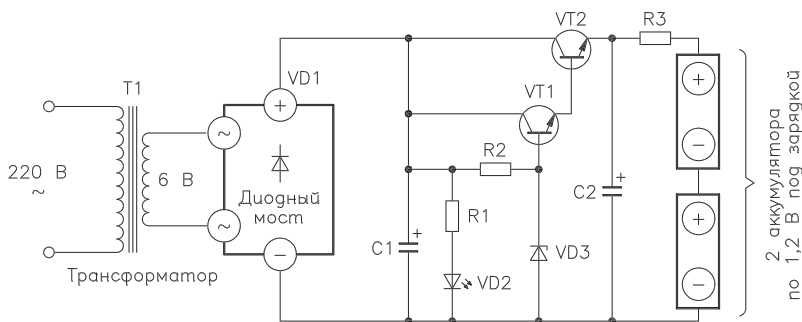


Рис. 4.28. Принципиальная схема зарядного устройства

На базе транзистора VT1 благодаря стабилитрону VD3 поддерживается постоянный потенциал в 4,7 В. Составной транзистор на VT1 и VT2 осуществляет усиление по току. На положительном выводе конденсатора С2 образуется потенциал около 3,5 В. Он и используется для зарядки двух аккумуляторов, соединяемых последовательно. В процессе подзарядки их потенциал будет постепенно меняться от 2 до 2,7 В. Ток зарядки также будет изменяться от 150 мА для разряженных аккумуляторов до 80 мА – к концу зарядки.

Транзистор VT2 устанавливается на радиатор для отвода тепла.

Монтаж устройства

Печатная плата зарядного устройства очень проста (рис. 4.29). При монтаже (рис. 4.30) обращайте внимание на правильность подключения выводов компонентов, имеющих полярность – диодов, диодного моста, электролитических конденсаторов, светодиодов, стабилитрона и транзисторов. Устройство не требует наладки или регулировки.

Перечень элементов зарядного устройства приведен в табл. 4.8, общий вид – на рис. 4.31.

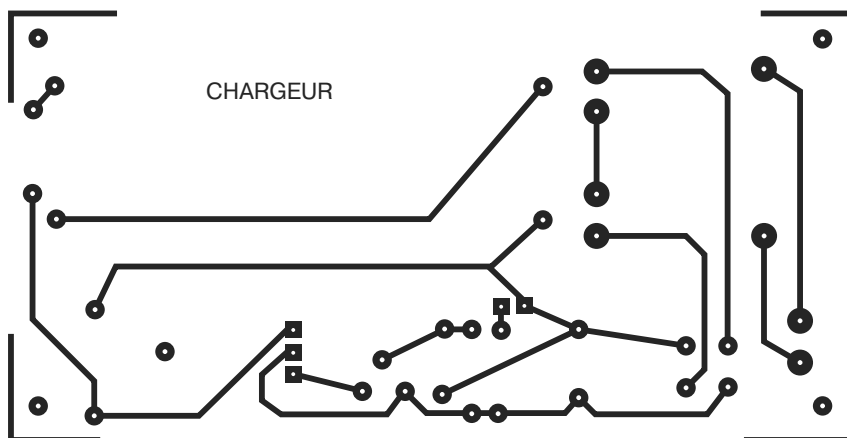


Рис. 4.29. Чертеж печатной платы зарядного устройства

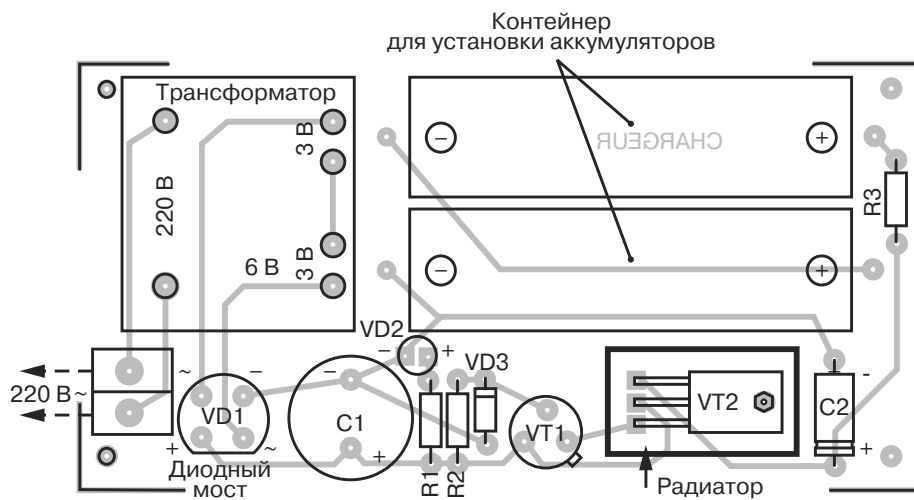


Рис. 4.30. Монтажная схема зарядного устройства

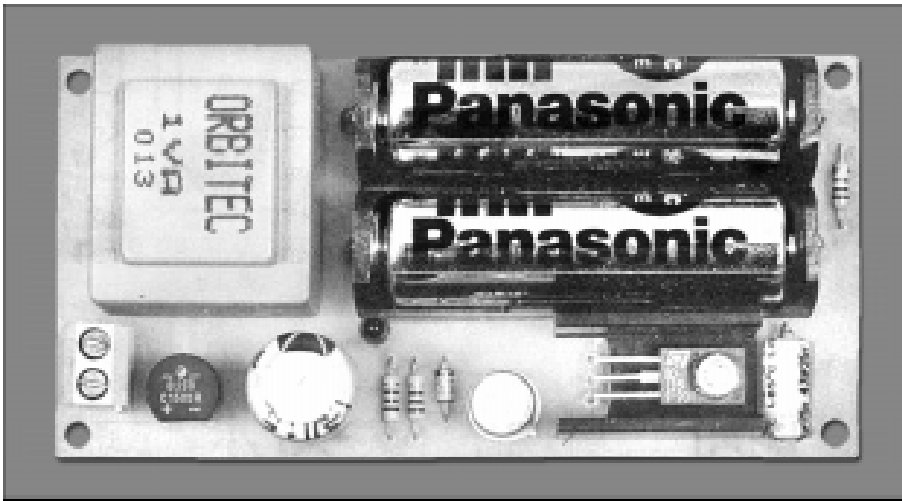


Рис. 4.31. Общий вид зарядного устройства

Таблица 4.8. Перечень элементов зарядного устройства

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1, R2	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3, R4	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	2200 мкФ	16 В
	C2	47 мкФ	10 В
Диоды	VD1	500 мА	Диодный мост
	VD2		Светодиод красный, Ø 3 мм
	VD3	4,7 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
	VT2	BD135	BD137
Прочее	Радиатор для транзистора BD135		
	Трансформатор 220 В/6 В/2 ВА		
	Клеммник двухконтактный для установки на плате		
	Контейнер для двух батареек		

ТЕСТЕР ДЛЯ БАТАРЕЕК

Предлагаемая схема позволяет быстро определить состояние батареек на 1,5 В.

Принцип действия

Батарейку следует тестировать в рабочем режиме, при нагрузке.

В данной схеме два компаратора напряжения определяют три возможных состояния батарейки:

- светится зеленый светодиод – батарейка в хорошем состоянии;
- светится желтый светодиод – батарейка начала разряжаться;
- светится красный светодиод – батарейка полностью разряжена.

Работа схемы

Питание схемы

Схема питается от батарейки на 9 В (рис. 4.32). Для надежной и устойчивой работы устройства необходимо стабильное напряжение питания, независимое от степени разряда батарейки. Микросхема линейного стабилизатора типа 7808 достаточно точно обеспечивает напряжение 8 В. Конденсатор С1 осуществляет фильтрацию напряжения питания по переменному току.

Компаратор потенциалов

Тумблер S1 одной контактной группой включает питание схемы, другой – подключает тестируемую батарейку к нагрузке R1 (10 Ом) и схеме. В нагрузке начинает течь ток величиной от 100 до 150 мА, в зависимости от состояния батарейки.

Делитель напряжения на резисторах R2 и R3 (одинакового номинала) создает в общей точке, связанной с R1, эталонный потенциал в 4 В. Одновременно на другом выводе резистора R1 формируется потенциал равный $(4 + u)$ В, где u – напряжение тестируемой батарейки (рис. 4.33). Именно оно и поступит на неинвертирующие (прямые) входы двух компараторов напряжения, в качестве которых используются операционные усилители интегральной схемы LM358. Такое включение позволяет компараторам работать в допустимой зоне (вблизи половины напряжении питания).

Инвертирующие входы компараторов подсоединяются к средним точкам соответствующих потенциометров R9 и R10, назначение которых мы рассмотрим позднее.

Возможны три ситуации, при которых тестируемая батарейка:

- в хорошем состоянии – потенциал на прямых входах обоих компараторов выше потенциала инвертирующих входов. На выходах обоих компараторов высокий уровень;
- немного разряжена – на выходе компаратора D2A низкий уровень, а компаратора D2B – высокий;
- сильно разряжена – у обоих компараторов потенциалы на прямых входах ниже потенциала инверсных входов. На их выходах низкий уровень.

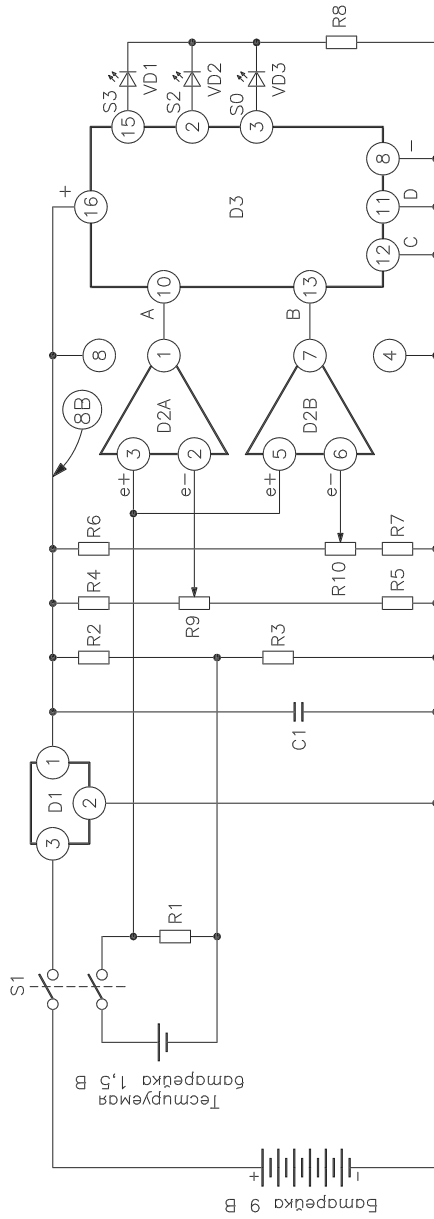


Рис. 4.32. Принципиальная схема тестера для батареек

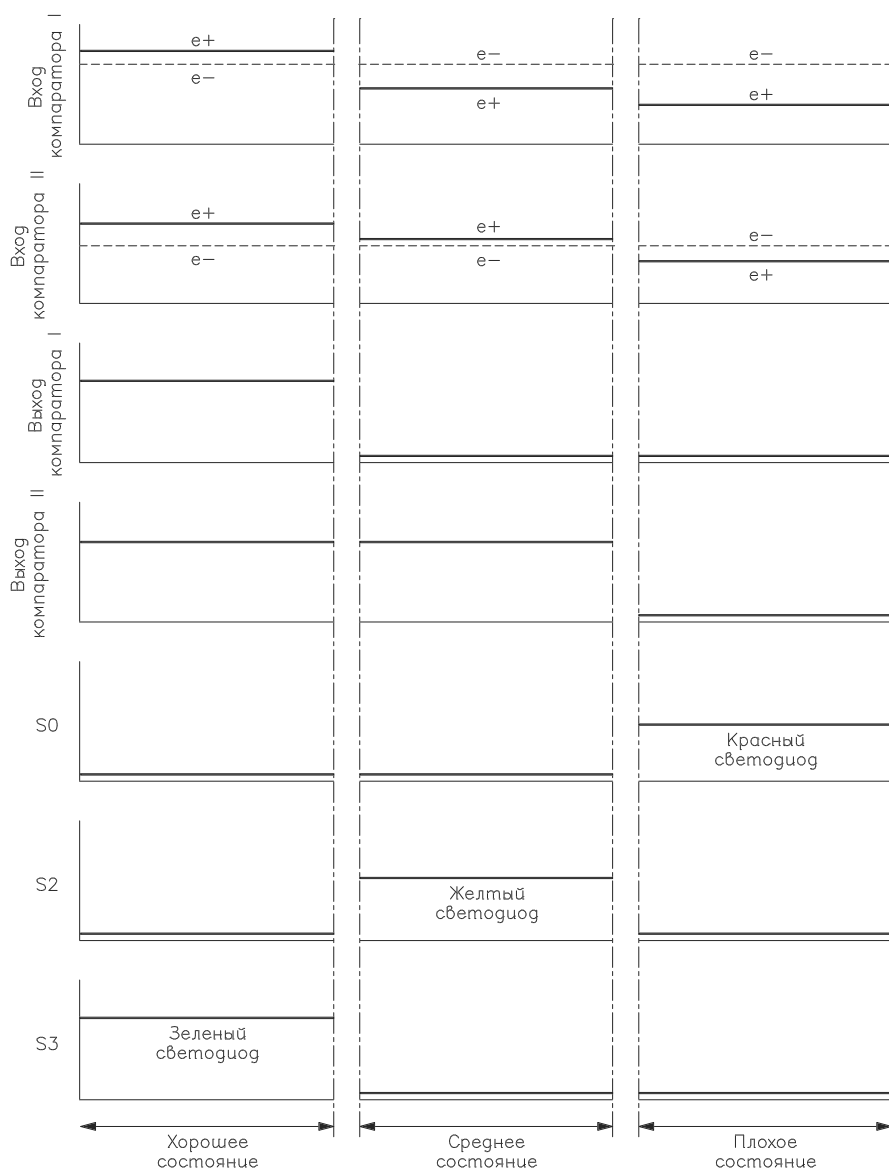


Рис. 4.33. Временные диаграммы работы тестера для батареек

Работа светодиодной индикации

Интегральная схема D3 типа CD4028 является десятичным дешифратором. При подаче на его входы (А, В, С и D) четырехразрядного двоично-десятичного кода (BCD) на одном из десяти выходов S0–S9 будет высокий уровень. В данной схеме входы С и D подключены к нулевой шине, что сокращает количество возможных комбинаций на входах до четырех: 00, 01, 10 и 11. Если рассматривать эти бинарные значения как комбинации входов ВА, то результат декодирования будет соответствовать появлению высокого уровня на выходах S0, S1, S2 и S3.

Выходы компараторов D2А и D2В соединяются с соответствующими входами А и В дешифратора. Три входные комбинации из указанных четырех соответствуют следующим ситуациям:

- 11 – батарейка в хорошем состоянии, высокий уровень на выходе S3 приводит к загоранию зеленого светодиода VD1;
- 10 – батарейка немного разряжена. Загорается желтый светодиод VD2, соединенный с выходом S2;
- 00 – батарейка разряжена полностью. Загорается красный светодиод VD3, подключенный к выходу S0.

Резистор R8 ограничивает ток светодиодов значением примерно 10 мА.

Монтаж и регулировка

Обратите внимание на ориентацию выводов компонентов, имеющих полярность. Любая ошибка может привести к их разрушению.

Приступим к регулировке потенциометров. Вставив новую батарейку, начинаем вращать движок R9 и R10 по часовой стрелке, до загорания зеленого светодиода. Затем, поместив в держатель батарейку, начинающую проявлять признаки разрядки, вращаем движок подстроечного резистора R9 в обратном направлении, против часовой стрелки, до зажигания желтого светодиода.

Операции по регулировке необходимо продолжить с бывшей долгое время в употреблении батарейкой, вращая движок R10 до загорания красного светодиода.

Схема монтируется на печатной плате, чертеж которой приведен на рис. 4.34. Установка компонентов осуществляется в соответствии с монтажной схемой (рис. 4.35). Общий вид устройства показан на рис. 4.36. Перечень используемых элементов приведен в табл. 4.9.

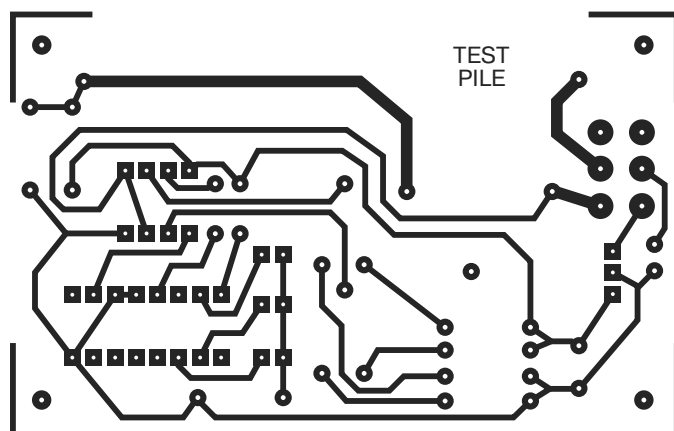


Рис. 4.34. Чертеж печатной платы тестера для батареек

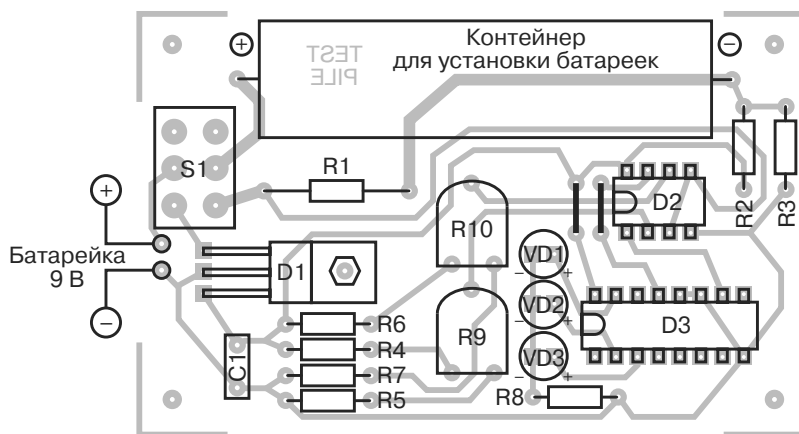


Рис. 4.35. Монтажная схема тестера для батареек

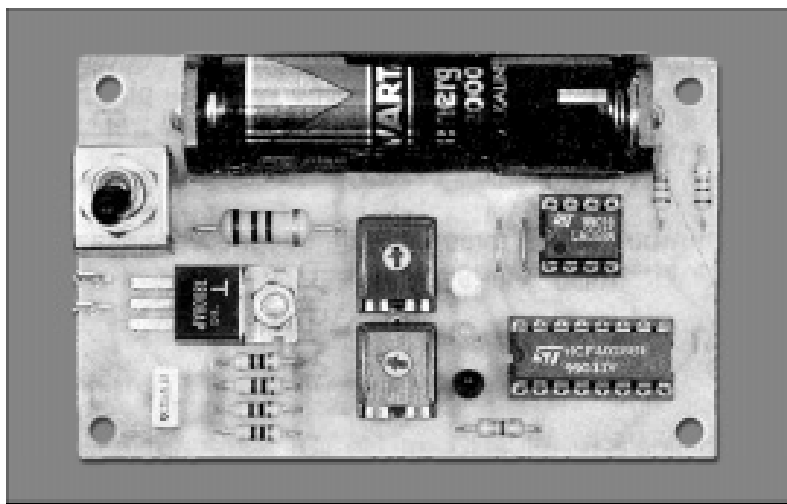


Рис. 4.36. Общий вид собранного тестера для батареек

Таблица 4.9. Перечень элементов тестера для батареек

Наименование	Примечание	Наименование	Примечание
Резисторы	R1	10 Ом	$\pm 5\%$, 1,0 Вт
	R2, R3	10 кОм	$\pm 5\%$, 0,25 Вт
	R4, R7	4,7 кОм	$\pm 5\%$, 0,25 Вт
	R8	470 Ом	$\pm 5\%$, 0,25 Вт
	R9, R10	22 кОм	Подстроечный, с шагом контактов 5,08 мм
Конденсаторы	C1	0,22 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1		Зеленый светодиод $\varnothing 3$ мм
	VD2		Желтый светодиод $\varnothing 3$ мм
	VD3		Красный светодиод $\varnothing 3$ мм
Микросхемы	D1	7808	Стабилизатор на 8 В
	D2	LM358	Операционный усилитель
	D3	CD4028	Дешифратор BCD, десятичный
Переключатели	S1		Тумблер с двумя группами контактов
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Панелька для микросхемы на 16 контактов		
	Контейнер для батарейки 1,5 В		
	Контактный переходник для батарейки 9 В		

ГИРЛЯНДА «БЕГУЩИЕ ОГНИ»

Схемы, обеспечивающие эффект «бегущих огней», достаточно популярны. Предложенная модель состоит из небольшого количества деталей, очень проста в изготовлении (рис. 4.37). Работает от сети 220 В.

Принцип действия

Генератор, реализованный на ИС таймера NE555 (D1), формирует тактовые импульсы для ИС десятичного счетчика Джонсона CD4017 (D2), модуль счета которого (посредством схемного включения) ограничен четырьмя тактами. За эти четыре такта активными последовательно становятся выходы S0, S1, S2 и S3. Логические единицы, появляющиеся на них, через транзисторы VT1, VT2, VT3 и VT4 включают соответствующие симисторы VS1, VS2, VS3 и VS4, которые, в свою очередь, включают лампочки Н1, Н2, Н3 и Н4. Таким образом, «огни» перемещаются вдоль гирлянды.

Работа схемы

Схема питания

Низкое постоянное напряжение для питания микросхем получают непосредственно от сети 220 В через резистивно-емкостную цепочку R1, R2, C1. Во время положительных полупериодов напряжения конденсатор C2 заряжается через D2, R1 и C1. Потенциал на положительном выводе C2 ограничивается значением в 10 В посредством стабилитрона VD3. При зарядке конденсатора C2 заряжается и конденсатор C1. Для обеспечения работы системы необходимо разряжать C1 между двумя положительными полупериодами напряжения сети. Это и происходит в течение отрицательных полупериодов напряжения, через диод VD1 и резистор R1.

На положительном выводе C2 получают постоянное напряжение величиной 10 В, с небольшими пульсациями. Конденсатор C3 фильтрует питание по высокой частоте. Сопротивление R2 выполняет защитные функции: оно разряжает C1 при отключении схемы от сети, что позволяет избежать разряда при прикосновении к выводам конденсатора.

Таймер

Интегральная схема D1 (таймер NE555) генерирует на своих выходах импульсы, период которых зависит от номиналов резисторов R3 и R4, конденсатора C4 и значения переменного резистора R13. Этот период можно определить формулой $T = 0,7(R1 + R13 + 2R4)C4$.

Регулируемый резистор R13 дает возможность изменять скорость переключения лампочек гирлянды.

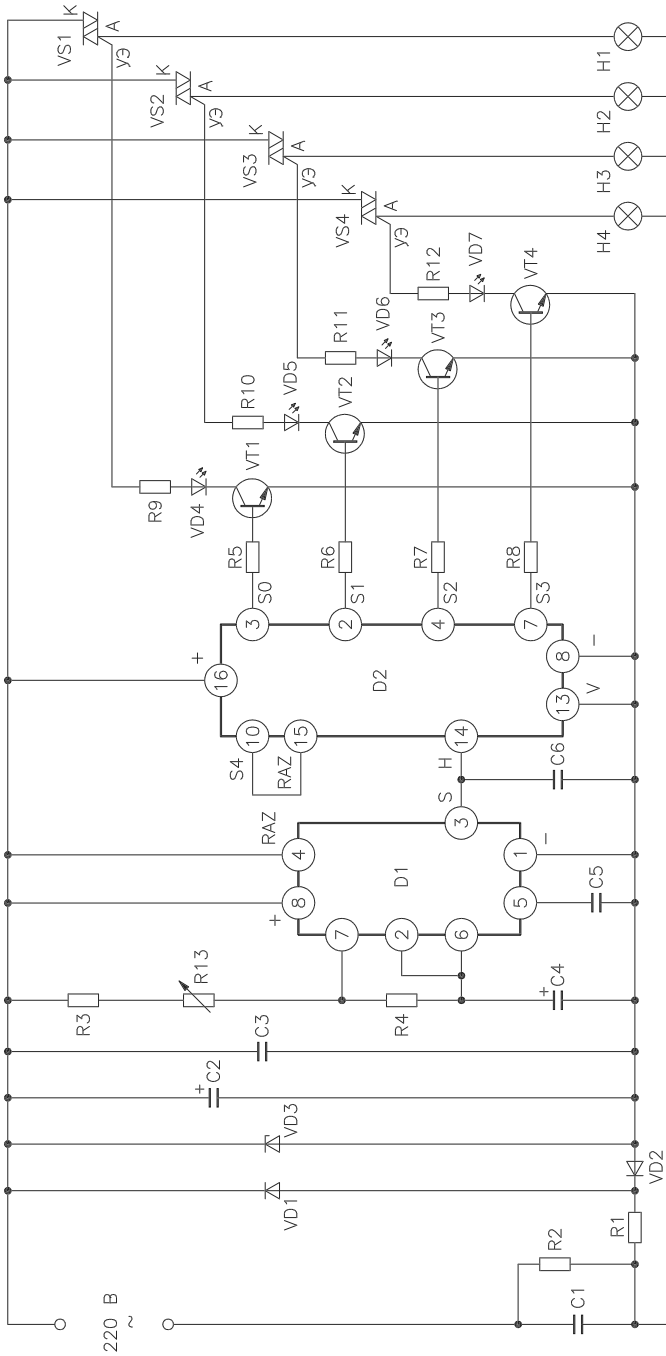


Рис. 4.37. Принципиальная схема устройства «бегущие огни»

Счетчик

Интегральная микросхема D2 типа CD4017 – это десятичный счетчик-дешифратор, выполненный на базе счетчика Джонсона. При счете единственная логическая единица при каждом положительном фронте тактовых импульсов перемещается к следующему выходу.

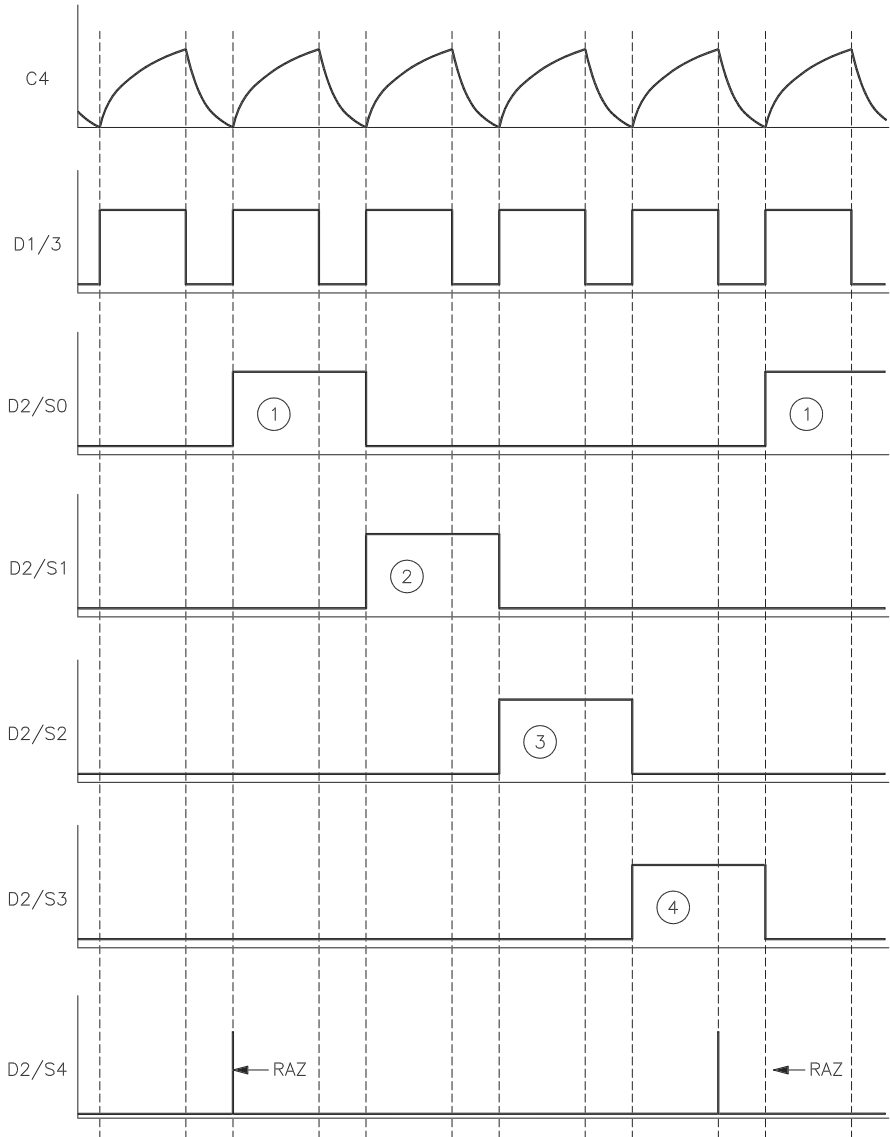


Рис. 4.38. Временная диаграмма работы «бегущих огней»

Для счета вход разрешения V должен иметь низкий уровень, иначе счетчик окажется заблокированным. Низкий уровень должен быть и на входе сброса RAZ. Если подать на RAZ сигнал высокого уровня (даже на очень короткое время), счетчик будет обнулен, при этом логическая единица будет только на выходе $S0$. В рассматриваемой схеме выход $S4$ соединен с входом RAZ. Количество состояний счетчика ограничено четырьмя, при которых логическая 1 проходит выходы $S0$, $S1$, $S2$ и $S3$. Появление логической 1 на выходе $S4$ «передает» ее на выход $S0$.

Усиление

Для иллюстрации работы усилительных каскадов на транзисторах рассмотрим случай, когда на выходе $S0$ будет высокий уровень. Ток, ограниченный резистором $R5$, потечет через переход база–эмиттер $p-r-p$ транзистора $VT1$, транзистор откроется, и протекающий через него ток поступит в управляющий электрод симистора $VS1$. Последний открывается, и лампа, помещенная в цепь его анода, загорается. Красный светодиод $VD4$, помещенный в цепь коллектора $VT1$, сигнализирует, что первый канал включен.

Выполнение монтажа

Чертеж печатной платы устройства приведен на рис. 4.39, монтажная схема – на рис. 4.40.

Как всегда, особое внимание следует обратить на установку компонентов, имеющих полярность. Любая ошибка в их установке может

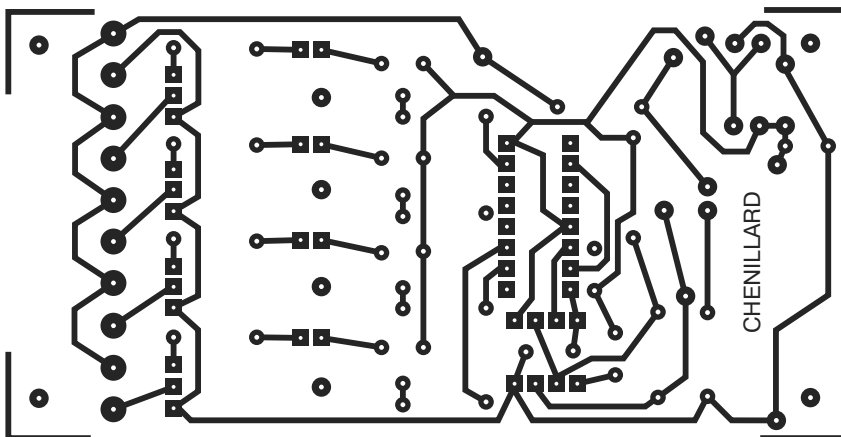


Рис. 4.39. Чертеж печатной платы «бегущих огней»

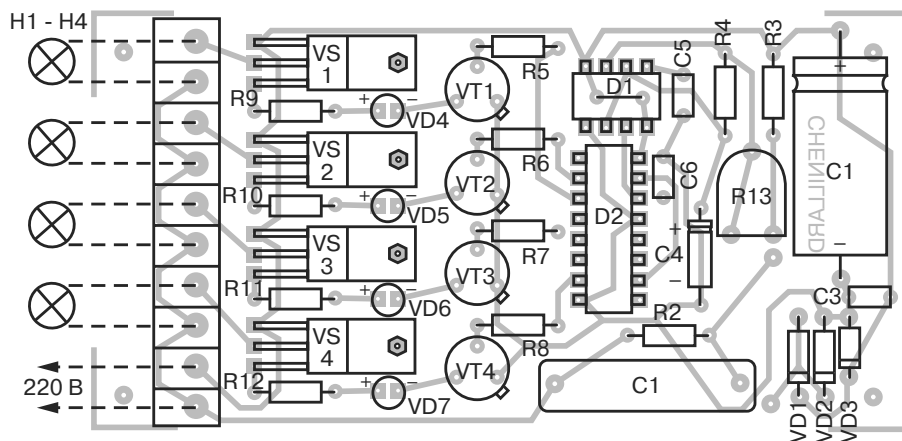


Рис. 4.40. Монтажная схема устройства

Таблица 4.10. Перечень элементов устройства «бегущие огни»

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	12,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3, R4	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5–R8	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9–R12	470 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R13	220 кОм	Подстроечный
Конденсаторы	C1	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C2	2200 мкФ	10 В
	C3	0,1 мкФ	Пленочный
	C4	47 мкФ	10 В
	C5	4,7 нФ	Пленочный
	C6	1 нФ	Пленочный
Диоды	VD1, VD2	1N4004	
	VD3	10 В	Стабилитрон 1,3 Вт
	VD4–VD7		Светодиоды красные, Ø 3 мм
Транзисторы	VT1–VT4	2N1711	2N1613
Тиристоры	VS1–VS4	6 А	Симистор
Микросхемы	D1	NE555	
	D2	CD4017	
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Панелька для микросхемы на 16 контактов		
	Десятиконтактный клеммник для установки на печатной плате		

стать причиной отказа схемы. Интегральные схемы следует установить на панельки во избежание их перегрева во время пайки.

Никакой особой регулировки не потребуется. Схема должна заработать сразу. Частота цикла зажигания лампочек увеличивается при вращении движка регулируемого резистора по часовой стрелке. Для получения нужной скорости переключения ламп отрегулируйте его.

Элементы устройства перечислены в табл. 4.10. Общий вид смонтированного устройства представлен на рис. 4.41.

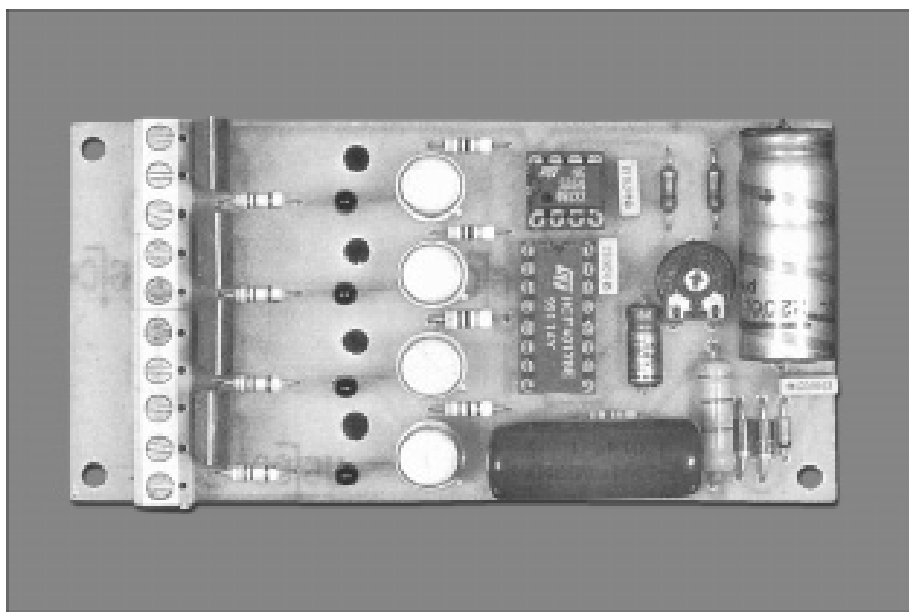


Рис. 4.41. Общий вид собранной схемы «бегущих огней»

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ

Генератор низких и высоких частот, особенно если он достаточно простой и малогабаритный, всегда может пригодиться для испытаний или настройки электронной аппаратуры.

Принцип действия

Схема широкополосного генератора сигналов (рис. 4.42) построена на двух транзисторах, образующих мультивибратор, который генерирует сигнал частотой приблизительно 1 кГц. Сигнал мультивибратора

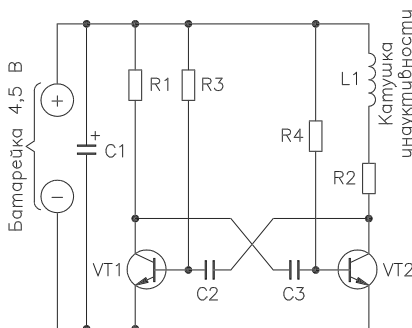


Рис. 4.42. Принципиальная схема широкополосного генератора сигналов

отличается обилием гармоник, что и позволяет использовать его для получения высоких частот. Эти гармоники имеют частоту свыше 1,5 МГц.

Особенностью схемы является способ передачи сигнала в настраиваемое устройство, например радиоприемник, – через специальную катушку.

Работа схемы

Два $n-p-n$ транзистора типа BC108 собраны в мультивибратор традиционным «перекрестным» соединением.

Транзисторы VT1 и VT2, образующие два усилительных каскада, соединены друг с другом через емкости C2 и C3. Таким образом, полученная положительная обратная связь обеспечивает генерацию колебаний.

Форма и частота сигнала зависят главным образом от значений резисторов и конденсаторов. Маленькое сопротивление резистора R2, включенного последовательно с катушкой индуктивности L1, позволяет при открывании транзистора VT2 получить в излучающей катушке импульс с крутым фронтом и, следовательно, с широким спектром.

Потребление схемы при питании напряжением 4,5 В не превышает 10 мА.

Конденсатор C1 обеспечивает развязку генератора от батарейки питания по переменному току.

Выполнение монтажа

Генератор монтируется на печатной плате (см. рис. 4.43).

Для изготовления излучающей катушки (рис. 4.44) необходимо взять одножильный изолированный электропровод небольшого сечения и намотать им двадцать витков диаметром 8 см, используя

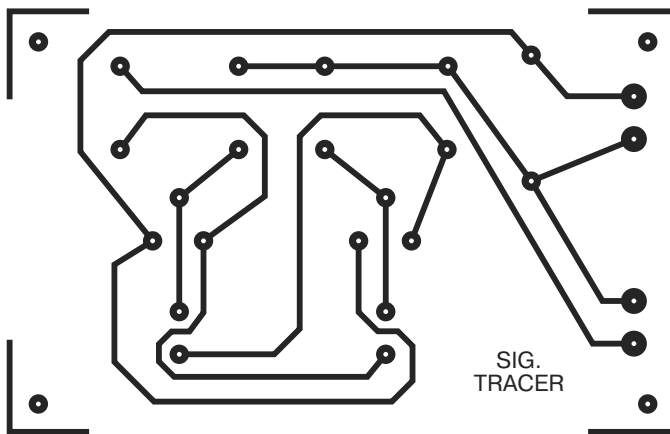


Рис. 4.43. Чертеж печатной платы широкополосного генератора сигналов

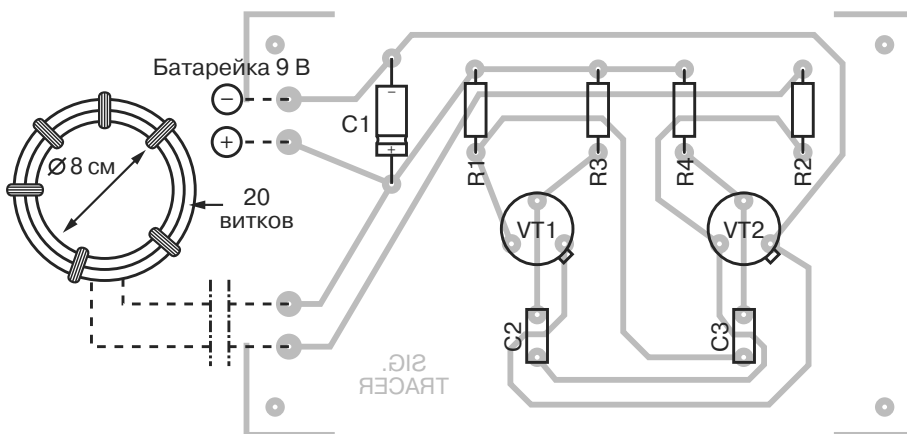


Рис. 4.44. Установка компонентов широкополосного генератора сигналов на печатной плате

в качестве формовочного элемента, например, бутылку. Между собой витки катушки могут быть скреплены в нескольких местах при помощи липкой ленты.

Широкополосный генератор сигналов можно использовать для регулировки классического приемника прямого усиления или супергетеродинного приемника, помещая катушку рядом с его антенной.

Общий вид устройства показан на рис. 4.45, элементы генератора перечислены в табл. 4.11.

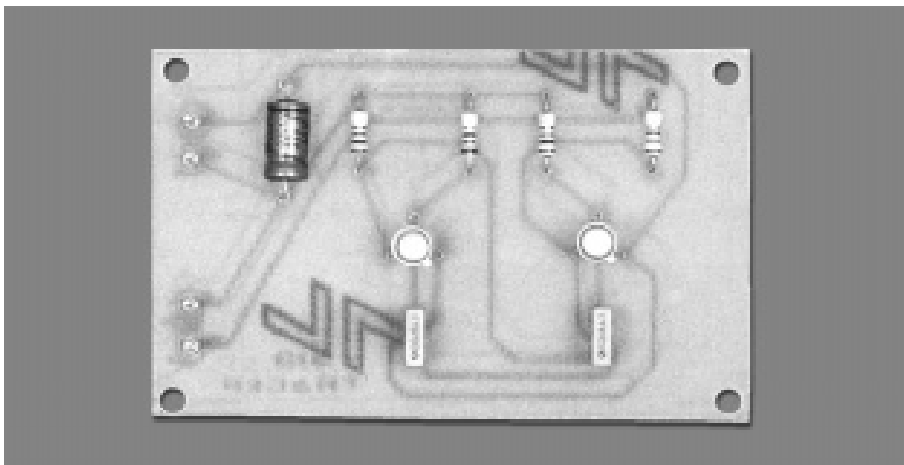


Рис. 4.45. Общий вид широкополосного генератора сигналов

Таблица 4.11. Перечень элементов, используемых для широкополосного генератора сигнала

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R2	180 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R3	2,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	22 мкФ	10 В
	C2, C3	0,1 мкФ	Пленочный
Транзисторы	VT1, VT2	BC108	BC109, 2N2222
Прочее	4 штыревых контакта		
	Обмоточный провод для катушки		

ЭЛЕКТРОННЫЙ МИНИ-ОРГАН

Можно быть любителем электроники, оставаясь меломаном. Эта схема позволит вам немного отойти от строгой электроники, главным образом, от ее утилитарности.

Принцип действия

Генератор музыкальных частот формирует звуки, соответствующие двенадцати нотам гаммы от «фа» одной октавы до «до» следующей. Этот интервал позволяет исполнять большинство музыкальных произведений.

Чтобы играть на нашем мини-оргane, достаточно с помощью гибкого щупа прикоснуться к контактному лепестку, относящемуся к требуемой ноте.

Устройство имеет регулятор громкости, позволяющий менять выходную мощность, подаваемую на громкоговоритель. Данный музыкальный инструмент не нуждается в настройке.

Работа схемы

Питание схемы

Питание схемы (рис. 4.46) осуществляется от батарейки на 9 В, подключаемой к схеме через выключатель S1. Конденсатор C1 фильтрует цепи питания по низким частотам, а C2 – по высоким частотам, развязывая, таким образом, генератор музыкальных частот от источника питания. Потребление схемы небольшое: около 20 мА, что обеспечивает устройству вполне приемлемую автономность.

Генерирование музыкальных частот

«Сердцем» схемы, бесспорно, является микросхема таймера NE555(D1). Она генерирует на выходе импульсы, период которых зависит от:

- емкости конденсатора C3;
- величины R25;
- сопротивлений 12 переключаемых групп (пар) резисторов, соответствующих воспроизводимым нотам.

Принцип расчета номиналов резисторов основывается на соблюдении соотношения музыкальных частот различных нот (табл. 4.12). Например, для ноты «до» период импульсов генерируемых NE555 определяется отношением

$$T = 0,7[(R9 + R10) + 2R25]C3,$$

или

$$T = 0,7(39 + 75 + 66)10^3 \times 10^{-8} = 126 \times 10^{-5},$$

что соответствует периоду в 1,26 мс, а значение частоты $\frac{10^3}{1,26} = 794$ Гц.

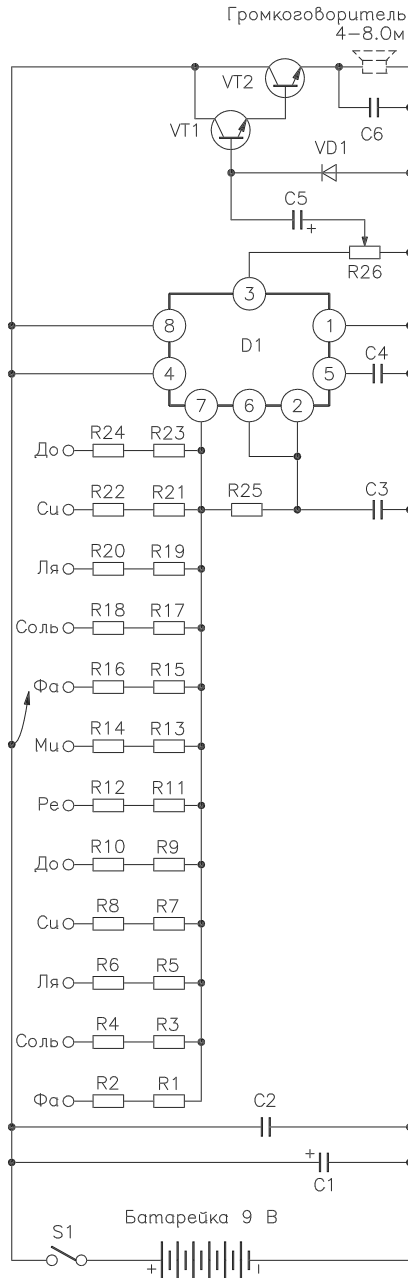


Рис. 4.46. Принципиальная схема мини-органа

Таблица 4.12. Таблица соотношений частот и периодов

Октава	Нота	Соотношение	
		$\frac{\text{Частота ноты}}{\text{Частота ноты "до"}}$	$\frac{\text{Период ноты}}{\text{Период ноты "до"}}$
Октава N-1	Фа	2/3	3/2
	Соль	3/4	4/3
	Ля	5/6	6/5
	Си	15/16	16/15
Октава N	До (*)	1	1
	Ре	9/8	8/9
	Ми	5/4	4/5
	Фа	4/3	3/4
	Соль	3/2	2/3
	Ля	5/3	3/5
Октава N+1	Си	15/8	8/15
	До	2	1/2

(*) Эталонное «до».

Сама по себе эта величина не имеет особого значения: важно ее соотношение с частотами других нот.

Для ноты «до» значение сопротивления пары резисторов R9 и R10 равно 114кОм. Оно составит основу расчета остальных сопротивлений. Теперь произведем расчет для ноты «соль» той же октавы:

$$\frac{T_{\text{соль}}}{T_{\text{до}}} = \frac{2}{3} = \frac{R17 + R18 + 2R25}{114 + 2R25} = \frac{R + 2R25}{180},$$

следовательно, $R = \frac{2 \times 180}{3} - 66 = 54$ кОм (или два резистора R17 и R18 по 27 кОм, соединенных последовательно).

Принцип усиления

Выход ИС NE555 соединен с потенциометром R26, обеспечивающим регулировку выходной мощности. Сигнал с него через конденсатор С5 подается на схему усилителя на транзисторах VT1 и VT2, которые включены по схеме Дарлингтона и усиливают ток. С выхода усилителя сигнал подается на громкоговоритель.

Монтаж устройства

Помимо соблюдения полярности выводов соответствующих компонентов необходимо обратить внимание на подбор и установку точных значений сопротивлений резисторов.

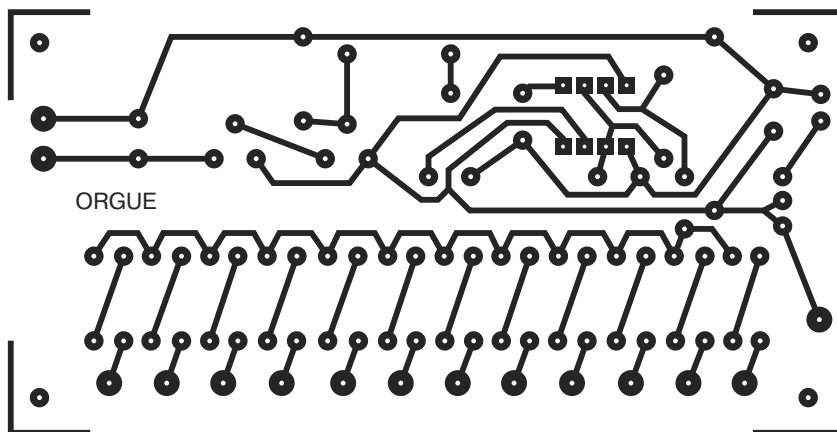


Рис. 4.47. Схема печатной платы музыкального мини-органа

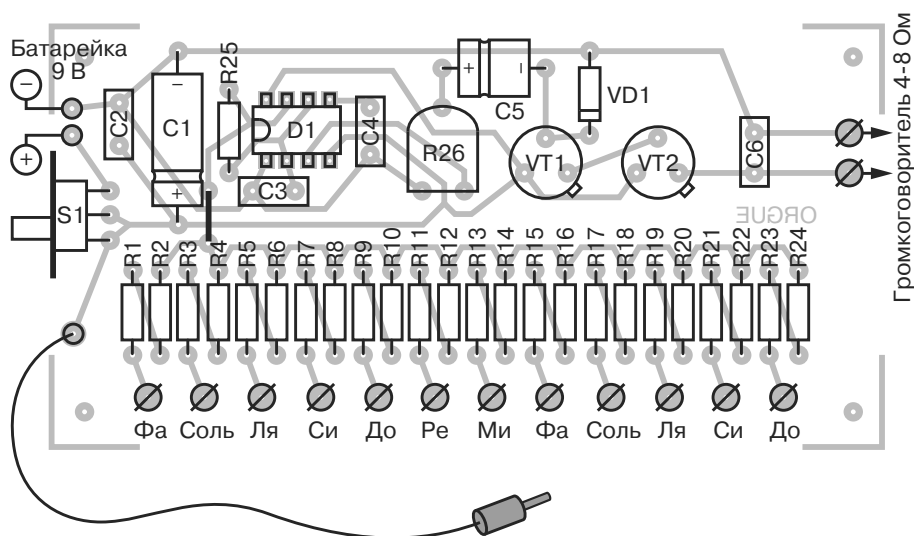


Рис. 4.48. Установка компонентов музыкального мини-органа на печатной плате

Для получения звука хорошего качества рекомендуем использовать громкоговоритель диаметром 75 или даже 100 мм.

Чертеж печатной платы устройства приведен на рис. 4.47, установка элементов выполняется в соответствии с монтажной схемой (рис. 4.48). Элементы перечислены в табл. 4.13.

Таблица 4.13. Перечень элементов мини-органа

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	180 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R2	24 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	150 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	24 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5–R7	75 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	51 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	75 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	39 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R11, R12	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R13	68 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R14	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R15	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R16	22 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R17, R18	27 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R19	24 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R20	18 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R21, R22	15 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R23, R24	12 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R25	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
R26	10 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм	
Конденсаторы	C1	100 мкФ	10 В
	C2	0,1 мкФ	Пленочный
	C3, C4	10 нФ	Пленочный
	C5	10 мкФ	10 В
	C6	0,47 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1	1N4148	1N914
Транзисторы	VT1	BC108	BC109, 2N2222
	VT2	2N1711	2N1613
Микросхемы	D1	NE555	
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Движковый выключатель		
	14 контактных лепестков или штырей		
	Контактный переходник для батарейки 9 В		
	Динамик 4–8 Ом		
Щуп с гибким проводом			

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДРЕЛИ

Мини-дрели, как правило, имеют большую скорость вращения, что вызывает скорый износ сверла, в частности при сверлении текстолита печатных плат.

Предлагаемая схема может быть использована как для изменения скорости вращения дрели, так и для регулировки света электроламп, рассчитанных на напряжение 12 В.

Принцип действия

Устройство (рис. 4.49) содержит задающий генератор импульсов фиксированной частоты, выполненный на логических вентилях D1C и D1D. Принцип управления частотой вращения электродрели заключается в изменении длительности подаваемых на неё импульсов (рис. 4.50). Скорость определяется средним значением подаваемого на дрель напряжения, которое пропорционально длительности импульсов. Таким образом, варьируя длительность импульсов, будем изменять скорость вращения дрели.

Данный принцип регулировки позволяет избежать включения в схему элементов, работающих в линейном режиме (все элементы работают в ключевых режимах), и как следствие – избежать выделения тепла. Общий КПД устройства очень высокий. При выборе частоты генератора исходим из следующих соображений: она должна быть достаточно большой, чтобы пульсации выходного напряжения были незаметны. Но она не должна быть слишком высокой, чтобы обеспечить применение схемы в устройствах с индуктивным входным сопротивлением, например, в электрическом двигателе. Частота от 45 до 50 Гц – приемлемый компромисс.

Работа схемы

Питание схемы

Источником питания схемы может служить как батарейка на 12 В, так и сетевой выпрямитель. Практически все питающее напряжение через ключевые транзисторы (VT2, VT3 и VT4) поступает в нагрузку.

Для питания микросхем требуется стабилизированное напряжение. Диод VD1 защищает схему от неправильного подключения к источнику питания (неправильной полярности). Конденсатор C1 осуществляет сглаживание напряжения. Транзистор VT1 выполняет функции

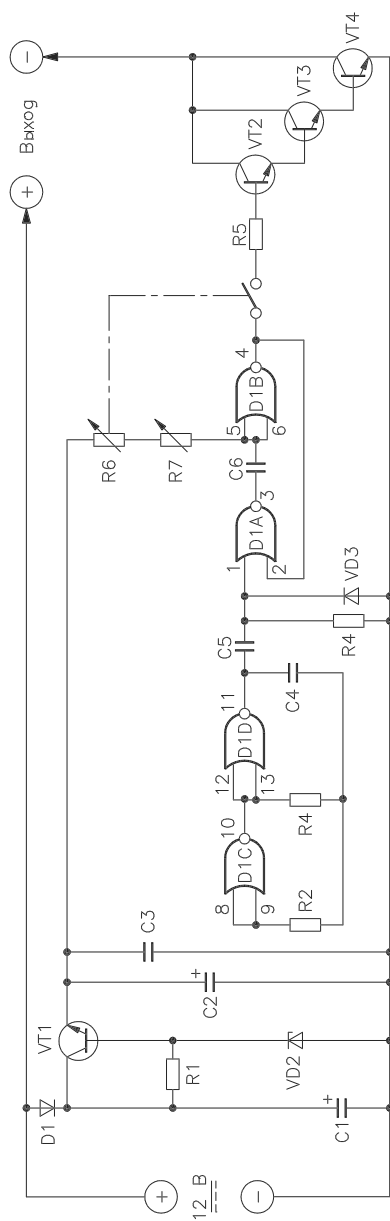


Рис. 4.49. Принципиальная схема регулятора скорости вращения дрели

стабилизатора напряжения для логических ИС. Благодаря включенному в цепь базы стабилитрону VD2, задающему опорное напряжение 10 В, на эмиттере получаем стабилизированное напряжение примерно 9,5 В. Конденсатор С2 осуществляет дополнительную фильтрацию и вместе с конденсатором С3 полностью развязывает логическую схему от источника питания по переменному току, блокируя воздействие на нее импульсных помех по питанию.

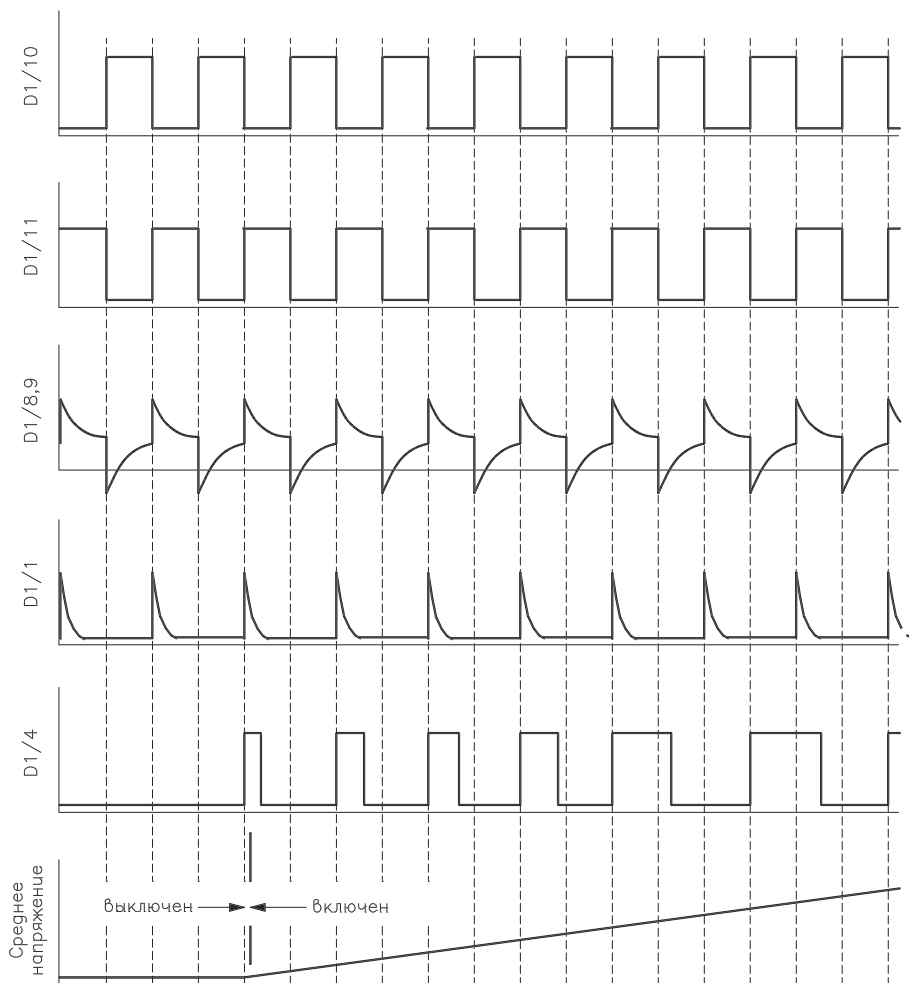


Рис. 4.50. Временная диаграмма работы регулятора скорости вращения дрели

Задающий генератор

Вентили ИЛИ-НЕ D1C и D1D образуют несимметричный мульти-вibrator, генерирующий на своем выходе прямоугольные импульсы, период которых определяется формулой $T = 2,2 \times R3 \times C4$. В данном случае эта величина составляет примерно 22 мс, что приблизительно соответствует частоте 45 Гц. Учитывая, что конденсатор C4 работает в условиях изменяющейся полярности напряжения, он должен быть неполярным.

Резистор R2 не влияет на период колебаний, но обеспечивает стабильность запуска генератора (мягкий режим запуска).

Конденсатор C5 и резистор R4 образуют дифференцирующую цепочку, формирующую короткие импульсы в момент фронтов импульсов генератора. Импульсы отрицательной полярности «срезаются» диодом VD3.

Принцип регулирования

Вентили ИЛИ-НЕ D1A и D1B образуют одновibrator («ждущий» мультивibrator), формирующий одиночные импульсы при подаче коротких запускающих импульсов положительной полярности. Их длительность определяется значениями емкости конденсатора C6, регулируемого резистора R7 и потенциометра R6. При увеличении сопротивления потенциометра возрастает длительность генерируемых положительных импульсов. Потенциометр совмещен с выключателем, контакты которого замыкаются в начале вращения потенциометра. Поэтому, уменьшая сопротивление вращением потенциометра R6, постепенно сокращаем длительность импульсов, снижая скорость вращения дрели, а затем полностью отключаем выходные транзисторы и останавливаем вращение.

Регулируемый резистор R7 служит для задания максимальной длительности импульсов и, следовательно, максимальной скорости вращения. Кроме того, для нормальной работы схемы необходимо, чтобы длительность формируемых одновibratorом импульсов не превышала периода поступления запускающих.

Принцип усиления

Транзисторы VT2, VT3 и VT4 соединены по схеме Дарлингтона в составной транзистор для получения значительного усиления тока. Работают они в ключевом режиме. В результате на выходные клеммы схемы поступают импульсы переменной длительности с амплитудой равной напряжению питания.

Выполнение монтажа

Особое внимание – к правильному подключению выводов компонентов, имеющих полярность. Мощный транзистор VT4 крепится к печатной плате (рис. 4.51, 4.52) винтами. Потенциометр R6 может приклеиваться к плате и распаиваться монтажными проводами.

Советуем устанавливать интегральную схему на панельке. Настройка устройства заключается в следующем:

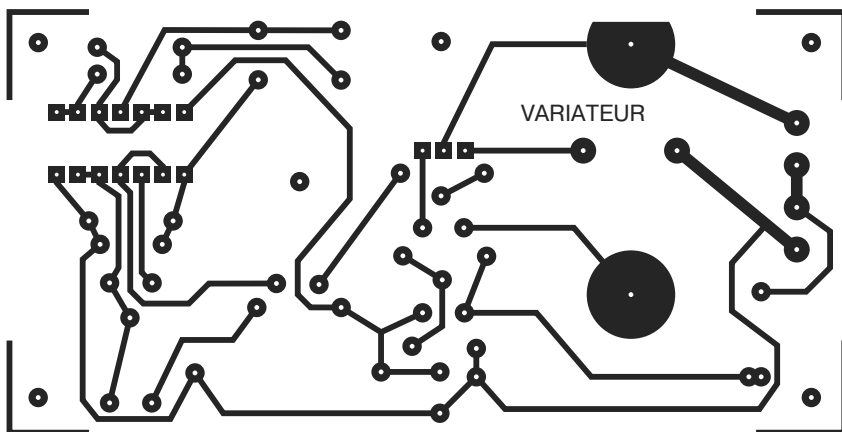


Рис. 4.51. Печатная плата регулятора скорости вращения дрели

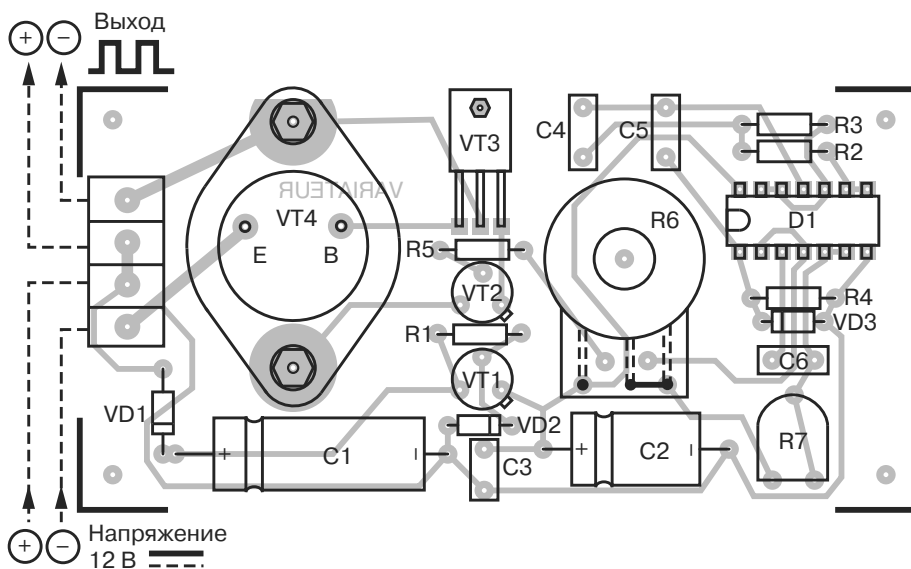


Рис. 4.52. Монтажная схема регулятора скорости вращения дрели

- регулируемый резистор R7 вращением против часовой стрелки устанавливаем в крайнее положение, что соответствует нулевому значению его сопротивления;
- подключаем мультиметр к выходу регулятора, задав режим измерения постоянного напряжения. Потенциометр R6 вращением по часовой стрелке выставляем в положение максимального сопротивления и, поворачивая курсор регулируемого резистора R7 по часовой стрелке, наблюдаем за увеличением выходного напряжения. В момент падения потенциала происходит срыв запуска одновибратора. Для обеспечения нормальной работы схемы верните курсор немного назад.

Перечень элементов устройства приведен в табл. 4.14.

Таблица 4.14. Перечень элементов регулятора скорости вращения дрели

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	470 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	220 кОм	Потенциометр с выключателем, линейный
	R7	47 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм
Конденсаторы	C1	1000 мкФ	25 В
	C2	220 мкФ	10 В
	C3	0,22 мкФ	Пленочный
	C4	0,1 мкФ	Пленочный
	C5	4,7 нФ	Пленочный
	C6	120 нФ	Пленочный
Диоды	VD1	1N4007	1N4004
	VD2	10 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
	VD3	1N914	1N4148
Транзисторы	VT1, VT2	2N1711	
	VT3	BD 135	BD137
	VT4	2N3055	
Микросхемы	D1	CD4001	
Прочее	Панелька для микросхемы на 14 выводов		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		

СЕТЕВОЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

Предлагаемая схема дистанционного выключателя допускает неограниченное количество параллельно действующих кнопок-выключателей, включенных между двумя проводами.

Принцип действия

Схема питается непосредственно от сети 220 В. При нажатии на любую кнопку-выключатель внутренний триггер схемы меняет свое состояние. Его выход соединен с управляющим электродом симистора, который и включает или выключает лампочку освещения.

Работа схемы

Питание схемы

Схема (рис. 4.53) питается от сети через конденсатор С1. Отрицательный полупериод сетевого напряжения через конденсатор С1, диод VD2 и R1 заряжает конденсатор С2. Напряжение на нем, за счет стабилитрона VD3, ограничивается значением примерно 10 В. Во время положительных полупериодов напряжения сети диод VD1 осуществляет разряд конденсатора С2 для обеспечения его готовности пропустить следующий отрицательный полупериод напряжения. Постоянное напряжение 10 В на конденсаторе С2 питает низковольтную часть электронной схемы.

Конденсатор фильтра С3 шунтирует схему питания, обеспечивая развязку по высокой частоте от остальной схемы и устраняя воздействие на работу схемы высокочастотных импульсных помех. Резистор R2 разряжает конденсатор С1 при отключении схемы от сети, тем самым защищая неосторожного любителя от разряда при прикосновении к выводам.

Обработка командного сигнала

Вентили ИЛИ-НЕ D1D и D1C образуют одновибратор, который при нажатии одной из кнопок генерирует на своем выходе положительный импульс (рис. 4.54). Его длительность определяется номиналами резистора R4 и конденсатора С2. В данном случае она составляет несколько десятых долей секунды.

Длительность импульса на выходе одновибратора, естественно, не зависит от продолжительности импульса, запустившего его. Эта часть схемы является, таким образом, запускающим устройством.

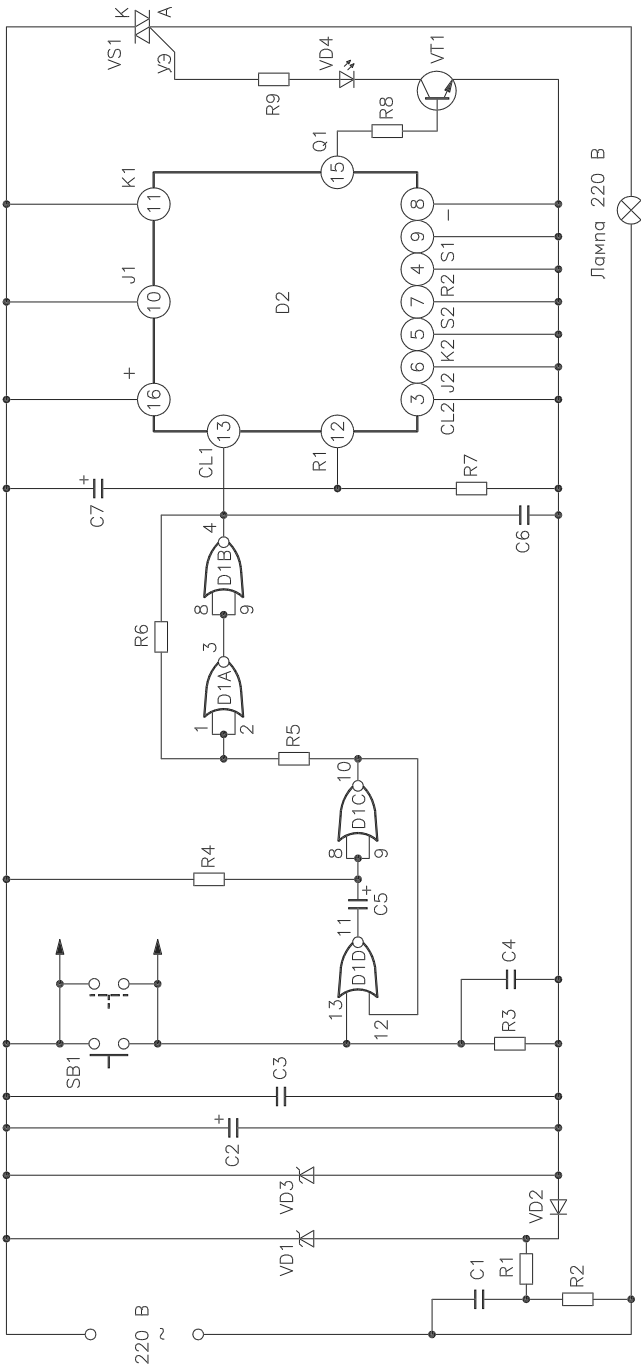


Рис. 4.53. Принципиальная схема сетевого дистанционного выключателя

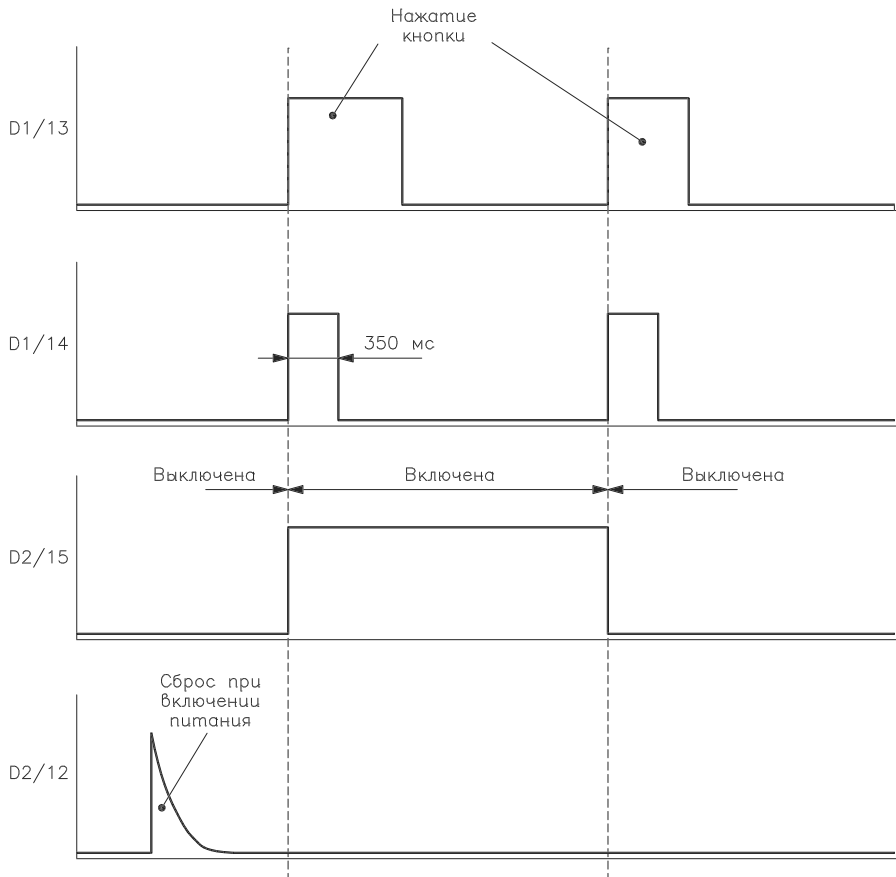


Рис. 4.54. Временная диаграмма работы сетевого дистанционного выключателя

Вентили D1A и D1B, осуществляющие двойную инверсию, составляют триггер Шмитта, в котором положительная обратная связь замыкается через резистор R6. Триггер предназначен для формирования импульсов со стандартными логическими уровнями и крутыми фронтами. При нажатии на любую кнопку генерируется прямоугольный импульс длительностью примерно 350 мс.

Управляющий триггер

Интегральная схема D2 типа CD 4027 – двоянный J-K триггер, реализованный по технологии К-МОП. Задействован только один из триггеров. На входы J1 и K1 подаются логические 1, а на входе R1 низкий уровень через резистор R7. Таким образом, J-K триггер

функционирует в режиме счетного триггера – меняет свое состояние по положительному фронту импульса на входе CL1. Выход триггера Q1 поочередно переходит с низкого уровня на высокий и наоборот.

В момент подключения схемы к сети или при ее повторном включении конденсатор C7 заряжается через R7. Это вызывает короткий положительный импульс на входе R1. В результате на выходе Q1 триггера устанавливается низкий уровень (лог. 0). Происходит автоматическая инициализация схемы.

Схема выхода

Когда на выходе Q1 микросхемы D2 высокий уровень, транзистор VT1 открывается и через управляющий электрод открывает исполнительный симистор. Резистор R9 ограничивает ток управляющего электрода, а сигнальный светодиод VD4 сообщает о том, что симистор открыт. Схема может управлять устройством, имеющим мощность потребления до 300 Вт.

Выполнение монтажа

Печатная плата схемы (рис. 4.55) относительно проста, и при ее воспроизведении контактные проводники не следует располагать очень близко друг к другу. При установке элементов (рис. 4.56) нужно следить за соответствием выводов компонентов, имеющих полярность.

Интегральные схемы необходимо установить на панельках. Общий вид устройства представлен на рис. 4.57. Элементы схемы перечислены в табл. 4.15.

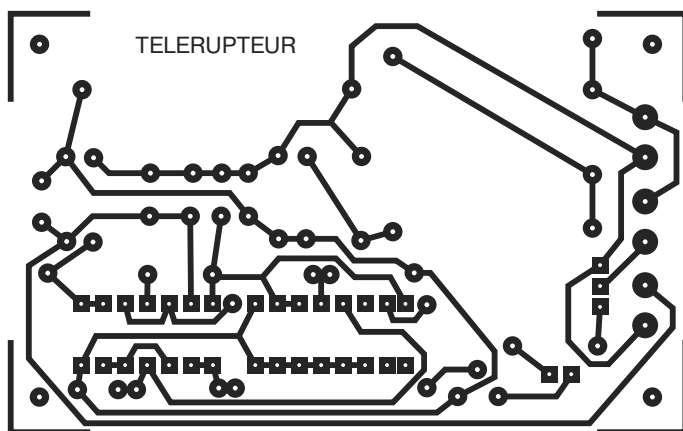


Рис. 4.55. Схема печатной платы сетевого дистанционного выключателя

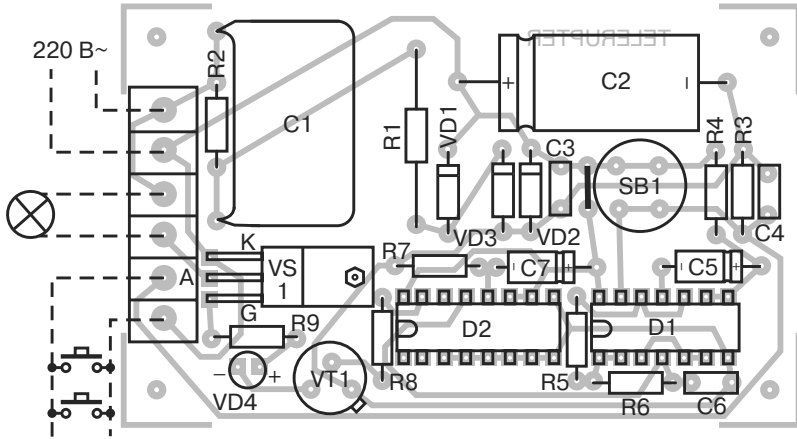


Рис. 4.56. Размещение компонентов сетевого дистанционного выключателя на печатной плате

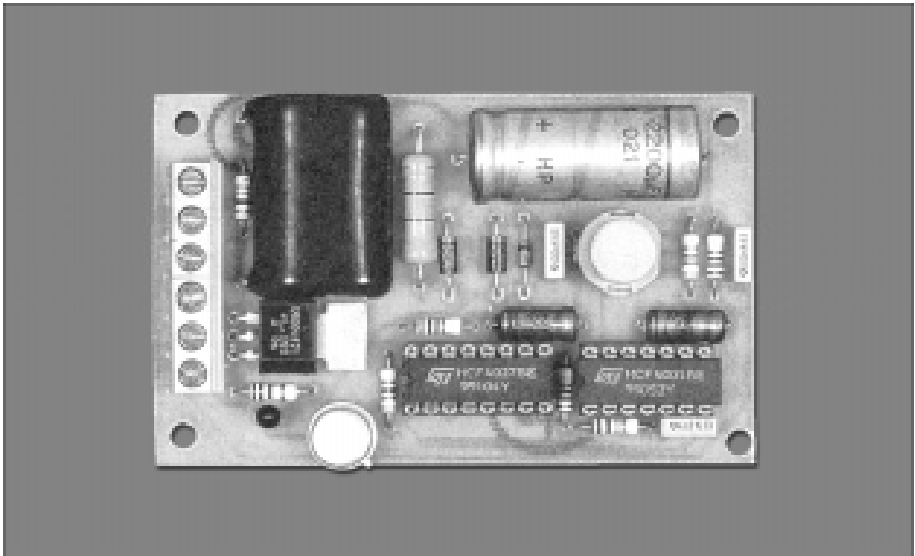


Рис. 4.57. Общий вид сетевого дистанционного выключателя

Таблица 4.15. Перечень элементов сетевого дистанционного выключателя

Наименование	Обозначение	Наименование	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	2,0 Вт
	R2	1 Мом	±5%, 0,25 Вт
	R3	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	220 Ом	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	1 мкФ	Пленочный 400 В
	C2	2200 мкФ	10 В
	C3, C4	0,1 мкФ	Пленочный
	C5	10 мкФ	10 В
	C6	4,7 нФ	Пленочный
	C7	22 мкФ	10 В
	Диоды	VD1, VD2	1N4004
VD3		10 В	Стабилитрон 1,3 Вт
VD4			Светодиод красный Ø 3 мм
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
Тиристоры	VS1		Симистор
Микросхемы	D1	CD4001	
	D2	CD4027	
Прочее	Панелька для микросхемы на 14 выводов		
	Панелька для микросхемы на 16 выводов		
	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами		
	Шестиконтактный клеммник для установки на печатной плате		

СТРОБОСКОП

При разряде импульсная лампа стробоскопа практически мгновенно высвобождает значительное количество световой энергии. Это можно использовать для анимации вечеринки или витрины магазина, а также для сигнализации, например, в шумной обстановке.

Принцип действия

Устройство содержит несколько конденсаторов достаточно большой емкости, которые, периодически заряжаясь до высокого напряжения

непосредственно от выпрямленного сетевого напряжения, накапливают энергию. В нужный момент времени, определяемый схемой таймера, производится разряд одного из конденсаторов через обмотку импульсного пускового трансформатора, повышающего напряжение до величины, необходимой для начальной ионизации импульсной лампы. Затем происходит разряд других конденсаторов через лампу, вызывающий интенсивную вспышку света, поскольку вся накопленная энергия освобождается за очень короткое время.

Работа схемы

Питание схемы

Питание управляющего узла схемы (рис. 4.58) осуществляется непосредственно от сети 220 В через емкость С9. Во время положительных полупериодов напряжения ток течет через этот конденсатор, который, заряжаясь через R1 и VD2, заряжает и конденсатор С1. Потенциал на положительном выводе конденсатора С1 ограничивается значением 10 В благодаря стабилитрону VD7.

Во время отрицательных полупериодов напряжения через VD1 происходит разряд С9, за счет чего он подготавливается к передаче следующей положительной полуволны напряжения. В результате на выходе схемы питания (конденсаторе С1) получаем сглаженное постоянное напряжение. Конденсаторы С1 и С2 осуществляют фильтрацию напряжения питания по низким и высоким частотам.

При отключении схемы резистор R2 разряжает С9, что позволяет избежать разряда при неосторожном обращении с устройством.

Цикл работы устройства задается несимметричным мультивибратором на вентилях И-НЕ D1А и D1В. Конденсаторы С3 и С4 заряжаются и разряжаются через резистор R3 и регулируемый резистор R10. Диод VD2, шунтирующий резистор R10, ускоряет заряд конденсаторов С3 и С4, когда выход вентиля D1В имеет низкий уровень. Таким образом, длительность состояния низкого уровня на выходе мультивибратора меньше длительности состояния высокого уровня и составляет приблизительно 10 мс, причем зависит, главным образом, от текущего значения сопротивления регулируемого резистора. Подробнее мы поговорим об этом в разделе, посвященном изготовлению стробоскопа.

Резистор R4 не влияет на период колебаний генератора. Он обеспечивает работу вентиля D1В в линейном режиме и, следовательно, мягкий режим запуска генератора. Вентили D1С и D1D осуществляют двойную инверсию, выполняя роль буферных элементов.

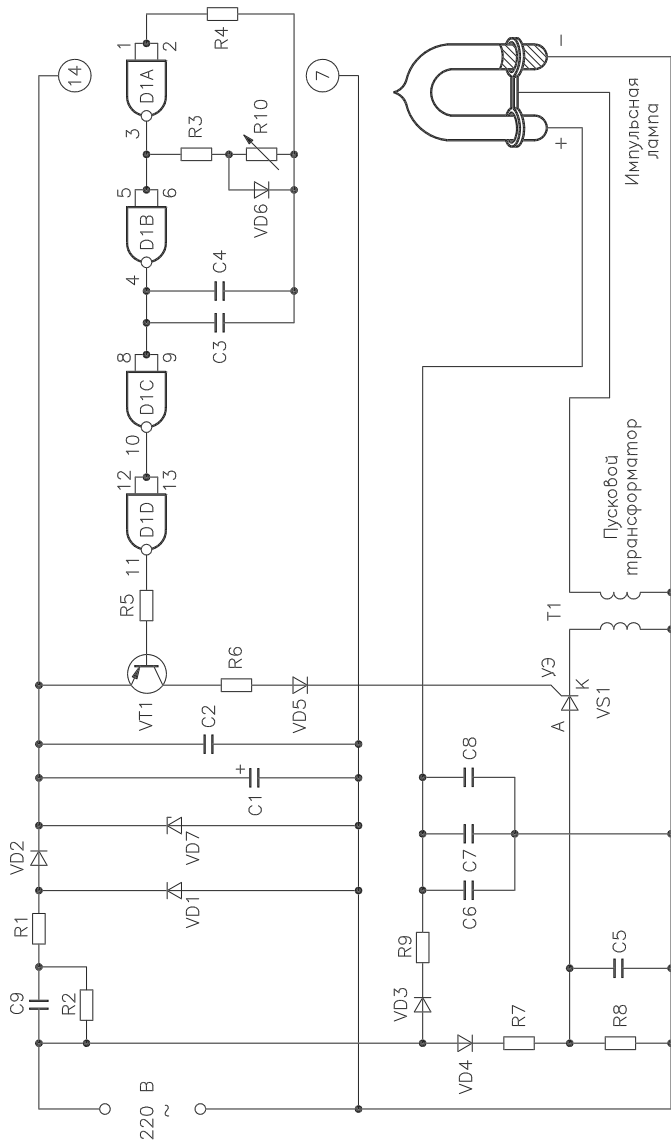


Рис. 4.58. Принципиальная схема стробоскопа

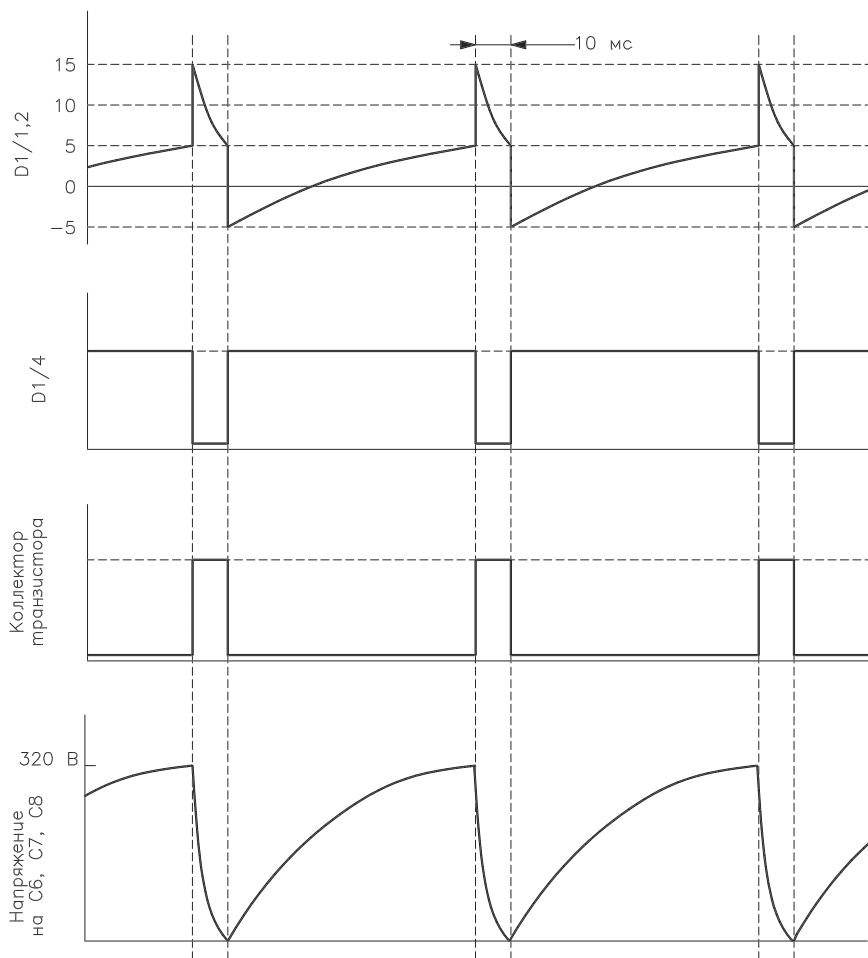


Рис. 4.59. Временная диаграмма работы стробоскопа

Работа импульсной лампы стробоскопа

В момент низкого уровня на выходе вентиля D1D транзистор VT1 открывается, и его коллекторный ток через цепочку R6 и VD5 поступает в управляющий электрод тиристора VS1 – он открывается.

На конденсаторе C5, предварительно заряженном через диод VD4 и R7 во время положительных полупериодов сетевого напряжения, имеем напряжение примерно 300 В. При включении тиристора конденсатор быстро разряжается через первичную обмотку импульсного

трансформатора. Вторичная обмотка трансформатора имеет значительно больше витков, чем первичная, поэтому на ней появляется напряжение в несколько тысяч вольт. Это высокое напряжение обеспечивает запуск импульсной лампы. Энергия, необходимая для световой вспышки, накапливается тремя конденсаторами С6, С7 и С8, которые разряжаются за очень короткий промежуток времени. Они предварительно заряжаются через резистор R9 и диод VD3 во время двух положительных полупериодов сетевого напряжения приблизительно до 300 В.

Выполнение монтажа

Схема содержит большое количество компонентов, имеющих полярность (диоды, электролитические конденсаторы, тиристор, интегральная схема), что требует особого внимания при установке. Блестящая (хромированная) сторона импульсной лампы соответствует «минусу». Чтобы не перепутать обмотки импульсного трансформатора, при помощи омметра необходимо измерить их сопротивление. Вторичная обмотка, формирующая высокое напряжение и соединяемая с пусковым электродом лампы, имеет значительно более высокое сопротивление.

Чертеж печатной платы устройства и монтажная схема представлены на рис. 4.60 и 4.61.

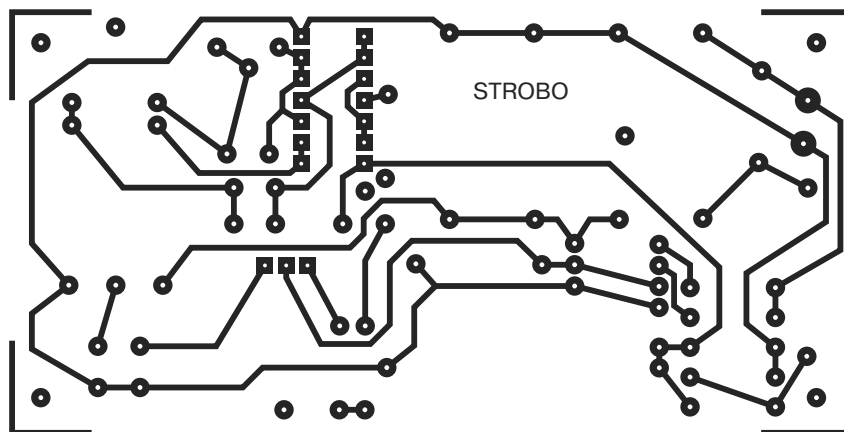


Рис. 4.60. Чертеж печатной платы стробоскопа

достаточно времени для заряда между двумя последовательными вспышками.

Общий вид стробоскопа представлен на рис. 4.62, перечень элементов устройства дан в табл. 4.16

Таблица 4.16. Перечень элементов стробоскопа

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	2,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	220 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R7	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	2,2 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	3,3 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	1 МОм	Подстроечный
Конденсаторы	C1	2200 мкФ	10 В
	C2	0,1 мкФ	Пленочный
	C3, C4	1 мкФ	Пленочный
	C5	0,1 мкФ	Пленочный 400 В
	C6–C9	1 мкФ	Пленочный 400 В
Диоды	VD1, VD5	1N4004	
	VD6	1N4148	1N914
	VD7	10 В	Стабилитрон 1,3 Вт
Транзисторы	VT1	2N2905	
Тиристоры	VS1	TYN1008	
Микросхемы	D1	CD4011	
Прочее	Панелька для микросхемы на 14 выводов		
	Лампа импульсная 30/40 Дж		
	Импульсный трансформатор (TS8)		
	Двухконтактный клеммник для установки на печатной плате		

ПРОСТОЙ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Наладку некоторых приборов, например радиоприемника, гораздо проще производить, имея под рукой компактный усилитель, снабженный громкоговорителем и источником питания.

Речь идет об усилителе, в схеме которого использована всего одна интегральная микросхема ТВА820.

Работа схемы

Интегральная схема ТВА820 содержит 18 транзисторов, 7 резисторов и 4 диода. Уже эти характеристики позволяют понять интерес к данному компоненту, обеспечивающему построение качественного усилителя.

Принципиальная схема усилителя (рис. 4.63) относительно проста. Входной сигнал подается на вывод 3 микросхемы ТВА820. Мощный выходной сигнал снимается с вывода 5.

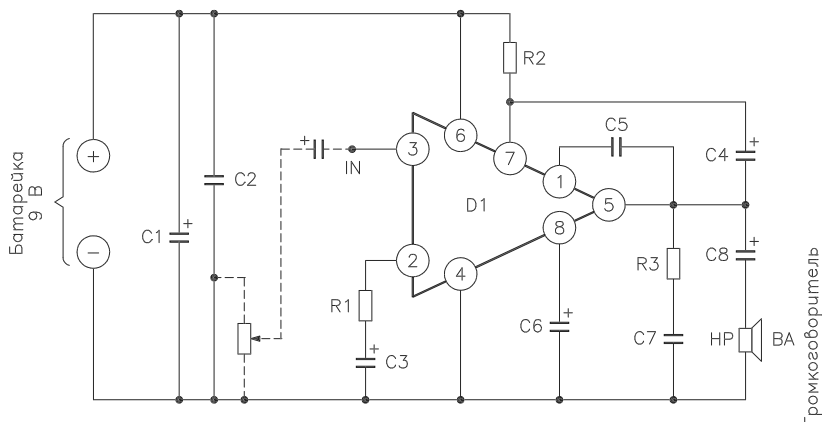


Рис. 4.63. Принципиальная схема низкочастотного усилителя

Этот вывод соединяется с громкоговорителем через разделительный конденсатор С8, блокирующий постоянную составляющую сигнала. Другие компоненты выполняют функции стабилизации режима работы схемы (R1 и C3), подавления гармоник (C6, R3 и C7) и обратной связи (C4 и R2).

Для питания можно использовать батарейку на 9 В или любой другой источник постоянного напряжения от 9 до 18 В. Конденсатор С1 осуществляет фильтрацию питания по низкой частоте, а С2 – по высокой.

Усилитель не требует наладки и обеспечивает достаточно широкую полосу воспроизводимых частот.

Выполнение монтажа

При монтаже соблюдайте полярность подключения конденсаторов, так как при неправильном включении они могут разрушиться. Интегральную схему установите на панельке. Представленная печатная плата (рис. 4.64 и 4.65) рассчитана на установку ИС усилителя и только необходимых периферийных компонентов. Если вы хотите разместить усилитель в корпусе, то имеет смысл предусмотреть регулировку громкости, включив во входную цепь ИС ТВА820 (вход 3) потенциометр на

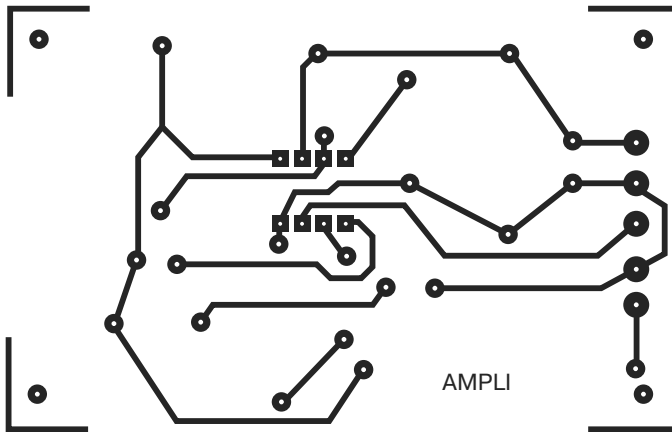


Рис. 4.64. Чертеж печатной платы низкочастотного усилителя

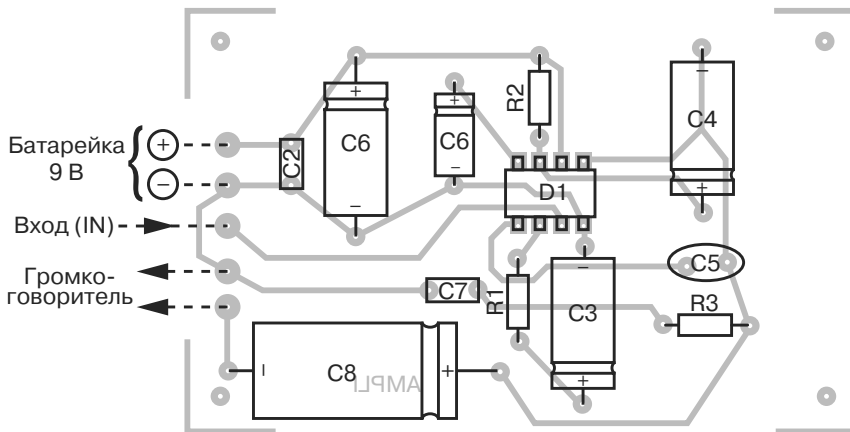


Рис. 4.65. Установка компонентов низкочастотного усилителя на печатной плате

10 кОм с линейным изменением сопротивления. Для развязки по постоянному току потребуется разделительный конденсатор на 10 мкФ.

Элементы усилителя перечислены в табл. 4.17. Общий вид собранного устройства приведен на рис. 4.66.

Таблица 4.17. Перечень элементов низкочастотного усилителя

Наименование	Обозначение	Наименование	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R2	56 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R3	1 Ом	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	100 мкФ	10 В
	C2	0,1 мкФ	Пленочный
	C3–C4	100 мкФ	10 В
	C5	470 пФ	Керамический
	C6	47 мкФ	10 В
	C7	0,22 мкФ	Пленочный
	C8	1000 мкФ	10 В
Микросхемы	D1	ТВА820М	В корпусе DIP-8
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 выводов		
	5 контактных лепестков		

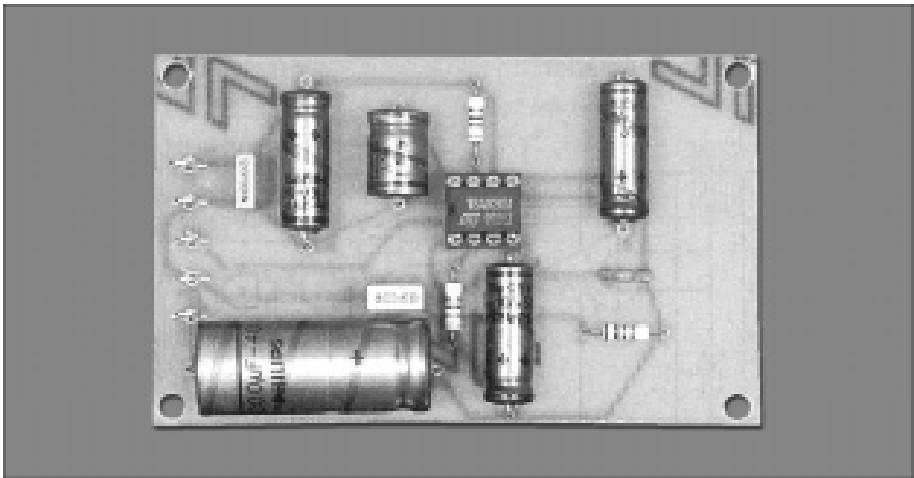


Рис. 4.66. Общий вид низкочастотного усилителя

ОХРАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЯЩИКА СТОЛА

Никому постороннему не удастся открыть ящик стола (или кассы) без того, чтобы тотчас же не прозвучал пронзительный «бип-бип», издаваемый этой схемой, которая может также успешно защитить аптечный шкаф, если в семье есть малолетние дети.

Принцип действия

Детектирующим элементом данного охранного прибора является фоторезистор. Устройство может находиться в одном из двух состояний:

- ящик закрыт – свет на фоторезистор не попадает, устройство находится в состоянии ожидания;
- ящик открывают – фоторезистор освещается, и немедленно следует громкий звуковой сигнал «бип-бип».

Работа схемы

Питание схемы

Схема (рис. 4.67) питается от батарейки на 9 В, которая включается тумблером S1. Конденсаторы C1 и C2 осуществляют фильтрацию питающего напряжения.

В состоянии ожидания потребление охранного устройства очень маленькое – всего несколько микроампер!

Обнаружение открывания ящика

Фоторезистор R9 в темноте имеет очень большое сопротивление (порядка

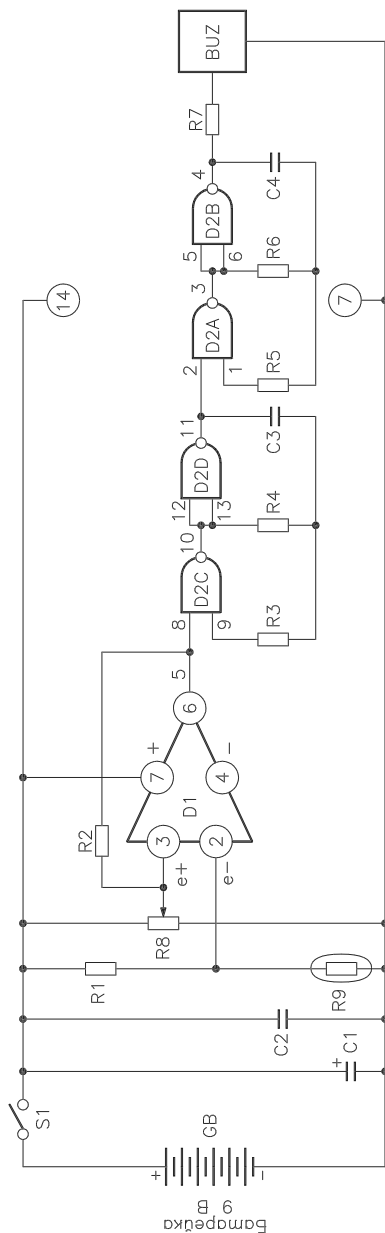


Рис. 4.67. Принципиальная схема охранной системы для ящика стола

мегаом). Но если его осветить, сопротивление падает до нескольких сотен Ом. Таким образом, на инвертирующем входе операционного усилителя D1 имеем:

- потенциал равный 9 В, если фоторезистор находится в темноте;
- потенциал близкий к нулю, если фоторезистор освещен.

Операционный усилитель используется в качестве компаратора напряжения. На его неинвертирующем (прямом) входе напряжение может меняться регулируемым резистором R8 от 0 до 9 В.

Когда фоторезистор находится в темноте, потенциал инвертирующего входа выше потенциала прямого входа и на выходе D1 - низкий уровень напряжения.

Если фоторезистор освещен, соотношение потенциалов противоположное, и выходное напряжение ИС D1 становится высоким.

Резистор положительной обратной связи R2 обеспечивает функционирование усилителя в режиме триггера Шмитта, имеющего запас устойчивости при переключении за счет гистерезиса.

Звуковая сигнализация

Вентили И-НЕ D2C и D2D образуют несимметричный управляемый мультивибратор. Когда на его вход 8 подается низкий уровень напряжения, на выходе мультивибратора также будет низкий уровень напряжения. При подаче на вход управления 8 логической единицы мультивибратор начнет генерировать импульсы, период которых зависит в основном от значений резистора R4 и конденсатора C3 (рис. 4.68).

В данном случае период составляет 0,25 секунды (частота 4 Гц).

Импульсы поступают на управляющий вход второго мультивибратора, образованного вентилями D2A и D2B. В отличие от первого этот мультивибратор, в соответствии со значениями R6 и C4, генерирует более высокую частоту, около килогерца.

Полученные сигналы (пачки импульсов) через резистор R7 выводятся на пьезоэлектрическую пищалку, и она, как только фоторезистор освещается, издает сильный звуковой сигнал.

Монтаж устройства

При монтаже печатной платы (рис. 4.69 и 4.70), как обычно, обратите внимание на правильность установки компонентов, имеющих полярность. Во избежание перегрева интегральных схем при пайке

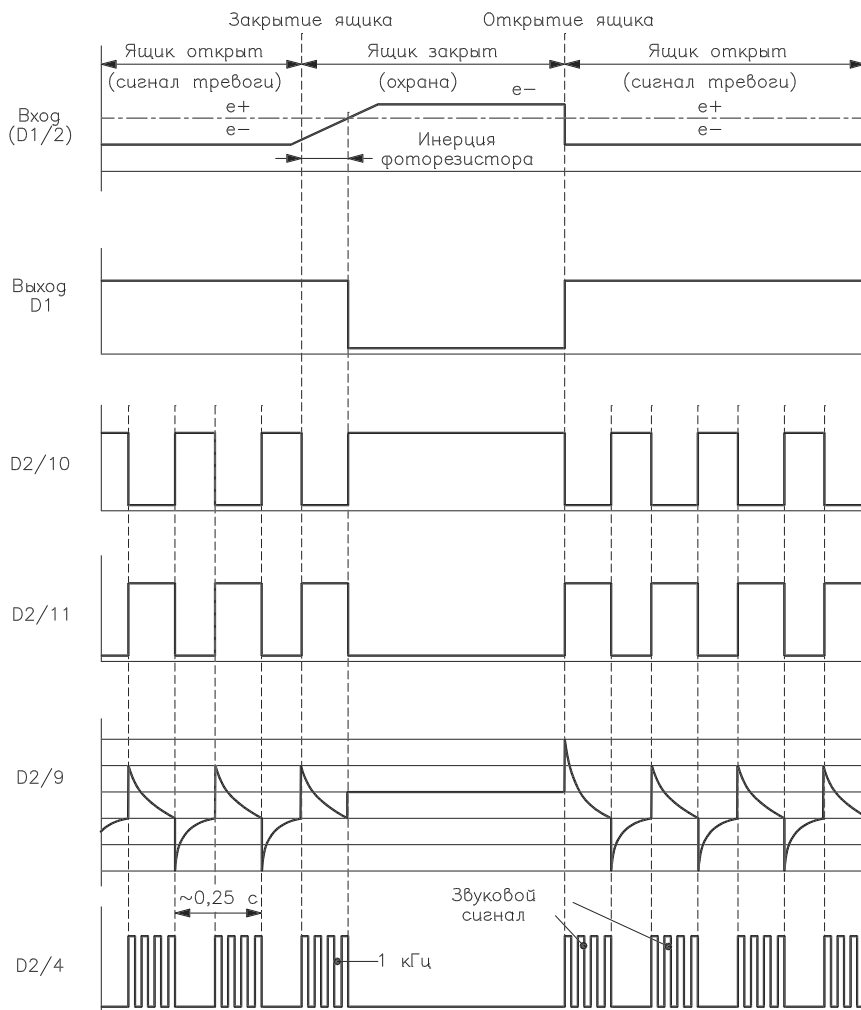


Рис. 4.68. Временная диаграмма работы охранной системы

рекомендуется установить их на панельки. Движковый переключатель S1 впаивается в плату и приклеивается к ней для лучшего закрепления.

Переменный резистор R8 следует установить в среднее положение. Как правило, регулировки не требуется. Можно изменять чувствительность схемы к свету, поворачивая курсор резистора R8 против часовой стрелки.

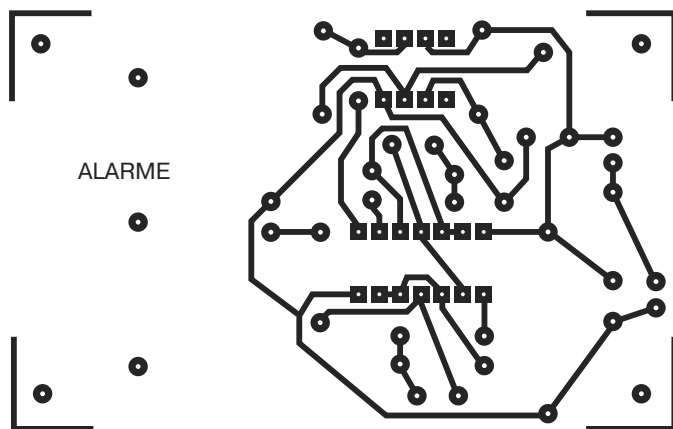


Рис. 4.69. Чертеж печатной платы охранной системы

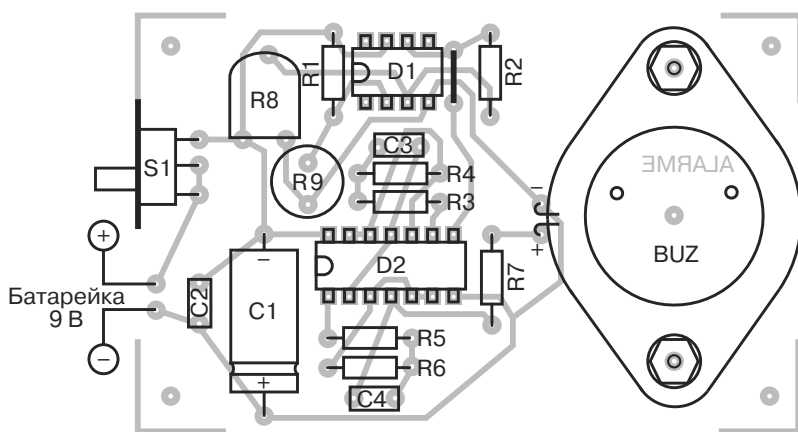


Рис. 4.70. Установка элементов устройства на печатной плате

Инерция фоторезистора при переходе из света в темноту зависит от его типа. После помещения устройства в ящик, нажатия выключателя и закрывания ящика еще в течение 1 или 2 с можно слышать звуковой сигнал. При переходе из темноты к свету инерция, напротив, очень мала. Таким образом, при открывании ящика сигнализация сработает мгновенно.

Элементы устройства перечислены в табл. 4.18, его общий вид представлен на рис. 4.71.

Таблица 4.18. Перечень элементов охранной системы

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	220 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R2	470 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R4, R5	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	100 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм
	R9		Фоторезистор
	Конденсаторы	C1	100 мкФ
C2		0,1 мкФ	Пленочный
C3		1 мкФ	Пленочный
C4		10 нФ	Пленочный
Микросхемы	D1	μA741	Операционный усилитель
	D2	CD4011	
Переключатели	S1		Движковый выключатель, на плату
Прочее		Панелька для микросхемы на 8 выводов	
		Панелька для микросхемы на 14 выводов	
		Контактный переходник для подключения батарейки 9 В	
		Пьезоэлектрическая «пищалка»	

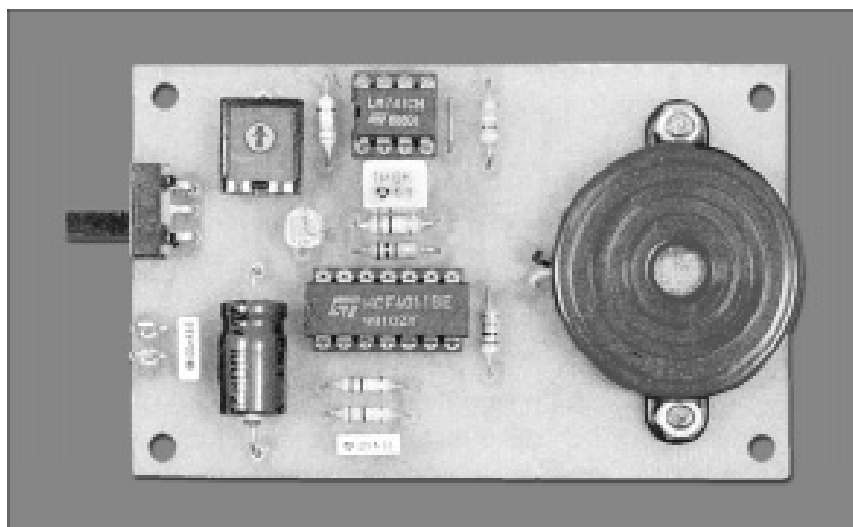


Рис. 4.71. Общий вид охранной системы для ящика стола

ИНДИКАТОР УРОВНЯ СИГНАЛА ДЛЯ АВТОМАГНИТОЛЫ

Установленный на панели управления машины индикатор уровня произведет прекрасный эффект, когда светящийся столбик будет «танцевать» в ритме музыки магнитолы.

Работа схемы

Основной элемент устройства – специальная микросхема UAA180 (рис. 4.72). Она содержит ряд каскадно-включенных компараторов напряжения.

Микросхема имеет три входа:

- REF MIN – определяющий минимальный потенциал, при котором микросхема начинает «реагировать» на входное напряжение. В данном случае этот вход соединен с «минусом» питания;
- REF MAX – определяющий максимальный потенциал, при превышении которого должны светиться все светодиоды. Благодаря регулируемому резистору R3 он изменяется;
- IN – вход, на который подается контролируемое напряжение. Уровень сигнала должен находиться в пределах, определяемых потенциалами входов REF MIN и REF MAX. Выходы ИС соединяются либо со специальными линейными светодиодными индикаторами (шкалами), либо с обычными светодиодами, расположенными в линию. При увеличении входного напряжения может загораться все большее число светодиодов – от VD3 и до VD14.

Диод VD1 предотвращает возможные последствия ошибки при подключении к источнику питания. Амплитудный детектор, образованный конденсатором C3, резисторами R1 и R2 и диодом VD2 формируют напряжение, пропорциональное амплитуде входного сигнала. Именно

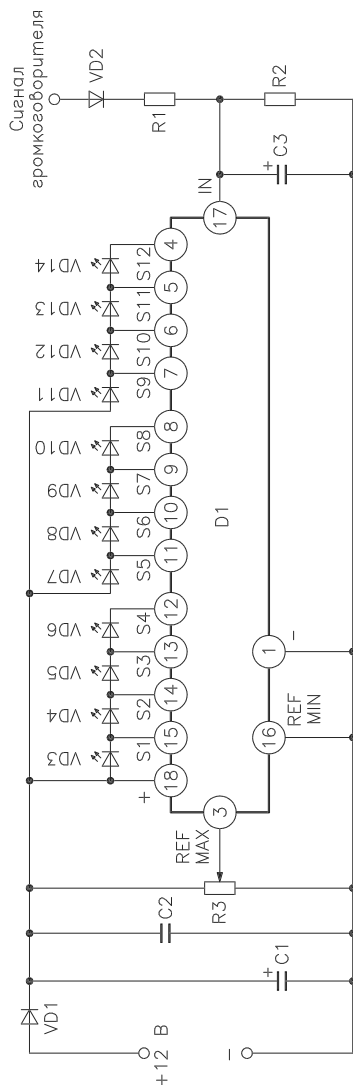


Рис. 4.72. Принципиальная схема индикатора уровня сигнала для автомагнитолы

его величина визуализируется светодиодным индикатором. Вход необходимо соединить с положительным выводом цепи громкоговорителя автомагнитолы.

Верхний уровень сигнала регулируется резистором R3. При вращении его по часовой стрелке чувствительность индикатора возрастает.

Выполнение монтажа

При монтаже печатной платы (рис. 4.73 и 4.74) особого внимания требует установка светодиодов. Для улучшения дизайна индикатора их следует располагать по одной линии.

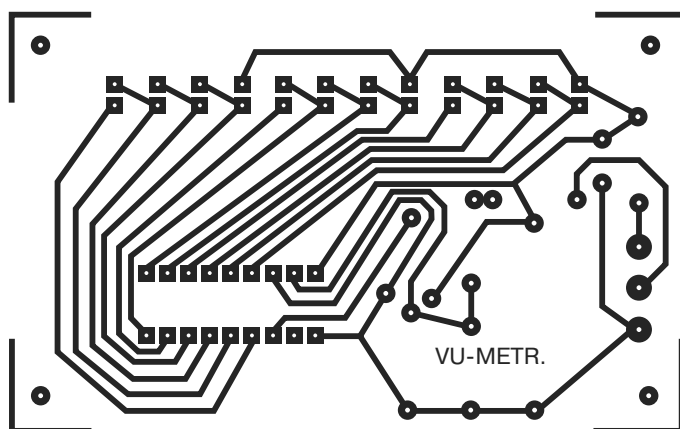


Рис. 4.73. Чертеж печатной платы индикатора уровня сигнала для автомагнитолы

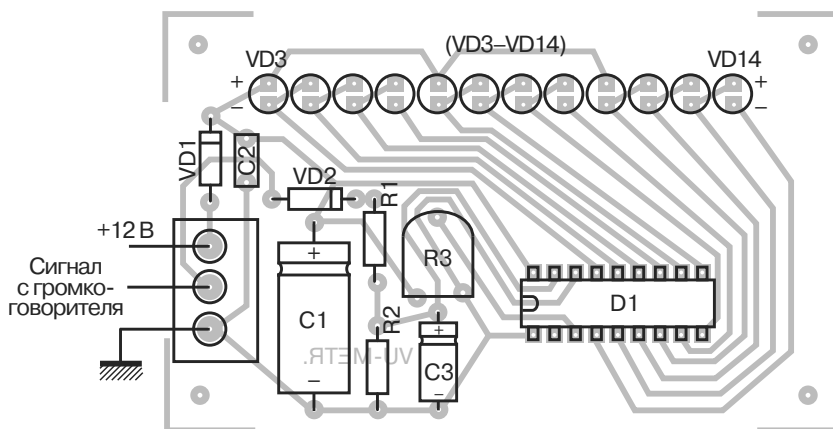


Рис. 4.74. Монтажная схема индикатора уровня сигнала

Следите за правильностью установки компонентов имеющих полярность. Во избежание перегрева при пайке интегральной схемы разместите ее на панельке.

Общий вид устройства показан на рис. 4.75, его элементы перечислены в табл. 4.19.

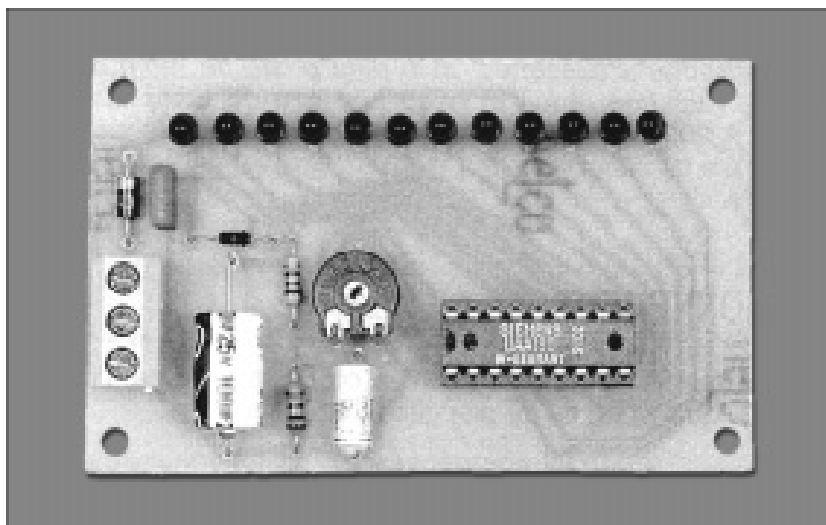


Рис. 4.75. Общий вид индикатора уровня сигнала

Таблица 4.19. Перечень элементов индикатора уровня сигнала

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R2	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	47 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм
Конденсаторы	C1	100 мкФ	16 В
	C2	0,1 мкФ	Пленочный
	C3	10 мкФ	16 В
Диоды	VD1	1N4007	
	VD2	1N4148	1N914
	VD3–VD14		Красные светодиоды Ø 3 мм
Микросхемы	D1	UAA180	Компараторы
Прочее	Панелька для микросхемы на 18 контактов		
	Трехконтактный клеммник для установки на печатной плате		

УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ МОЩНОСТЬЮ 7 ВТ

Предлагаемый усилитель может быть использован для усиления звука кассетного магнитофона, портативного радиоприемника или плеера. При малых габаритах и небольшом количестве компонентов он обеспечивает достаточное усиление с минимумом искажений.

Работа схемы

Питание схемы осуществляется от источника постоянного напряжения 12 В. Для исключения ошибок при подключении к нему используется диод VD1. Конденсаторы C1 и C2 обеспечивают фильтрацию питающего напряжения.

Основу схемы (рис. 4.76) составляет ИС УНЧ типа TDA2030. Усиливаемые сигналы поступают на потенциометр R7, предназначенный для регулировки громкости.

Входной сигнал с потенциометра поступает на вход TDA2030 через разделительный конденсатор C3, который «срезает» его постоянную составляющую. Делитель R1/R2 задает ИС усилителя необходимое напряжение смещения равное половине напряжения питания.

Диоды VD2 и VD3 обеспечивают дополнительную защиту интегральной схемы при нарушении полярности питания. Резистор обратной связи R5 определяет коэффициент усиления каскада.

Выходной сигнал выдается на обмотку громкоговорителя через разделительный конденсатор C6 большой емкости. Громкоговоритель для данной схемы должен иметь входное сопротивление 4–8 Ом. Отдача будет тем выше, чем больше его диаметр. Мощность должна соответствовать выходной мощности усилителя (не меньше нее).

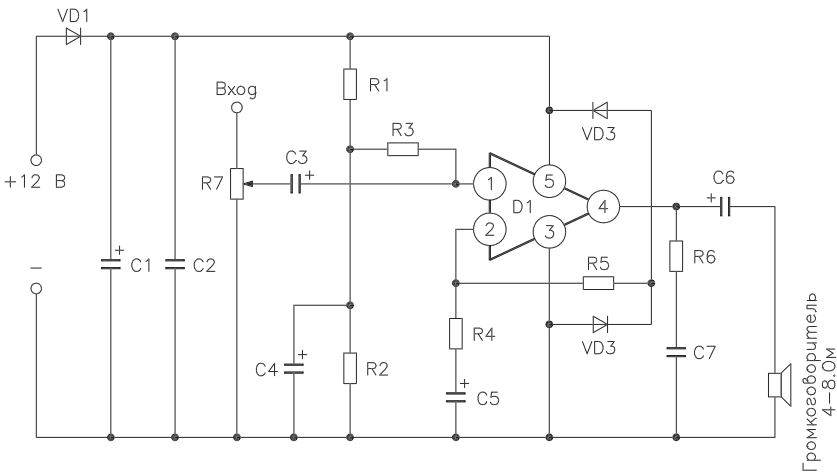


Рис. 4.76. Принципиальная схема усилителя низкой частоты мощностью 7 Вт

Во избежание перегрева ИС рекомендуется установить на нее небольшой теплоотводящий радиатор из алюминия.

Выполнение монтажа

При монтаже платы усилителя (рис. 4.77 и 4.78) следует соблюдать необходимую ориентацию ИС TDA2030. Потенциометр R7 может быть приклеен на плату, а его выводы – распаяны с помощью монтажных проводов. Некоторые модели потенциометров имеют ось, слегка выступающую снизу. В этом случае необходимо просверлить

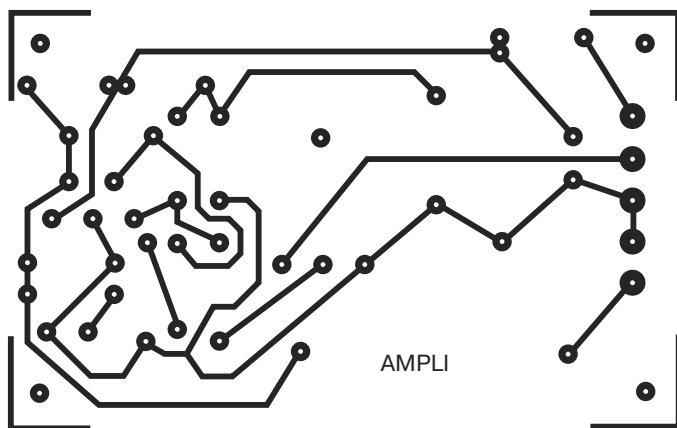


Рис. 4.77. Чертеж печатной платы усилителя низкой частоты мощностью 7 Вт

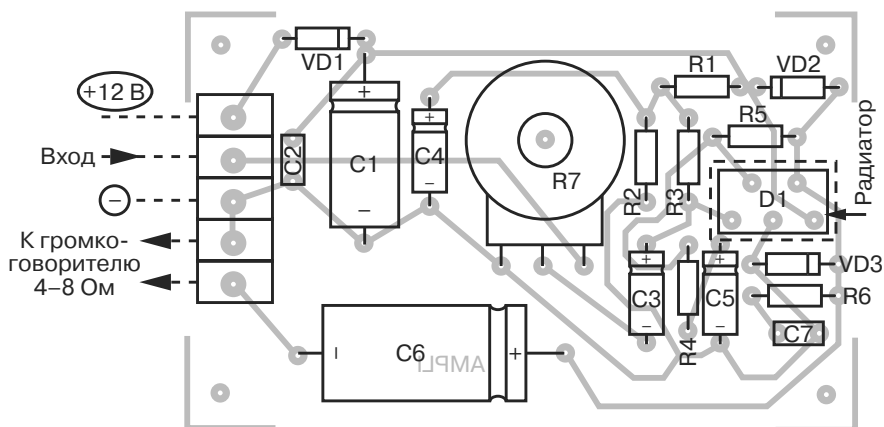


Рис. 4.78. Установка компонентов усилителя низкой частоты мощностью 7 Вт на печатной плате

в печатной плате отверстие диаметром чуть больше диаметра оси, чтобы обеспечить свободное вращение потенциометра.

Общий вид собранного усилителя изображен на рис. 4.78. Перечень элементов приведен в табл. 4.20.

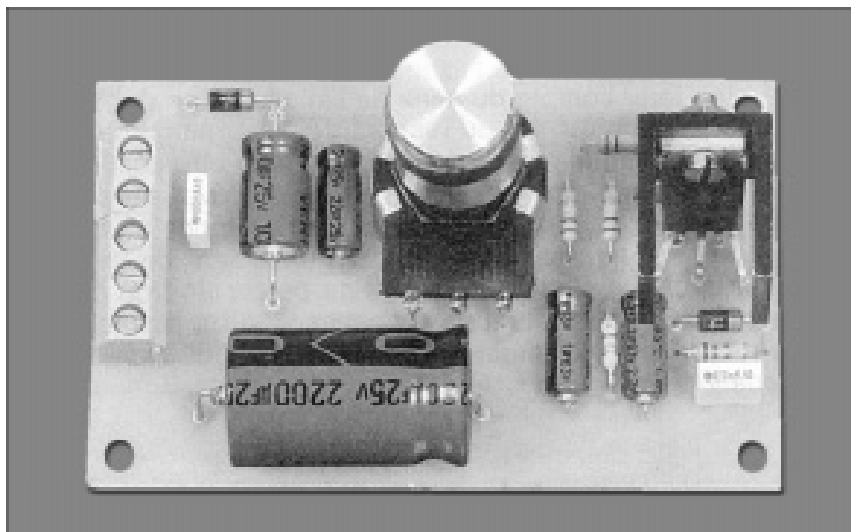


Рис. 4.79. Общий вид собранного усилителя низкой частоты мощностью 7 Вт

Таблица 4.20. Перечень элементов усилителя низкой частоты

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1–R3	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	150 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	1 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R7	22 кОм	Потенциометр, линейный
Конденсаторы	C1	100 мкФ	16 В
	C2	0,1 мкФ	Пленочный
	C3	1 мкФ	10 В
	C4	22 мкФ	10 В
	C5	2,2 мкФ	10 В
	C6	2200 мкФ	10 В
	C7	0,22 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1–VD3	1N4004	1N4007
Микросхемы	D1	TDA2030	
Прочее	Радиатор		
	Пятиконтактный клеммник для установки на печатной плате		

МЕТРОНОМ

Эта схема будет интересна любителям электроники и музыки. Она представляет электронную версию традиционного маятникового метронома, который сопровождает любой музыкальный урок.

Принцип действия

Генератор, период которого может регулироваться от 0,2 до 2,2 с, управляет несимметричным мультивибратором, генерирующим музыкальную частоту. Соответствующие сигналы затем многократно усиливаются по току и подаются на громкоговоритель. Возникающий при этом звук очень напоминает звук механического метронома.

Работа схемы

Питание схемы

Схема (рис. 4.80) питается от батарейки 9 В, включаемой движковым переключателем S1. Потребление схемы относительно мало и составляет от 30 до 50 мА.

Конденсатор C1 обеспечивает фильтрацию питающего напряжения, развязывая источник от остальной части схемы по переменному току.

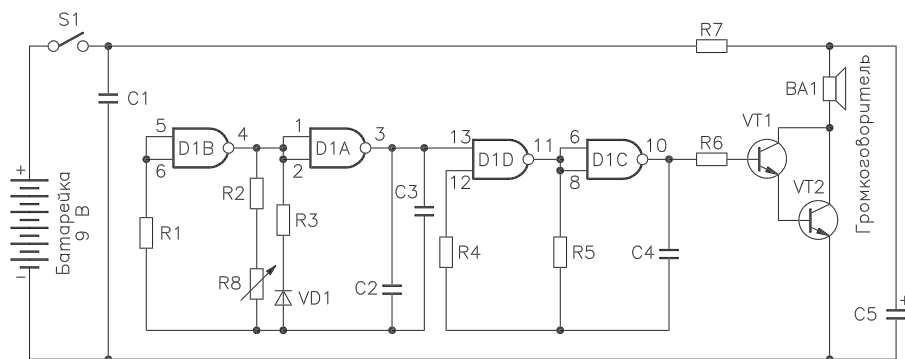


Рис. 4.80. Принципиальная схема метронома

Генератор отсчета времени

Вентили И-НЕ D1A и D1B образуют несимметричный мультивибратор, генерирующий импульсы, период которых зависит главным образом от значений конденсаторов C2 и C3, резисторов R2, R3 и сопротивления переменного резистора R8 (рис. 4.81). Диод VD1 вносит временную

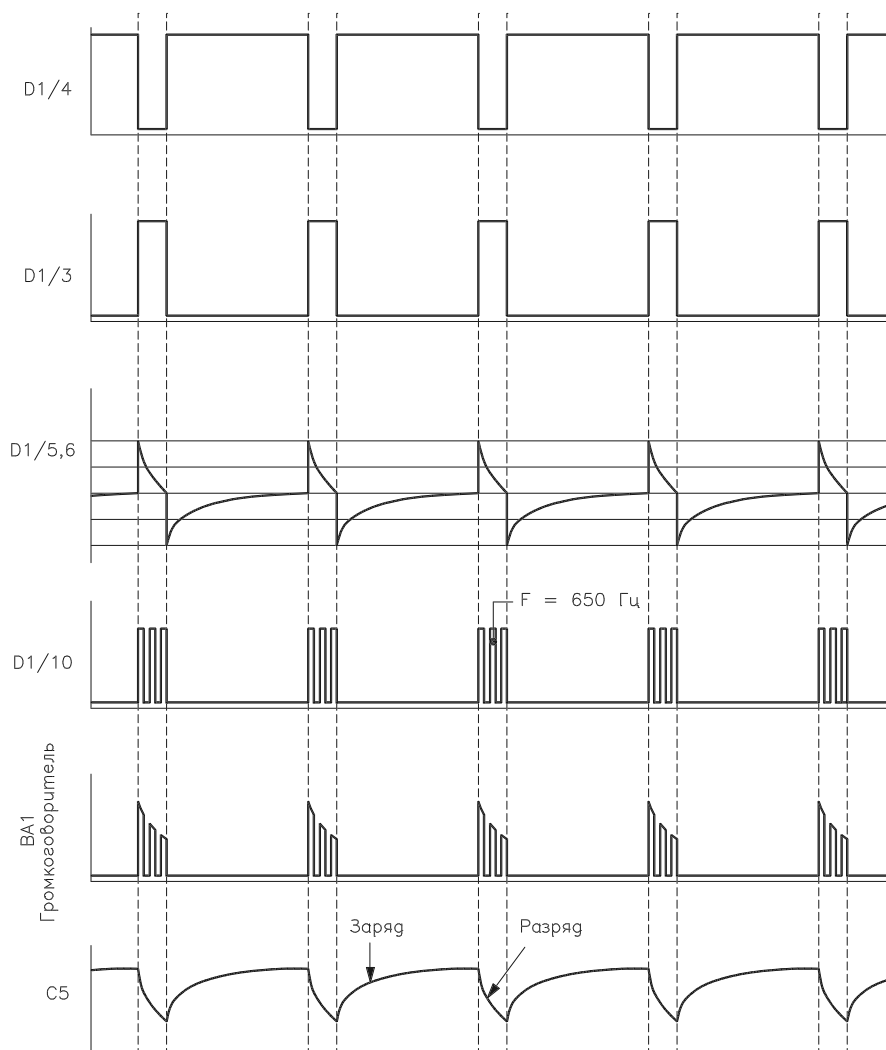


Рис. 4.81. Временная диаграмма работы метронома

асимметрию в работу мультивибратора. В результате на выходе вентиля D1А появляются короткие положительные импульсы, длительность которых пропорциональна R3 и составляет приблизительно 30 мс. Период импульсов может изменяться переменным резистором от 0,2 до 2,2 с.

Генерирование звуковой частоты

Вентили D1C и D1D также образуют несимметричный мультивибратор. В отличие от генератора отсчетов времени, этот – управляемый. Он начинает генерировать импульсы только тогда, когда на его вход управления подается логическая 1 (высокий уровень). В остальное время на его выходе постоянно низкий уровень. Частота генерируемых колебаний определяется значениями резистора R5 и конденсатора C4 и составляет приблизительно 650 Гц.

Таким образом, совместное функционирование обоих мультивибраторов обеспечивает формирование пачек положительных импульсов.

Принцип усиления

Транзисторы VT1 и VT2, включенные по схеме Дарлингтона, усиливают ток. Громкоговоритель включен в их эмиттерную цепь.

В интервалах между пачками импульсов, формируемых мультивибраторами, конденсатор C5 заряжается через R7. Во время пачек импульсов он почти полностью разряжается через обмотку динамика, мембрана которого колеблется с частотой 650 Гц в течение примерно 30 мс. Это схемное решение продлевает срок службы батарейки питания.

Выполнение монтажа

Производя монтаж платы (рис. 4.82 и 4.83), будьте внимательны при установке элементов, имеющих полярность. Переменный резистор, переключатель S1 и громкоговоритель нужно приклеить к печатной плате. Выводы переменного резистора распаиваются (см. рис. 4.83).

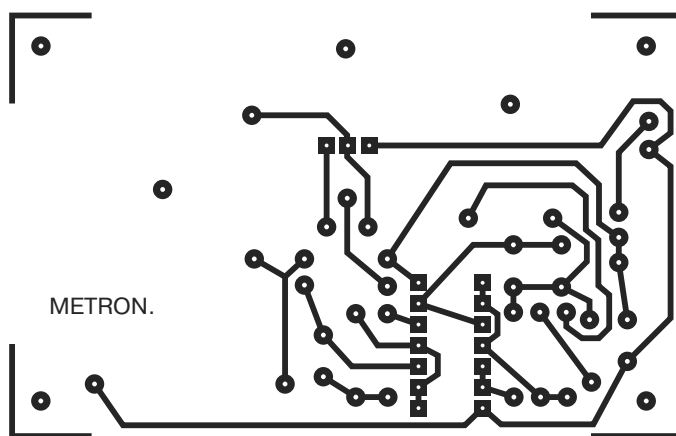


Рис. 4.82. Чертеж печатной платы метронома

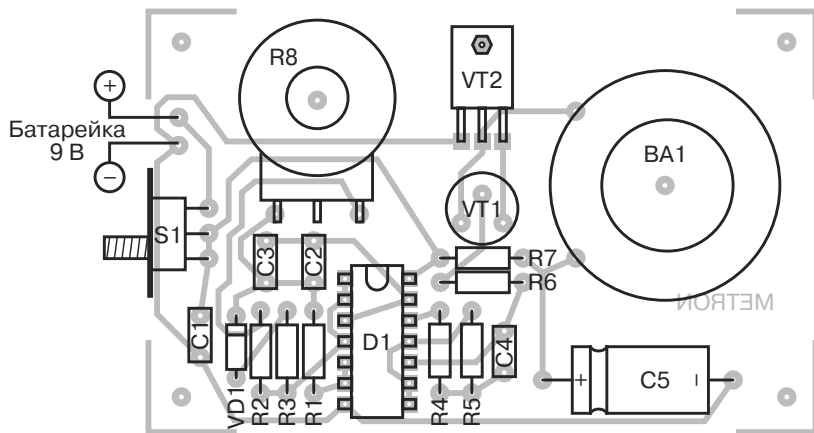


Рис. 4.83. Монтажная схема метронома

Плату следует установить в корпус, в крышке которого необходимо просверлить отверстие, чтобы вывести ось переменного резистора. Затем отградуировать шкалу. По ней можно будет ориентироваться при задании периода метронома. Деления шкалы соответствуют числу щелчков метронома в минуту. Музыкальные партитуры обычно указывают это число в начале нотной строки.

Элементы устройства указаны в табл. 4.21. Общий вид устройства изображен на рис. 4.84.

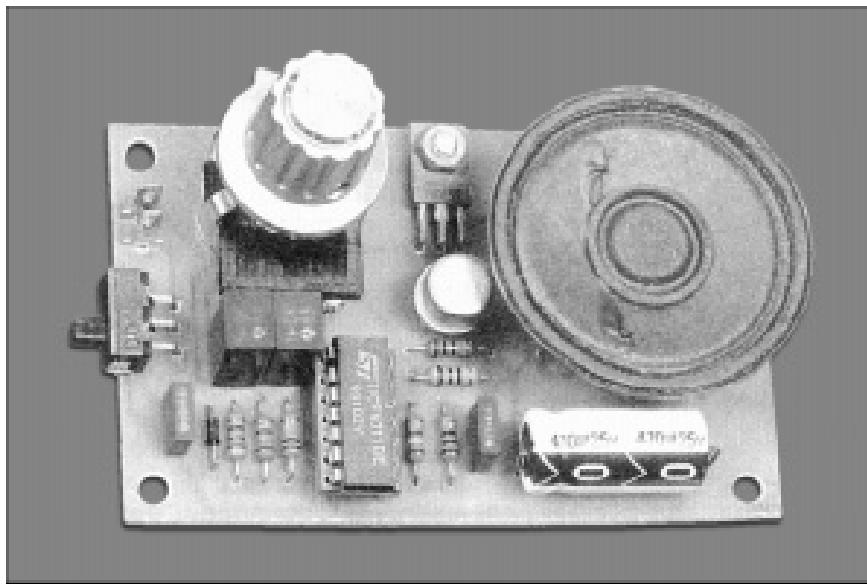


Рис. 4.84. Общий вид собранной платы метронома

Таблица 4.21. Перечень элементов метронома

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R2	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	15 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	470 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	3,3 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	100 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R8	1 МОм	Переменный, линейный
Конденсаторы	C1	0,1 мкФ	Пленочный
	C2, C3	1 мкФ	Пленочный
	C4	22 нФ	Пленочный
	C5	470 мкФ	10 В
Диоды	VD1	1 N4148	1 N914
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
	VT2	BD135	BD137
Микросхемы	D1	CD4011	
Переключатели	S1		Движковый выключатель, на плату
Прочее	Панелька для микросхемы на 14 контактов		
	Громкоговоритель Ø 28 или 40 мм, 4–8 Ом		
	Контактный переходник для подключения батарейки на 9 В		

ИНФРАКРАСНЫЙ БАРЬЕР (ИЗЛУЧАТЕЛЬ)

Инфракрасное излучение невидимо для человеческого глаза, что позволяет применять его в самых различных областях. Предлагаемое устройство генерирует луч и создает барьер, нарушение которого может быть обнаружено приемником. Его работу мы рассмотрим в следующем разделе.

Принцип действия

Чтобы получить инфракрасный луч с достаточной дальностью действия, необходимо излучать его короткими импульсами. Этот метод состоит в том, чтобы заставить инфракрасные диоды работать на предельно большой мощности, но в очень короткие периоды времени – предосторожность, которая избавит их от разрушения.

Работа схемы

Питание схемы

Схема питается от сети 220 В, от нее же берется энергия, необходимая для работы излучателя (рис. 4.85). Во время положительных полупериодов напряжения сети конденсатор С3 заряжается через конденсаторы С1 и С2, резистор R1 и диод VD1. Во время отрицательных полупериодов сетевого напряжения происходит разряд конденсаторов С1 и С2 через диод VD2, подготавливая их к передаче следующего положительного полупериода напряжения сети на конденсатор С3. Благодаря стабилитрону VD4 напряжение на положительном выводе С3 ограничено величиной в 10 В. Конденсаторы С3 и С4 осуществляют сглаживание и фильтрацию напряжения питания. Резистор R2 обеспечивает разрядку конденсаторов С1 и С2 при отключении схемы от сети, что обезопасит от неприятного разряда. Возможно питание этого излучателя и от батарейки 9 В (например, в переносном излучателе, функционирующем в таком случае периодически).

Питание от сети обеспечивает непрерывное действие устройства.

Генерирование сигналов

Вентили И-НЕ D1A и D1B образуют несимметричный мультивибратор, генерирующий импульсы, период которых равен 1,3 мс (приблизительно 770 Гц). Диод VD3 обеспечивает асимметрию работы мультивибратора, гарантирующую длительность положительных импульсов приблизительно 100 мкс с разрывом в 1,3 мс (рис. 4.86).

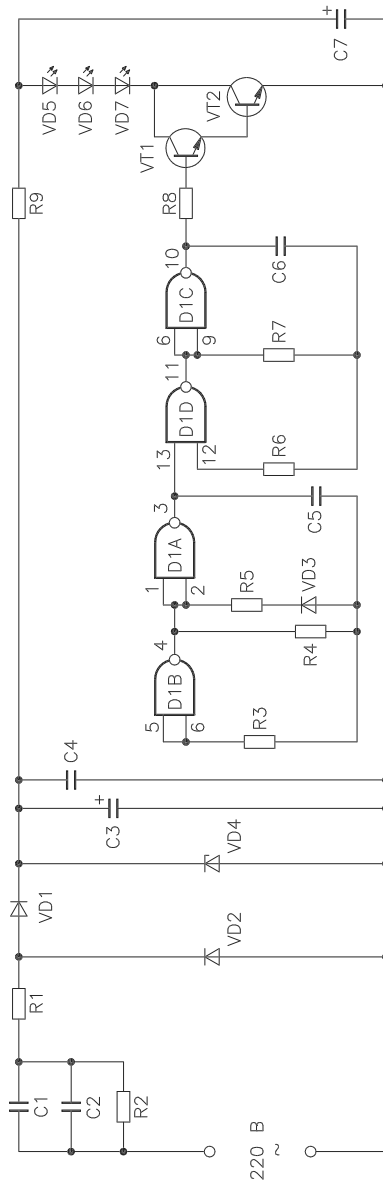


Рис. 4.85. Принципиальная схема излучателя инфракрасного барьера

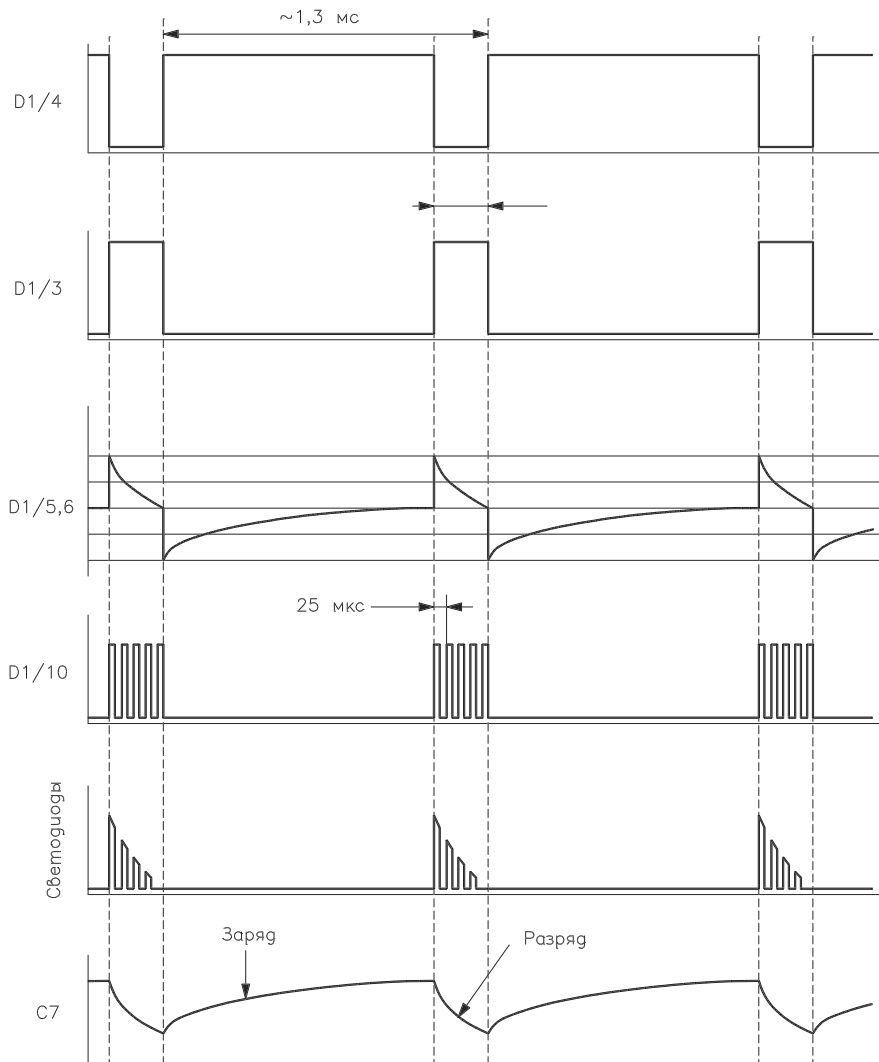


Рис. 4.86. Временная диаграмма работы излучателя инфракрасного барьера

Вентили D1C и D1D образуют второй мультивибратор. В отличие от первого он – управляемый и генерирует импульсы только в те короткие периоды, когда на вход 13 приходит импульс с первого мультивибратора. Период генерируемых им импульсов определяется значениями

резистора R7 и конденсатора С6 и составляет 25 мкс, что соответствует частоте 40 кГц.

Усиления сигнала

Транзисторы VT1 и VT2 осуществляет усиление тока. Инфракрасные диоды VD5–VD7 выдают мощные импульсы инфракрасного излучения каждые 1,3 мс. Во время простоев конденсатор С7 заряжается через R9, восстанавливая свою энергию во время пауз и обеспечивая следующие преимущества:

- значительное увеличение мощности инфракрасного излучения и дальности действия;
- рациональное перераспределение потребляемой энергии благодаря достаточно медленной зарядке С7 между двумя последовательными импульсами.

Выполнение монтажа

При монтаже платы (рис. 4.87 и 4.88) особое внимание следует обратить на правильное подключение компонентов, имеющих полярность. Регулировка не требуется. Инфракрасные диоды устанавливаются вертикально или, в зависимости от формы корпуса, с изогнутыми под прямым углом выводами.

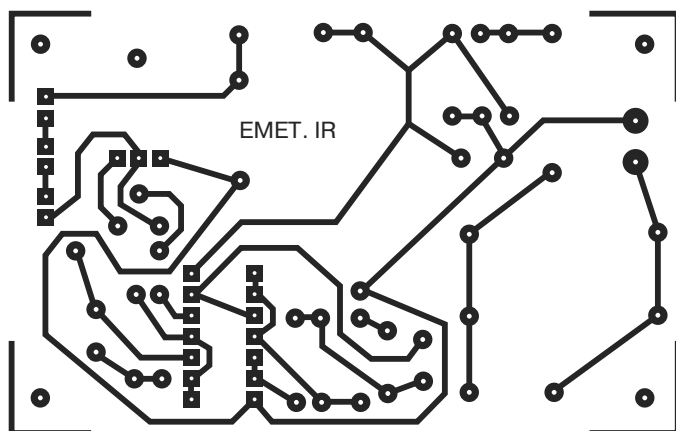


Рис. 4.87. Схема печатной платы излучателя инфракрасного барьера

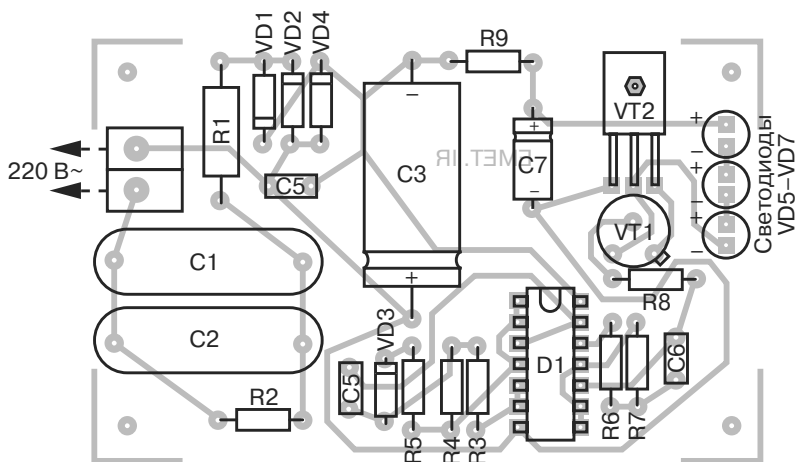


Рис. 4.88. Установка компонентов излучателя инфракрасного барьера на печатной плате

Увеличения мощности излучения можно добиться, дополнив инфракрасные диоды подходящим параболическим отражателем. Излучение в данном случае будет сконцентрировано в параллельный луч.

Элементы устройства перечислены в табл. 4.22. Общий вид показан на рис. 4.89.

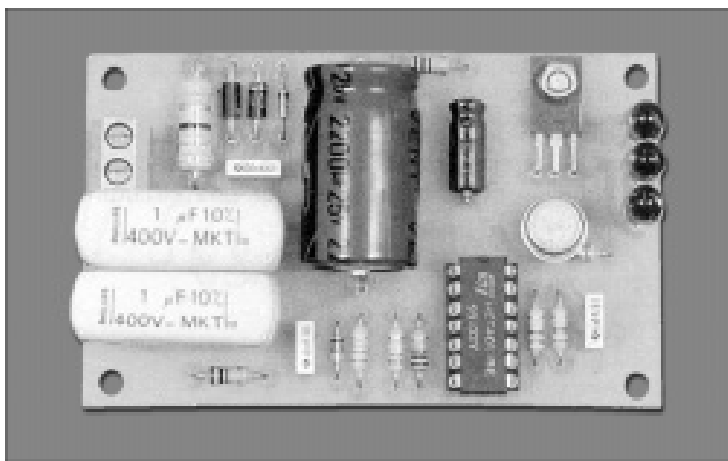


Рис. 4.89. Общий вид излучателя инфракрасного барьера

Таблица 4.22. Перечень элементов излучателя инфракрасного барьера

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	22 Ом	2,0 Вт
	R2, R3	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	100 Ом	±5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1, C2	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C3	2200 мкФ	10 В
	C4	0,1 мкФ	Пленочный
	C5	10 нФ	Пленочный
	C6	1 нФ	Пленочный
	C7	4,7 мкФ	10 В
Диоды	VD1, VD2	1 N4004	
	VD3	1N4148	1N914
	VD4	10 В	Стабилитрон 1,3 Вт
	VD5–VD7	LD271	Инфракрасный светодиод
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
	VT2	BD 135	BD137
Микросхемы	D1	CD4011	
Прочее	Панелька для микросхемы на 14 контактов		
	Двухконтактный клеммник для установки на печатной плате		

ИНФРАКРАСНЫЙ БАРЬЕР (ПРИЕМНИК)

При нарушении инфракрасного барьера, созданного рассмотренным в предыдущем разделе устройством, модуль приемника регистрирует прерывание луча. Исполнительное реле сработает и может включить сирену, звонок, систему подсчета персонала или освещение.

Принцип действия

Излучение, постоянно генерируемое излучателем, попадает на фотодиод. Если инфракрасный луч прерывается, фотодиод не регистрирует излучение и конденсатор перестает удерживать в открытом

состоянии транзистор, управляющий исполнительным реле. При восстановлении луча конденсатор вновь начнет заряжаться, но реле будет замкнутым несколько секунд. Благодаря этому даже очень короткое нарушение инфракрасного барьера приводит к замыканию реле, по крайней мере, на 5 с.

Работа схемы

Питание схемы

Как и для предыдущей схемы, питание осуществляется от сети через емкостную цепочку, что позволяет обойтись без громоздкого трансформатора (рис. 4.90).

Стабилизатор D1 формирует постоянное напряжение 8 В и обеспечивает стабильное (без помех) напряжение питания усилительной микросхемы D2.

Регистрация инфракрасного излучения

Инфракрасное излучение попадает на фотодиод VD4, и формируемый им сигнал через C5 и R4 передается на инвертирующий вход операционного усилителя D2, коэффициент усиления которого определяется формулой

$$\frac{R17 + R7}{R4}.$$

Транзистор VT1 включен по схеме с общим эмиттером. Его режим задан таким образом, что при отсутствии излучения потенциал на коллекторе нулевой. Когда луч, испускаемый диодами-излучателями, попадает на фотодиод, в коллекторе VT1 появляются короткие импульсы тока. Конденсатор C7 их интегрирует, устранив несущую частоту 40 кГц.

Вентили И-НЕ D3A и D3B образуют одновибратор. Каждый положительный импульс, сформированный на C7, вызовет появление на выходе одновибратора импульса длительностью от 500 до 800 мкс (рис. 4.91).

Эти импульсы интегрируются конденсатором C9, и на выходе вентиля D3C появляется низкий уровень, а вентиля D3D – высокий уровень, что приводит к загоранию контрольного светодиода VD8.

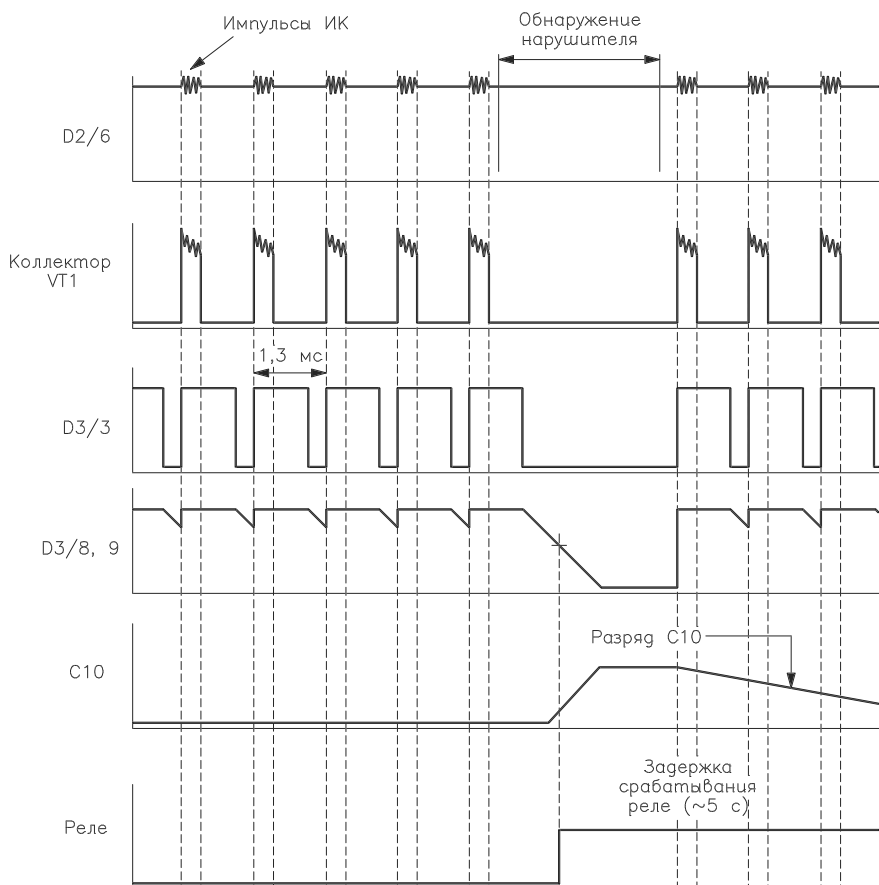


Рис. 4.91. Временная диаграмма работы приемника инфракрасного барьера

Обнаружение нарушения инфракрасного барьера

При прерывании инфракрасного луча на выходе вентиля D3С появляется высокий уровень, заряжающий конденсатор С10. Транзистор VT2 открывается, и исполнительное реле срабатывает. Контакты его остаются замкнутыми в течение приблизительно 5 с после возобновления излучения, благодаря медленной разрядке конденсатора С10 через резистор R16 и переход база–эмиттер транзистора VT2.

Отметим, что реле питается напряжением 12 В с положительного вывода С2.

Выполнение монтажа

Совет, повторение которого никогда не бывает лишним, касается соблюдения правильной ориентации выводов компонентов, имеющих полярность. При монтаже платы (рис. 4.92 и 4.93) обратите внимание на фотодиод: его «плюс» находится с правой стороны. Определить его полярность можно омметром.

Вращением шлица переменного резистора R17 по часовой стрелке увеличивают чувствительность устройства. В среднем положении дальность обнаружения луча составляет примерно 3 м.

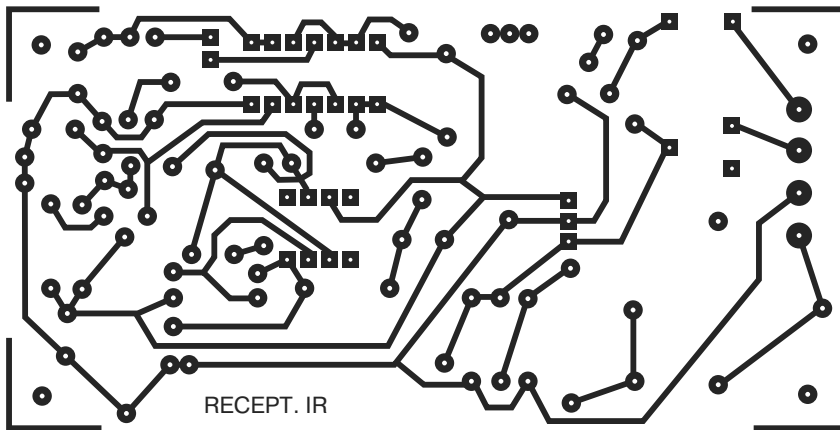


Рис. 4.92. Чертеж печатной платы приемника для инфракрасного барьера

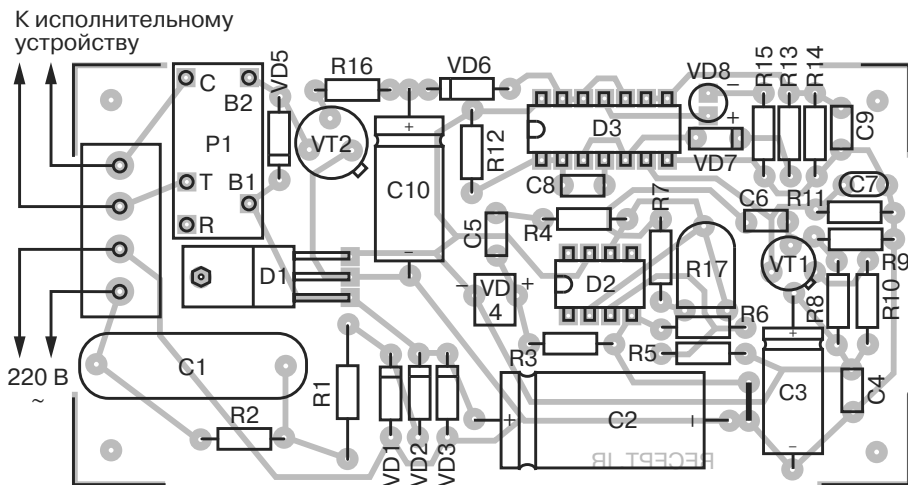


Рис. 4.93. Монтажная схема приемника для инфракрасного барьера

Общий вид устройства показан на рис. 4.94. Его элементы перечислены в табл. 4.23.

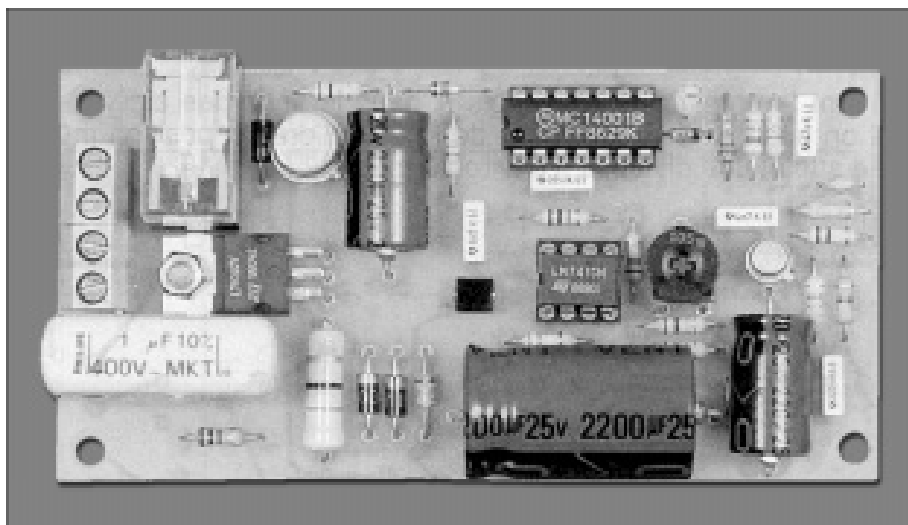


Рис. 4.94. Общий вид собранного устройства приемника инфракрасного барьера

Таблица 4.23. Перечень элементов приемника для инфракрасного барьера

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	2,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	220 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5, R6	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	3,3 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	330 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R11	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R12	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R13	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R14	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R15	1,5 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R16	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R17	1 МОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм

Таблица 4.23. Перечень элементов приемника для инфракрасного барьера (окончание)

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Конденсаторы	C1	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C2	2200 мкФ	16 В
	C3	220 мкФ	10 В
	C4	0,1 мкФ	Пленочный
	C5	1 нФ	Пленочный
	C6	4,7 нФ	Пленочный
	C7	220 пФ	Керамический
	C8	22 нФ	Пленочный
	C9	47 нФ	Пленочный
	C10	220 мкФ	10 В
Диоды	VD1, VD2	1N4004	
	VD3	12 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
	VD4	BP104	Фотодиод
	VD5	1N4004	
	VD6, VD7	1N4148	1N914
	VD8		Светодиод красный \varnothing 3 мм
Транзисторы	VT1	2N2907	
	VT2	2N1711	2N1613
Микросхемы	D1	7808	Стабилизатор, 8 В
	D2	μ A741	Операционный усилитель
	D3	CD4001	
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Панелька для микросхемы на 14 контактов		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		
	Реле 12 В /1 RT (National)		

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Автоматически зажигать лампы с наступлением темноты, имитировать ваше присутствие, если вы покинули свою квартиру вечером, – такими возможностями обладает эта очень простая схема.

Принцип действия

Датчиком устройства является фоторезистор, реагирующий на внешнее освещение. Когда уровень естественного освещения снижается до заданной величины, компаратор напряжения переключается и после

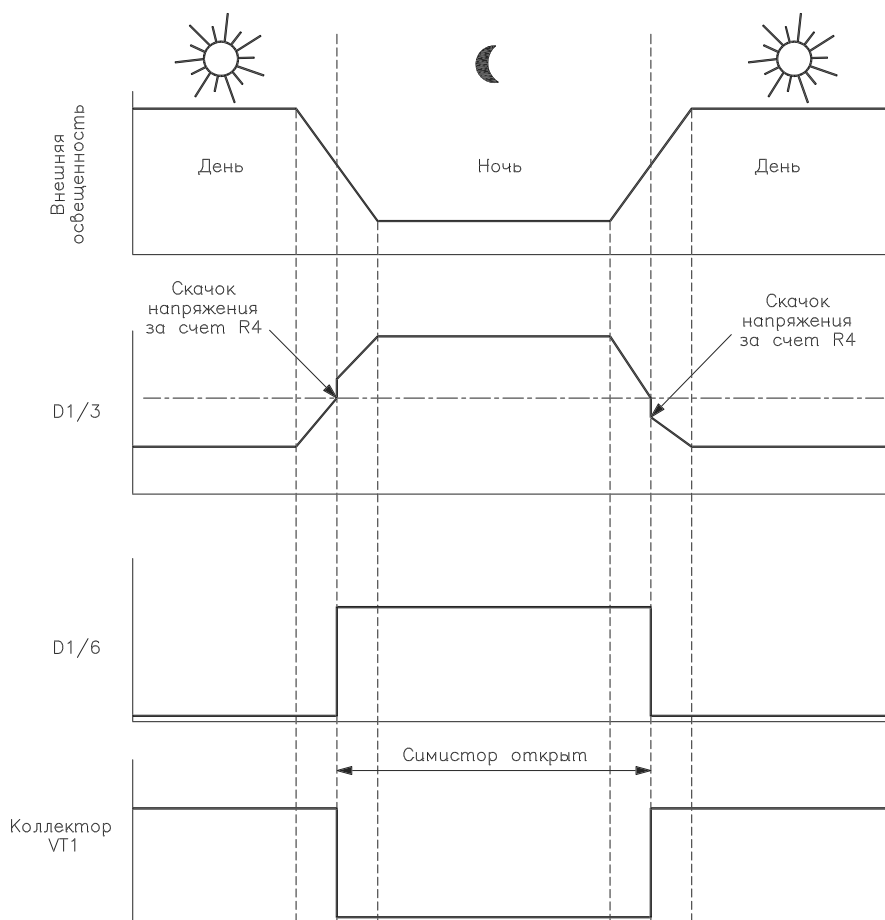


Рис. 4.96. Временная диаграмма работы автоматического выключателя, управляемого внешним освещением

Интегральная схема операционного усилителя D1 включена по схеме компаратора напряжения, на инверсный вход которого подается регулируемое напряжение. В этом случае могут быть два варианта:

- день – потенциал инверсионного входа выше потенциала прямого входа, на выходе D1 – низкий уровень;
- ночь – положение противоположное, на выходе D1 – высокий уровень.

Положительная обратная связь через резистор R4 переводит операционный усилитель в режим триггера Шмитта. Этим обеспечивается устойчивость при переключении его состояний, что особенно необходимо, поскольку наступление темноты (или сумерек) – процесс очень медленный, обуславливающий возникновение промежуточных неустойчивых уровней микросхемы компаратора.

Усиление тока

Когда фоторезистор находится в темноте, на выходе D1 высокий уровень, который открывает транзистор VT1. Этот транзистор включает индикаторный светодиод VD7 и через управляющий электрод открывает выходной симистор. Лампа, включенная в цепь его анода, загорается.

При повышении уровня освещенности на выходе D1 появляется низкий уровень напряжения, величина которого составляет примерно 1,8 В. Диоды VD3, VD4 и VD5 снижают напряжение на 1,8 В. В результате на базе VT1 оказывается нулевой потенциал, транзистор и симистор закрываются.

Монтаж устройства

Фоторезистор, естественно, должен находиться вне зоны управляемого схемой освещения. Потенциометр R9 позволяет изменять порог включения симистора, настраивая его на нужный уровень освещенности. Обычное положение потенциометра – среднее. Чертеж печатной платы устройства, монтажная схема и общий вид устройства приведены на рис. 4.97, 4.98 и 4.99 соответственно, перечень элементов – в табл. 4.24.

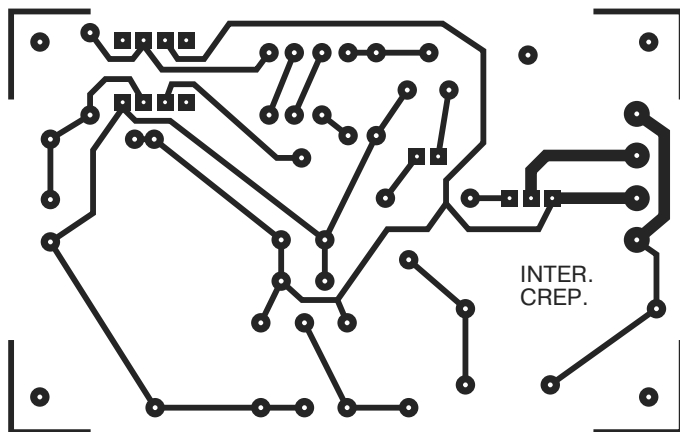


Рис. 4.97. Чертеж печатной платы автоматического выключателя

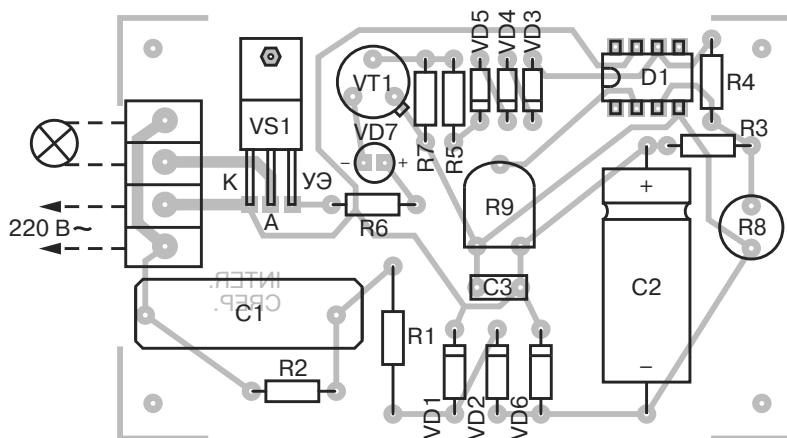


Рис. 4.98. Монтажная схема автоматического выключателя

Таблица 4.24. Перечень элементов автоматического выключателя

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	2,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	220 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	470 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R7	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8		Фоторезистор
	R9	100 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм
Конденсаторы	C1	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C2	2200 мкФ	16 В
	C3	0,1 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1, VD2	1N4004	
	VD3–VD5	1N914	1N4148
	VD6	10 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
	VD7		Светодиод красный Ø 3 мм
Тиристоры	VS1		Симистор
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
Микросхемы	D1	µA741	Операционный усилитель
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		

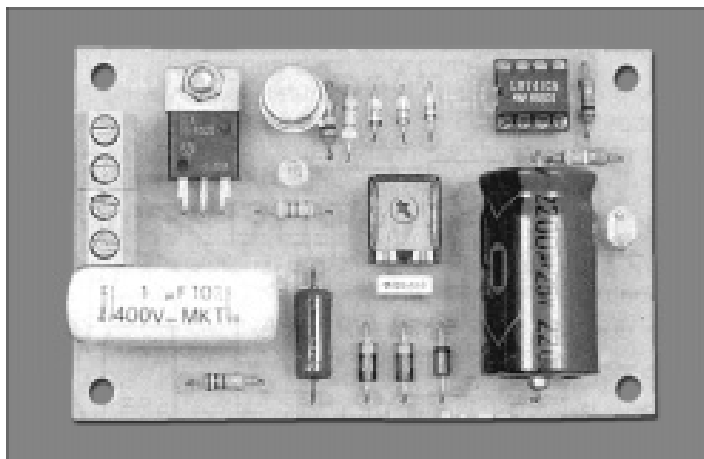


Рис. 4.99. Общий вид автоматического выключателя

СЕТЕВОЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ТАЙМЕР

Принцип работы этой чрезвычайно простой схемы таймера основан на использовании специальной цифровой программируемой микросхемы SAB0529 компании Siemens.

Принцип действия

SAB0529 позволяет программировать временной интервал в очень широком диапазоне времени: от 1 с до 31 ч 30 мин.

Для ее работы необходимо минимальное число дополнительных периферийных компонентов. Функционирует она непосредственно от сети частотой 50 Гц, применяемой для работы внутренних счетчиков. Микросхема может непосредственно управлять исполнительным симистором.

Работа схемы

Питание схемы

Схема устройства приведена на рис. 4.100.

Вывод 18 (US) микросхемы D1 непосредственно подключается к одной из фаз сети. Другая фаза соединяется с выводом 2 через резистор R7 и диод VD1. Конденсатор фильтра C1 включается между входом US и выводом 1. Таким образом, US становится «плюсом» питания, а вывод 1 будет представлять «минус». Напряжение между этими двумя точками составляет от 6,8 до 7 В. Ограничивающий резистор R7 сопротивлением 22 кОм должен рассеивать достаточную мощность равную приблизительно 1,5 Вт.

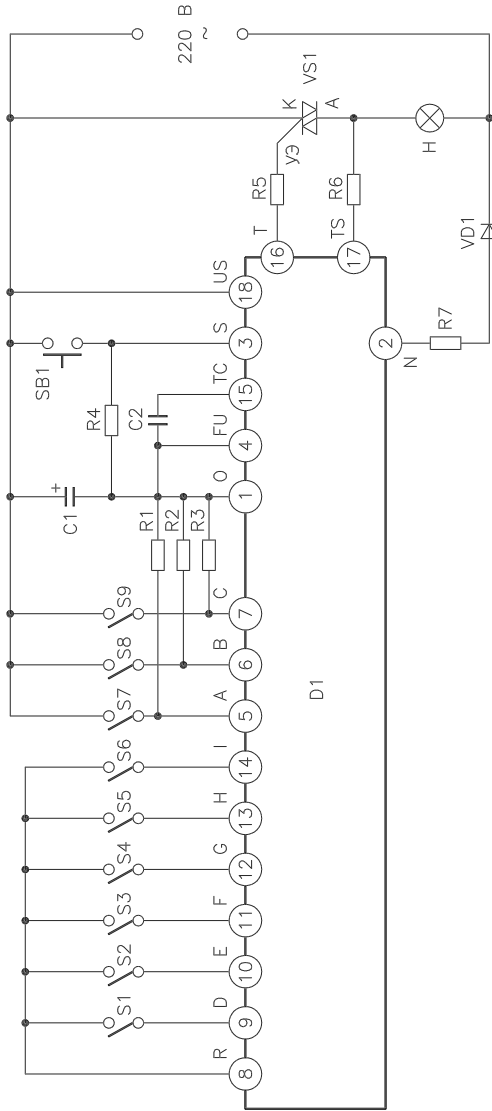


Рис. 4.100. Принципиальная схема сетевого программируемого таймера

Запуск таймера

Для запуска таймера достаточно на вход S (start) в течение интервала более 20 мс подавать высокий уровень напряжения. На этот вход обычно через резистор R4 подается низкий уровень. Для старта необходимо нажать кнопку SB1 – симистор сразу включается. Отсчет

времени может начаться либо при нажатии кнопки, если на входе FU низкий уровень, либо после ее отпускания, если на нем высокий уровень.

Программирование интервала

Задание интервала осуществляется по входам А, В, С, D, E, F, G, H и I (рис. 4.101). Входы А, В и С служат для определения числового значения интервала, а входы D, E, F, G, H и I – множителя, на который это число необходимо умножить, чтобы получить действительное значение программируемого интервала.

На практике программирование выполняется переключателями S1–S9. Минимальный программируемый интервал – 1 с (100000000, с S1 до S9), максимальный – 31 ч 30 мин (111111111). Любое нажатие кнопки во время отсчета интервала вызовет сброс схемы в нуль.

Управление исполнительным симистором

Симистор управляется микросхемой через выход Т. Ток управляющего электрода ограничивается резистором R5. Схема формирует одиночный импульс включения симистора в момент, когда ток нагрузки проходит через нулевое значение. Это устраняет проблемы, связанные с потреблением энергии. Синхронизация включения осуществляется через резистор R6 и вход TS. Благодаря этому нагрузка

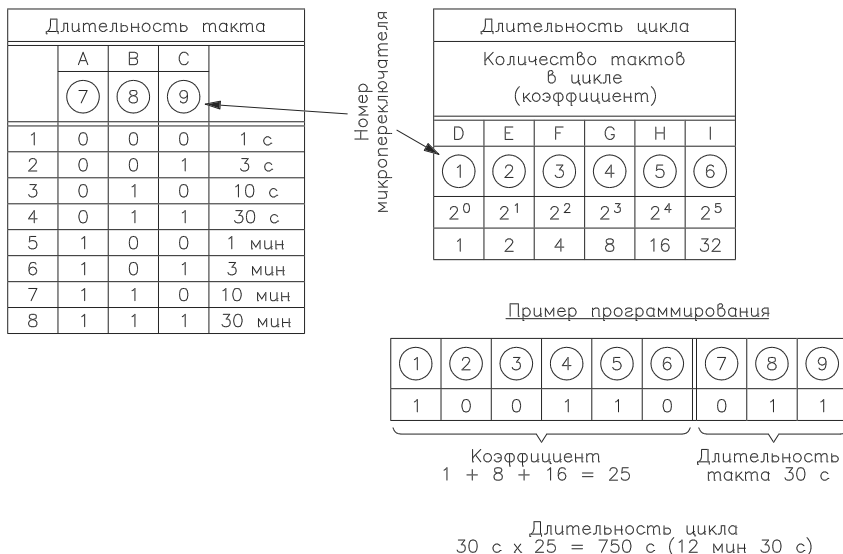


Рис. 4.101. Таблица программирования сетевого таймера

может быть активной, емкостной или индуктивной. Таким образом, речь идет о таймере, допускающем универсальное использование.

Монтаж устройства

Схема чрезвычайно проста, содержит малое число компонентов. При монтаже платы (рис. 4.102 и 4.103) необходимо следить за правильностью подключения выводов компонентов, имеющих полярность. Регулировка не требуется, вы только должны запрограммировать интервал.

Элементы устройства перечислены в табл. 4.25. Общий вид представлен на рис. 4.104.

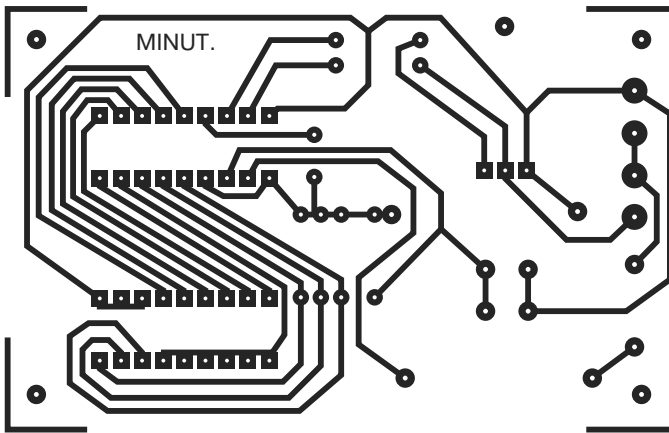


Рис. 4.102. Чертеж печатной платы сетевого программируемого таймера

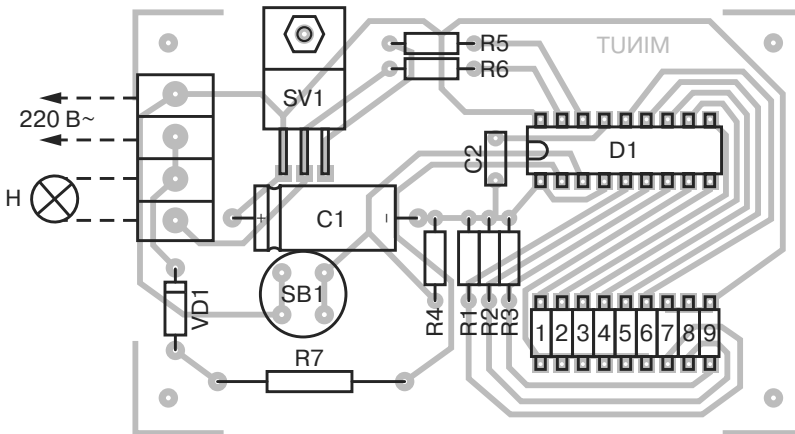


Рис. 4.103. Установка компонентов на плате сетевого программируемого таймера

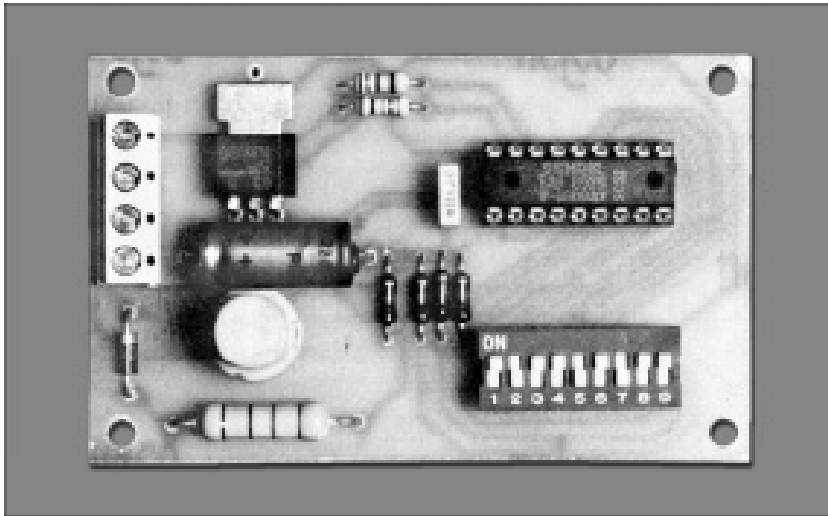


Рис. 4.104. Общий вид программируемого таймера

Таблица 4.25. Перечень элементов сетевого программируемого таймера

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1–R4	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	220 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R6	150 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	22 кОм	2,0 Вт
Конденсаторы	C1	220 мкФ	10 В
	C2	22 нФ	Пленочный
Диоды	VD1	1N4004	
Тиристоры	VS1	6 А	Симистор
Микросхемы	D1	SAB0529	Таймер программируемый
Переключатели	S1–S9	Девятипозиционный DIP микропереключатель	
	SB1	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами для установки на печатной плате	
Прочее	Панелька для микросхемы на 18 контактов		
	Пятиконтактный клеммник для установки на печатной плате		

ТЕРМОСТАТ КОМФОРТА

Предлагаемая схема обеспечивает управление отоплением квартиры или дома за счет точного слежения за температурой.

Принцип действия

Постоянный контроль температуры обеспечивается терморезистором R9, который имеет отрицательный температурный коэффициент. Изменения сопротивления, вызванные изменениями температуры окружающей среды, преобразуются в электрический потенциал и передаются на компаратор. Этот компаратор управляет реле, которое, в свою очередь, управляет системой отопления. В зависимости от ситуации отопление может включаться или выключаться. Благодаря потенциометру может быть задана нужная температура включения реле.

Работа схемы

Питание схемы

Энергия, необходимая для работы устройства (рис. 4.105), обеспечивается от сети 220 В через емкостную цепочку C1, R1 и два диода VD1 и VD2. Стабилитрон VD6 ограничивает напряжение питания схемы до 12 В, а C2 выполняет функцию сглаживающего конденсатора. Стабилизатор D1 обеспечивает получение напряжения 8 В для питания компаратора.

Конденсатор C3 осуществляет дополнительную низкочастотную фильтрацию, а C4 – высокочастотную фильтрацию питающего напряжения.

Резистор R2 разряжает конденсатор C1 при выключении схемы. Это избавляет неосторожного любителя, коснувшегося контакта печатной платы, от неприятного разряда.

Слежение за температурой

Интегральная схема D2 – это операционный усилитель, работающий в режиме компаратора напряжения. Схемно он включен как триггер Шмитта с небольшой величиной гистерезиса. Напряжение на его неинвертирующий (прямой) вход подается с делителя, образованного резистором R3 и термо-резистором с отрицательным температурным коэффициентом R9 (рис. 4.107). Если температура окружающей среды падает, потенциал на прямом входе D2 увеличивается. Потенциал инвертирующего входа определяется потенциометром R10.

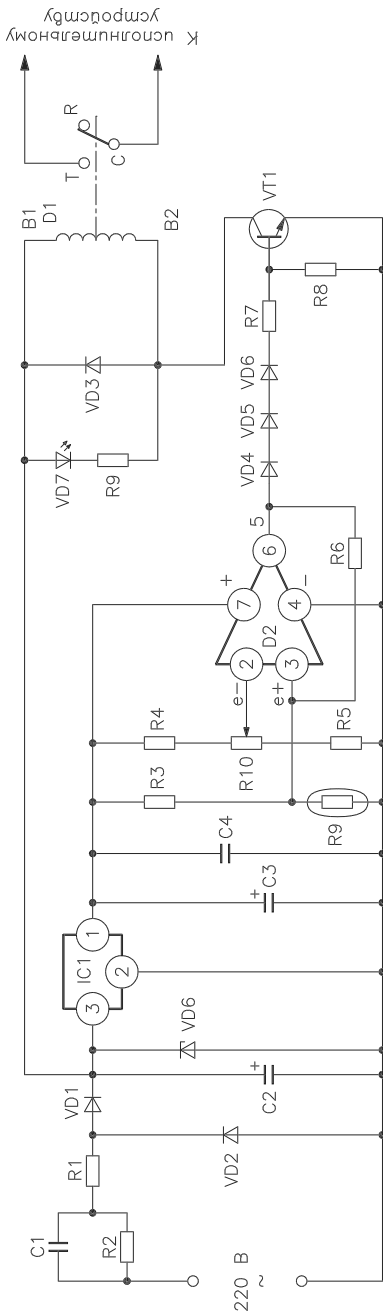


Рис. 4.105. Принципиальная схема термостата комфорта

Система может иметь два состояния:

- комнатная температура ниже уровня переключения;
- температура выше уровня переключения.

В первом случае $U_{e+} > U_{e-}$, во втором $U_{e+} < U_{e-}$. Резистор положительной обратной связи R6 создает схеме дополнительное смещение, зависящее от состояния, то есть гистерезис. В данном случае гистерезис равен приблизительно $0,5^\circ\text{C}$ в обоих направлениях. Поэтому, если потенциометр установить, например, на температуру 20°C , реле включится, при достижении температуры окружающего воздуха $19,5^\circ\text{C}$, и выключится, когда она составит $20,5^\circ\text{C}$ (рис. 4.106).

При помещении устройства в среду с низкой температурой на выходе D2 будет высокий уровень напряжения, и транзистор VT1 откроется. В цепь его коллектора включена обмотка исполнительного реле, которое включит нагревательные устройства. Реле питается непосредственно напряжением 12 В. Диод VD3 защищает транзистор VT1 от бросков напряжения, возникающих в обмотке реле из-за резких переключений тока через нее. Красный светодиод VD3 своим зажиганием сигнализирует о включении исполнительного реле.

Когда окружающая температура выше точки равновесия, выход D2 переходит на низкий уровень с остаточным напряжением около 1,8 В. Диоды VD1, VD2 и VD3 нейтрализуют его, и на базе транзистора VT1 будет нулевой потенциал, который его и закроет. Нагревательный элемент при этом отключится, и температура начнет понижаться.

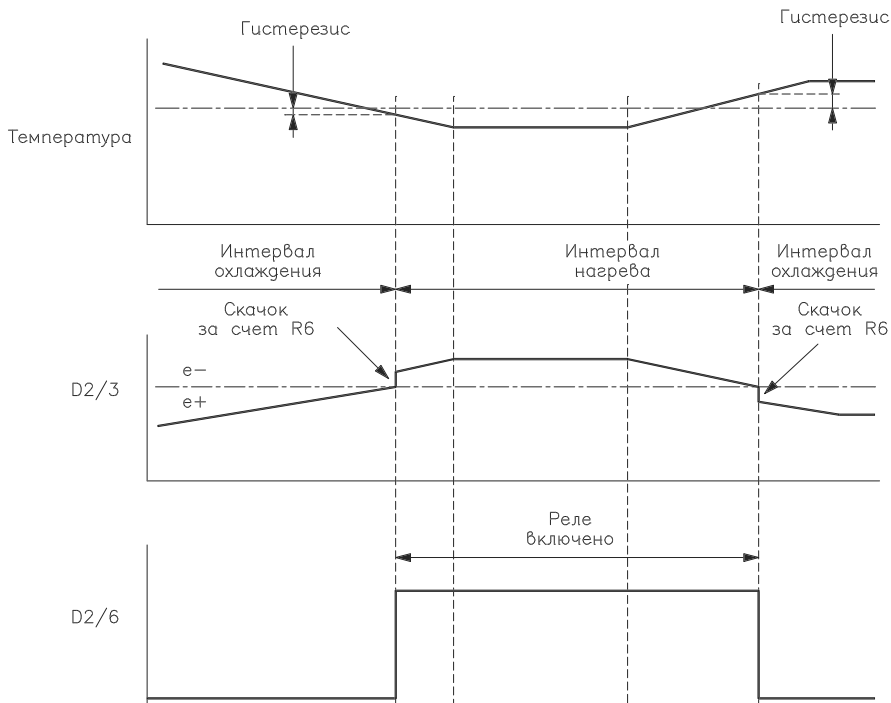


Рис. 4.106. Временная диаграмма работы термостата (пример регулировки при 20 °С)

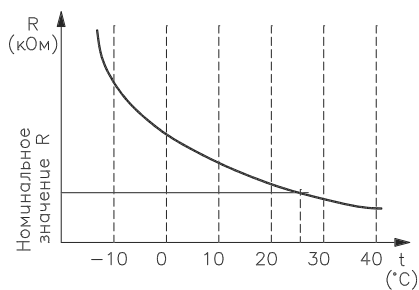


Рис. 4.107. Кривая температурной зависимости сопротивления терморезистора

Выполнение монтажа

При монтаже устройства (рис. 4.108 и 4.109) потенциометр приклеивается непосредственно к печатной плате. При необходимости следует просверлить отверстие в печатной плате, чтобы пропустить в него конец оси потенциометра.

Можно градуировать потенциометр непосредственно в градусах. Поместив термостат в среду с температурой от 10 до 30 °С и контролируя ее при помощи термометра, необходимо медленно вращать потенциометр в одном направлении, затем в другом, чтобы определить моменты включения и выключения реле. Отметка шкалы соответствующей температуры будет тогда на биссектрисе угла, образующей эти два отсчета.

Общий вид собранного термостата представлен на рис. 4.110, а перечень элементов приведен в табл. 4.26.

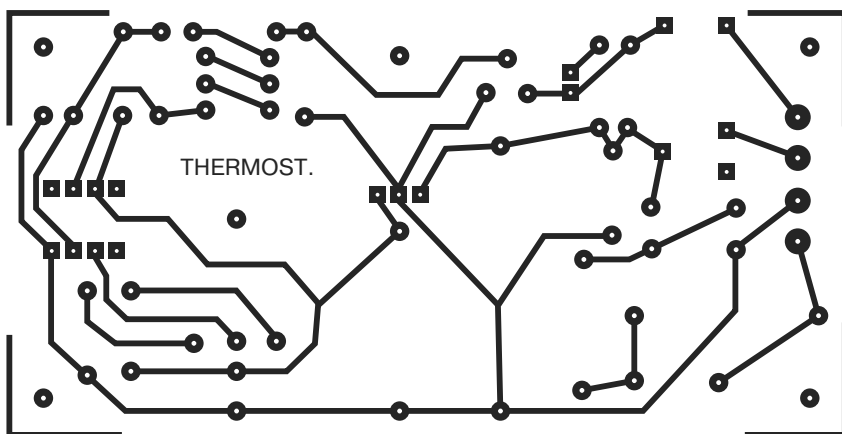


Рис. 4.108. Чертеж печатной платы термостата

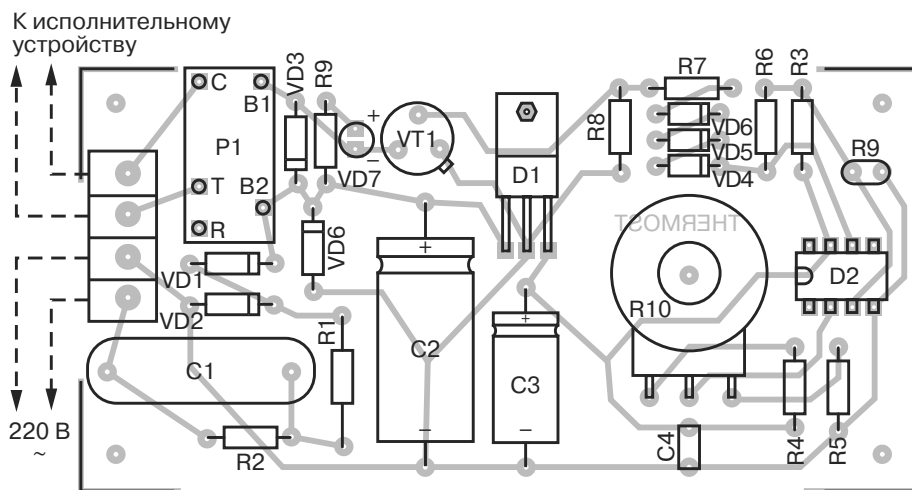


Рис. 4.109. Установка элементов на плате термостата

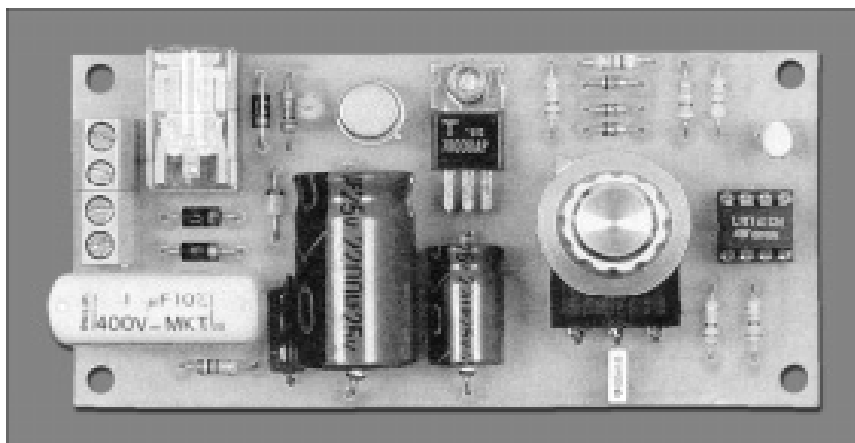


Рис. 4.110. Общий вид собранного термостата комфорта

Таблица 4.26. Перечень элементов термостата

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	47 Ом	2,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4, R5	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	470 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	1,5 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	22 кОм	Потенциометр
	R11	47 кОм	Терморезистор
	Конденсаторы	C1	1 мкФ
C2		2200 мкФ	16 В
C3		220 мкФ	10 В
C4		0,1 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1–VD3	1N4004	
	VD4–VD6	1N4148	1N914
	VD7		Красный светодиод, Ø 3 мм
	VD8	12 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
Транзисторы	VT1	2N1711	2N1613
Микросхемы	D1	7808	Стабилизатор 8 В
	D2	μA741	Операционный усилитель
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Реле 12 В/1 RT (National)		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		

ДЕТЕКТОР ГОЛОЛЕДИЦЫ

Зима со своими туманами, заморозками и гололедицей таит опасности, которые не сразу заметишь из теплой кабины автомобиля. Эта схема позволит вам всегда оставаться бдительным и предупредит вас о появлении гололедицы.

Принцип действия

Терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом, помещенный в зонд, непрерывно измеряет температуру воздуха за окном.

Устройство содержит два компаратора, исследующих три диапазона температуры:

- выше $1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- в пределах между 0 и $1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Индикацию соответствующих температурных диапазонов осуществляют три светодиода: зеленый, желтый и красный.

Работа схемы

Питание схемы

Измерение температуры с высокой точностью требует, чтобы напряжение питания было хорошо стабилизировано. Однако аккумуляторная батарея автомобиля не обеспечивает достаточной стабильности.

Это связано, в первую очередь, с состоянием аккумулятора (степенью его разряженности). На стабильность влияют и постоянные изменения режима работы двигателя. Генератор переменного тока автомашины также не отличается стабильностью.

Перечисленные факторы обусловили применение в устройстве интегрального стабилизатора напряжения – 7810, формирующего напряжение в 10 В (рис. 4.111).

Диод D1 защищает схему от неправильного подключения к питанию. Конденсаторы C2 и C3 осуществляют дополнительную фильтрацию питающего напряжения соответственно по низким и высоким частотам.

Измерение температуры

Величина сопротивления терморезистора R11 уменьшается при увеличении температуры окружающего воздуха и увеличивается – при уменьшении. Поэтому в точке соединения терморезистора R11 с резистором R7 имеем напряжение $5\text{--}6\text{ В}$, когда зонд помещен в среду

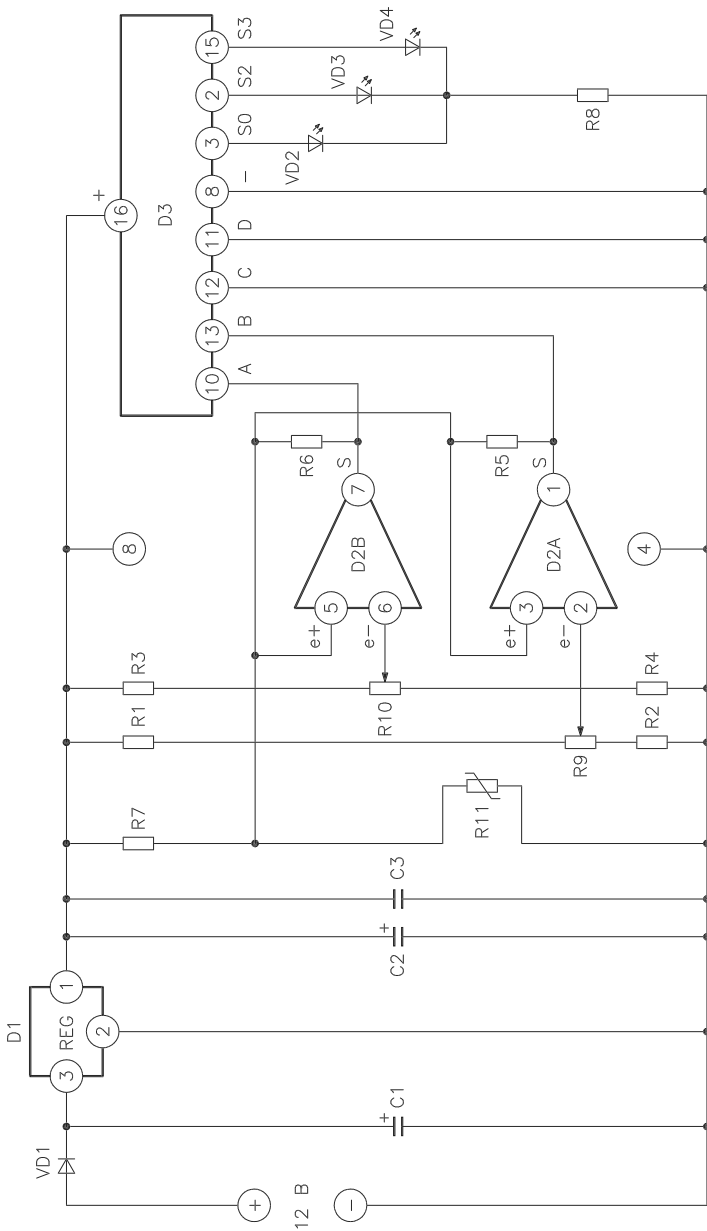


Рис. 4.111. Принципиальная схема детектора гололедецы

с температурой, близкой к нулевой. При понижении температуры напряжение увеличивается.

Терморезистор подключен непосредственно к прямым (неинвертирующим) входам двух компараторов D2A и D2B. Напряжения на их инвертирующих входах определяются потенциометрами R9 и R10 и могут изменяться в широких пределах.

Сравнение потенциалов

Напряжения на инвертирующих входах компараторов определяют пороги их переключения, причем порог компаратора D2B немного выше порога компаратора D2A. В этих условиях могут наблюдаться три ситуации (рис. 4.112):

1. Температура выше $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. У обоих компараторов потенциал инвертирующего входа выше потенциала прямого входа – на выходах обоих компараторов одновременно будет низкий уровень напряжения.
2. Температура между 0 и $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. У компаратора D2A потенциал прямого входа выше потенциала инвертирующего входа – на выходе этого компаратора высокий уровень напряжения; состояние компаратора D2B не изменится.
3. Температура ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. У компаратора D2B потенциал прямого входа выше потенциала инвертирующего входа и на его выходе также появится высокий уровень напряжения. Резисторы R5 и R6 (имеющие большое сопротивление), образуют цепь положительной обратной связи и обеспечивают работу компараторов в режиме триггеров Шмитта с малым значением гистерезиса. Этим достигается устойчивость переключения состояний компараторов.

Светодиодная индикация

Выходы компараторов соединяются соответственно со входами В и А интегральной схемы дешифратора D3 типа CD4028.

Напоминаем, что функция данного дешифратора заключается в преобразовании двоично-десятичного кода (BCD), подаваемого на его входы А, В, С и D, в позиционный десятиразрядный код, то есть в формировании на одном из своих выходов S0–S9 высокого уровня напряжения. Входы С и D соединены с низким уровнем, так что дешифратор реагирует только на комбинации уровней на входах В и А (00, 01, 10 и 11) и выдает высокие уровни на выходы S0, S1, S2 и S3.

Определяемым температурным диапазоном соответствуют следующие комбинации уровней на входах В и А:

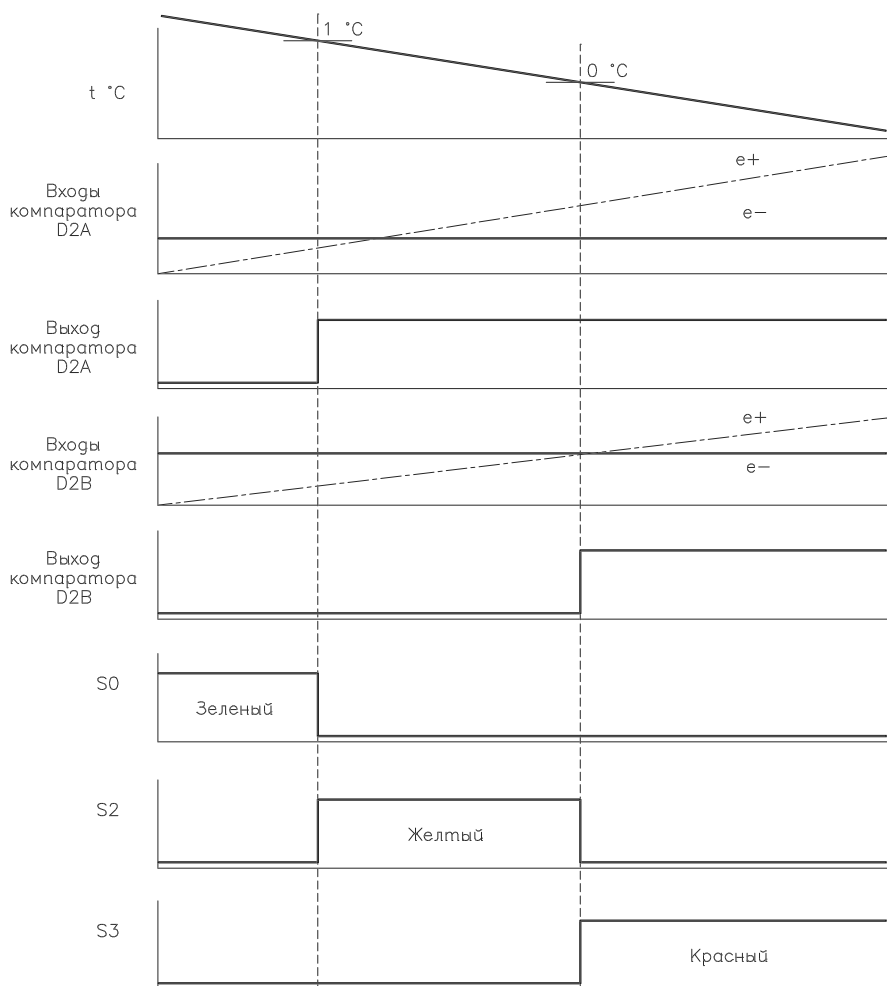


Рис. 4.112. Временные диаграммы работы детектора гололедецы

- $t > 1\text{ }^{\circ}\text{C}$: 00;
- $0\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 1\text{ }^{\circ}\text{C}$: 10;
- $t < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$: 11.

При этих комбинациях появляются высокие уровни на выходах S0, S2 и S3 и включаются светодиоды VD2 – зеленый, VD3 – желтый и VD4 – красный. Резистор R8 ограничивает ток светодиодов величиной 10-15 мА.

Монтаж устройства

Печатная плата (рис. 4.113) не слишком насыщена проводниками, и ее изготовление не вызовет затруднений. Во время монтажа (рис. 4.114) обратите внимание на установку компонентов, имеющих полярность. При изготовлении температурного зонда особенно тщательно следите за герметичностью. Зонд необходимо поместить снаружи автомашины, впереди и на достаточном удалении от двигателя, чтобы он не нагревался от него. Зонд подвержен воздействию влаги, поэтому терморезистор целесообразно снабдить металлической оболочкой (рис. 4.115). Для подключения следует использовать экранированный соединительный провод. Проследите, чтобы его центральная жила не касалась металлической оболочки. Эпоксидная смола, заполняющая оболочку, обеспечит электрическую изоляцию и герметичность.

Порядок регулировки схемы следующий. Положим в стакан воды два-три кубика льда. Через несколько минут температура жидкости станет равна нулю. Поместим зонд в жидкость. Курсоры обоих потенциометров нужно установить в крайнее левое положение, поворачивая против часовой стрелки. При включении схемы будет наблюдаться свечение только красного светодиода VD4.

Медленно поворачиваем курсор потенциометра R10 по часовой стрелке до тех пор, пока не зажжется желтый светодиод VD3 и не погаснет красный – VD4.

Теперь следует подождать, когда лед растает. Когда температура достигнет 1 °С, начинаем вращать (также очень медленно) курсор потенциометра R9 по часовой стрелке, чтобы зажегся зеленый светодиод VD2 и погас желтый – VD3.

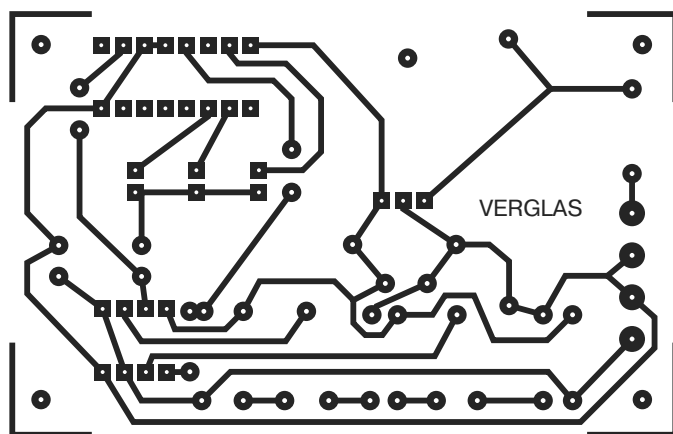


Рис. 4.113. Чертеж печатной платы детектора гололеда

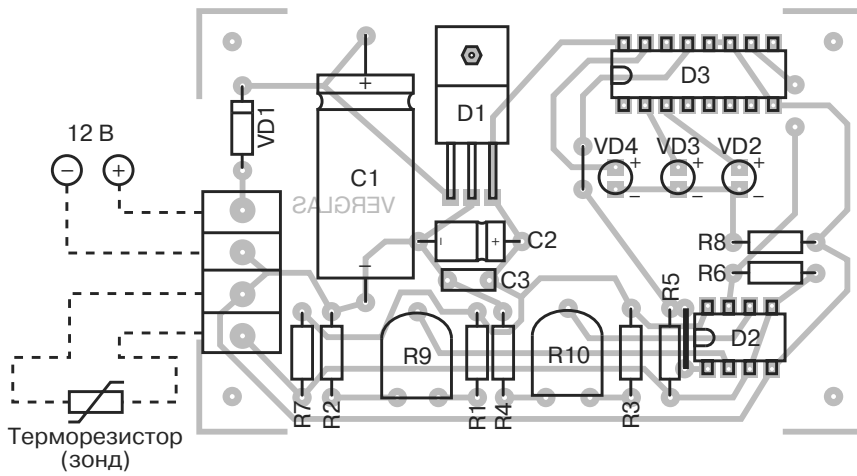


Рис. 4.114. Схема размещения элементов детектора гололедецы

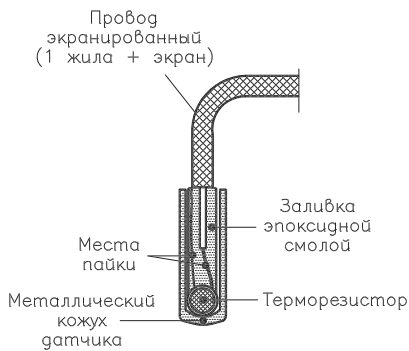


Рис. 4.115. Температурный зонд

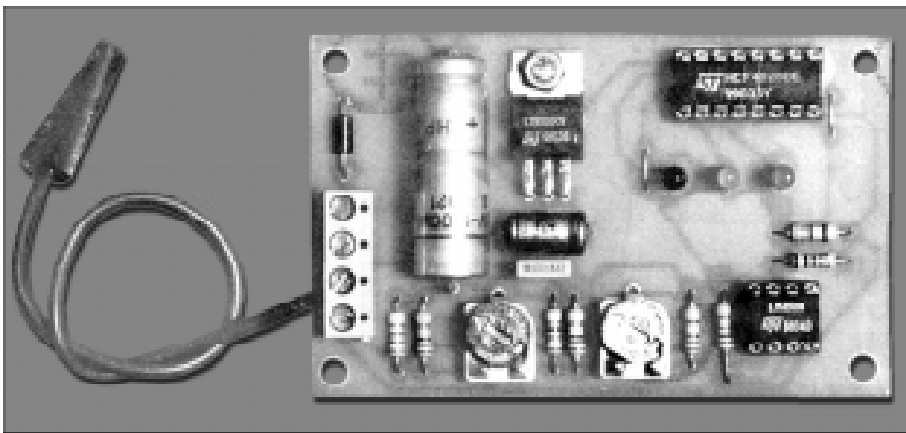


Рис. 4.116. Общий вид собранного детектора гололедецы

Калибровка детектора гололедницы закончена, и устройство можно устанавливать на машине.

Общий вид устройства показан на рис. 4.116. Его элементы перечислены в табл. 4.27.

Таблица 4.27. Перечень элементов детектора гололедницы

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1–R4	3,3 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5–R6	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	470 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R9, R10	22 кОм	Горизонтальный, шаг 5,08 мм
	R11	10 кОм	Терморезистор
Конденсаторы	C1	1000 мкФ	16 В
	C2	47 мкФ	10 В
	C3	0,1 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1	1N4004	
	VD2		Светодиод зеленый Ø3 мм
	VD3		Светодиод желтый Ø 3 мм
	VD4		Светодиод красный Ø 3 мм
Микросхемы	D1	7810	Стабилизатор напряжения 10 В
	D2	LM358	2 операционных усилителя
	D3	CD4028	
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Панелька для микросхемы на 16 контактов		
	Четырехконтактный клеммник для установки на печатной плате		
	Экранированный провод		

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ВКЛЮЧЕНИЯ КОМФОРТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Все телевизоры теперь оснащены пультами дистанционного управления, что позволяет, в частности, включать их, не вставая с кресла. Предлагаемая схема обеспечивает автоматическое включение (при включении телевизора) мягкого рассеянного освещения за приемником для достижения комфортного уровня контраста между светом экрана и темным пространством комнаты.

Принцип действия

Принцип работы устройства предполагает его реагирование на включение питания телевизора и учет уже имеющегося уровня комнатной освещенности.

Работа схемы основана на обнаружении факта изменения потребления телевизором тока. Действительно, в дежурном режиме потребляемая мощность телевизора не больше нескольких ватт. После команды на включение она увеличивается до 40–60 Вт (и более). Именно это и является одним из факторов, учитываемых при включении комфортного освещения. Одновременно фоторезистор позволяет оценить уровень комнатной освещенности, и, если она недостаточная, происходит включение комфортной подсветки, роль которой может играть обычная лампочка 15 или 20 Вт, расположенная за телевизором так, чтобы давать рассеянный, не попадающий в глаза телевизору свет.

Работа схемы

Питание схемы

Питание схемы (рис. 4.117) осуществляется непосредственно от сети 220 В через емкостную цепочку. Во время положительной полуволны сетевого напряжения через конденсаторы С1, С2, резистор R1 и диод VD2 заряжается конденсатор С3. Стабилитрон VD9 ограничивает напряжение на нем величиной в 12 В. В период отрицательной полуволны конденсаторы С1 и С2 через диод VD1 заряжаются в противоположном направлении.

Таким образом, на конденсаторах С3 и С4 возникает достаточно стабильное напряжение примерно 12 В. Эти фильтровые конденсаторы решают, главным образом, задачу сглаживания питающего напряжения и защиты схемы от импульсных помех по питанию.

Резистор R3 разряжает конденсаторы С1 и С2 при выключении схемы, что избавляет пользователя от возможного неприятного разряда, если он прикоснется к схеме.

Реакция на включение телевизора

Узел контроля потребления телевизора содержит резистор небольшого сопротивления R2, соединенный с телевизором последовательно. Падение переменного напряжения на этом резисторе зависит от потребляемой мощности. У телевизора мощностью 60 Вт величина тока потребления составляет 275 мА, что вызывает падение напряжения на $R2 = 4,7 \text{ Ом} \times 0,275 \text{ А} = 1,3 \text{ В}$. Речь идет об эффективном значении, амплитудное же значение достигает $1,3\text{В} \times \sqrt{2} = 1,8 \text{ В}$. Диоды VD3–VD6 ограничивают его до 1,2 В, устраняя зависимость от потребления телевизора и уменьшая нагрев R2.

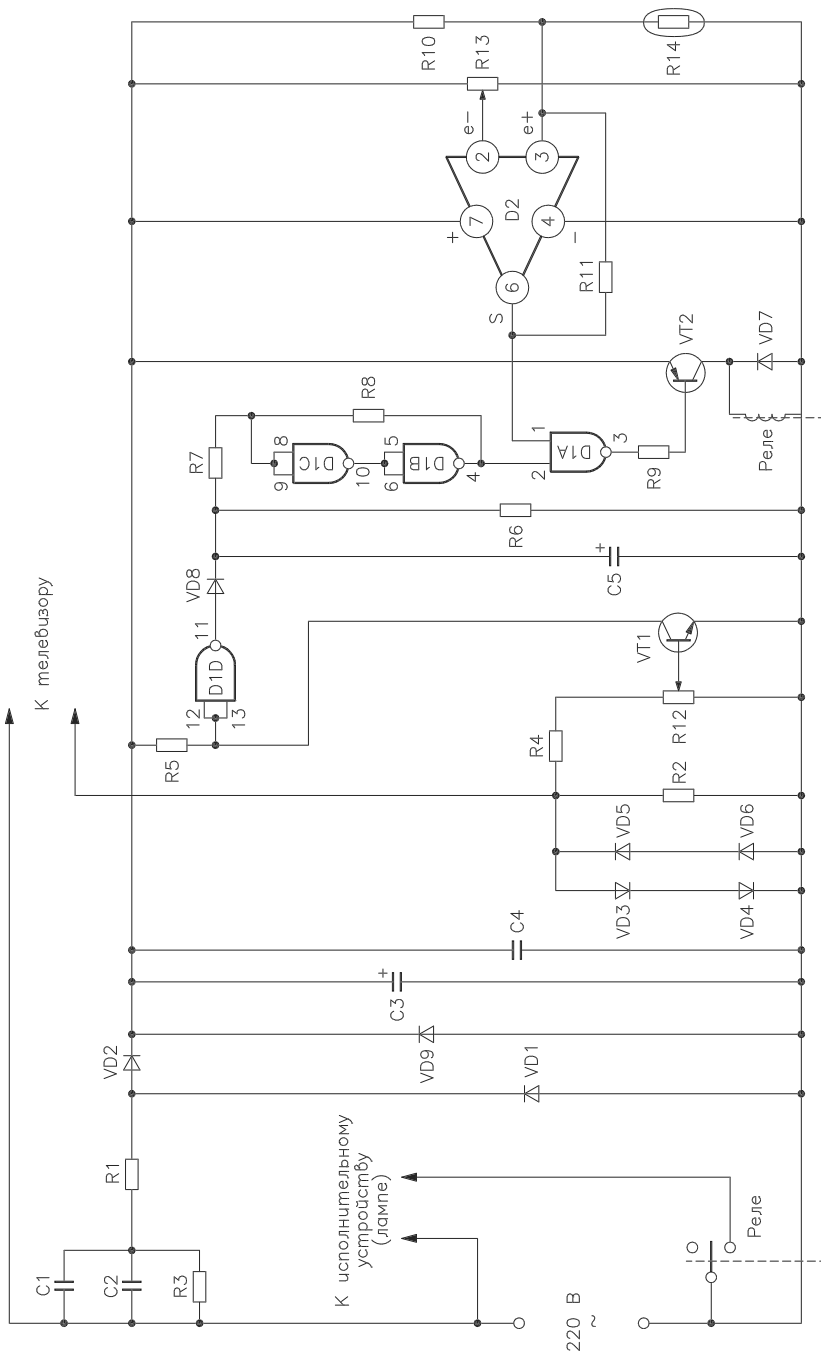


Рис. 4.117. Принципиальная схема автоматического устройства включения комфортного освещения

В дежурном режиме телевизор потребляет ток не более 40 мА, что соответствует падению напряжения на R2 в 0,2 (максимум 0,27) В.

Потенциометр R12 обеспечивает подачу на транзистор VT1 части этого напряжения. Когда напряжение на базе транзистора достигает 0,6 В, транзистор VT1 открывается. Регулировкой потенциометра R12 можно добиться, что на коллекторе VT1 будет:

- постоянно высокий уровень – при слабом потреблении телевизора;
- отрицательные импульсы частотой 50 Гц – при достижении потреблением заданного предела.

Вентиль И-НЕ D1D инвертирует логический уровень, формируемый на коллекторе VT1. При включенном телевизоре на выходе этого вентиля возникают положительные импульсы. Они поступают на интегратор, образованный цепочкой C5, R6 и диодом VD8. При каждом положительном импульсе, прошедшем через VD8, конденсатор C5 очень быстро заряжается (рис. 4.118). Во время промежутков, отделяющих два последовательных импульса, C5 будет разряжаться только через резистор R6, имеющий достаточно большое сопротивление.

Таким образом, на конденсаторе C5 имеем пульсирующее напряжение, значение которого остается значительно выше половины напряжения питания. Вентили D1B и D1C составляют триггер Шмитта. На его выходе имеем:

- устойчивый высокий уровень – при обнаружении рабочего режима потребления телевизора;
- низкий уровень – при дежурном режиме телевизора и малом потреблении.

За счет значительного гистерезиса триггера обеспечивается устойчивость этих состояний.

Учет окружающего освещения

Фоторезистор R14 подвергается воздействию того же комнатного освещения, что и телевизор. Его темновое сопротивление составляет несколько МОм. Сопротивление уменьшается до несколько сотен Ом, если фоторезистор освещен.

Средняя точка делителя, состоящего из резистора R10 и фоторезистора R14, соединяется с прямым входом микросхемы операционного усилителя D2. Ее инвертирующий вход соединяется со средней точкой потенциометра R14, что позволяет менять на нем потенциал.

Если фоторезистор подвергается достаточному освещению, напряжение на прямом входе ниже потенциала на инвертирующем входе. На выходе D2 в таком случае низкий уровень.

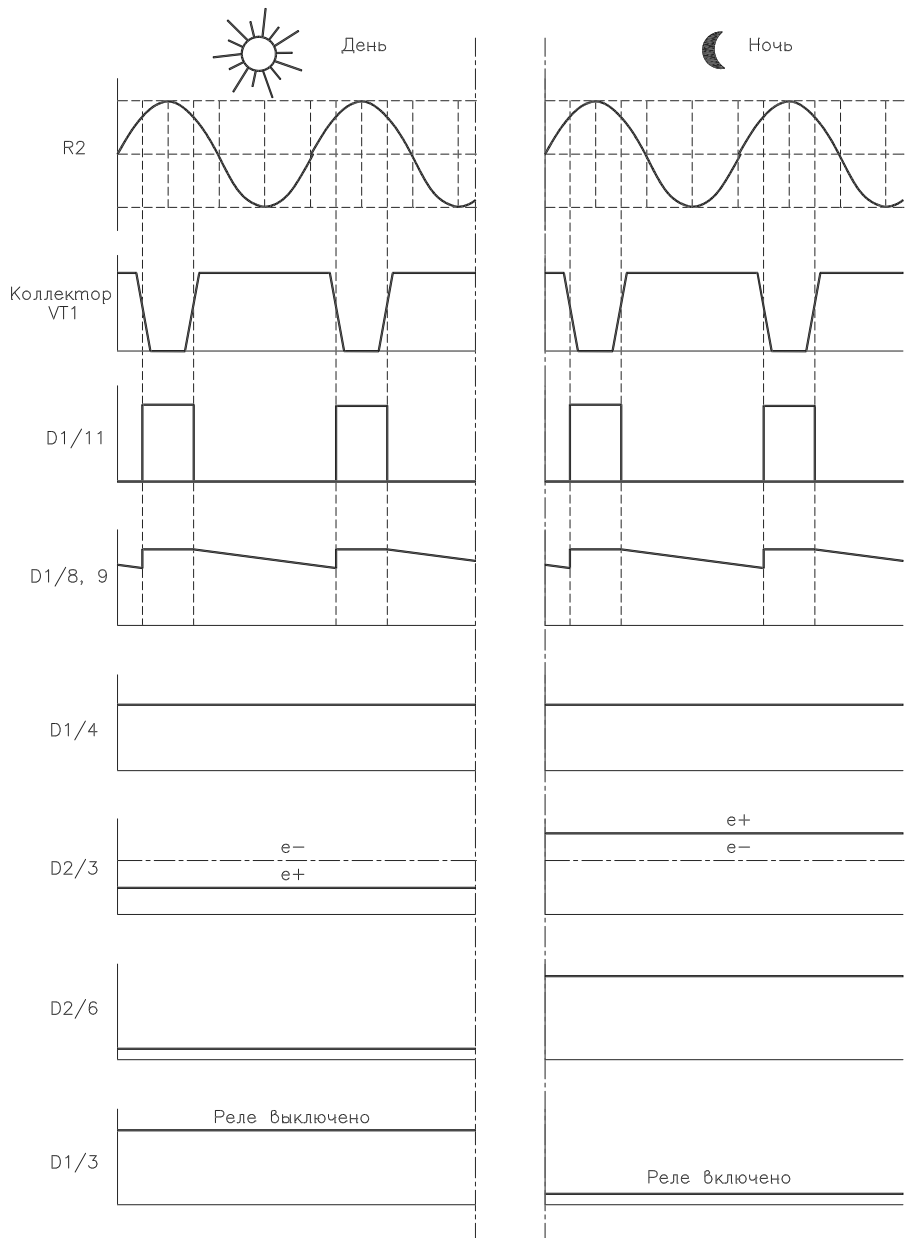


Рис. 4.118. Временная диаграмма работы автоматического устройства включения комфортного освещения

Если фоторезистор в темноте, ситуация противоположная: выход D2 переходит на высокий уровень.

Резистор R11 переводит D2 в режим триггера Шмитта с небольшим гистерезисом.

В результате на выходе вентиля D1A имеем:

- низкий уровень, если два условия – уровень потребления телевизора и темноты – выполнены;
- высокий уровень, если хотя бы одно из них не выполнено.

Схема управления подсветкой

При появлении низкого уровня на выходе вентиля D1A транзистор VT2 открывается. В его коллекторную цепь включено реле на 12 В. Контакты реле замыкаются и включают дополнительное освещение.

Диод VD7 защищает транзистор VT2 при бросках напряжения во время отключений.

Выполнение монтажа

После монтажа платы (рис. 4.119 и 4.120) необходимо отрегулировать пороговые напряжения с помощью потенциометров R12 и R13.

Чувствительность канала обнаружения рабочего потребления уменьшается, если вращать курсор R12 по часовой стрелке. Искать порог напряжения, соответствующий рабочему потреблению телевизора, следует начиная с крайнего правого положения курсора, остановившись при включении комфортного освещения. Для стабилизации

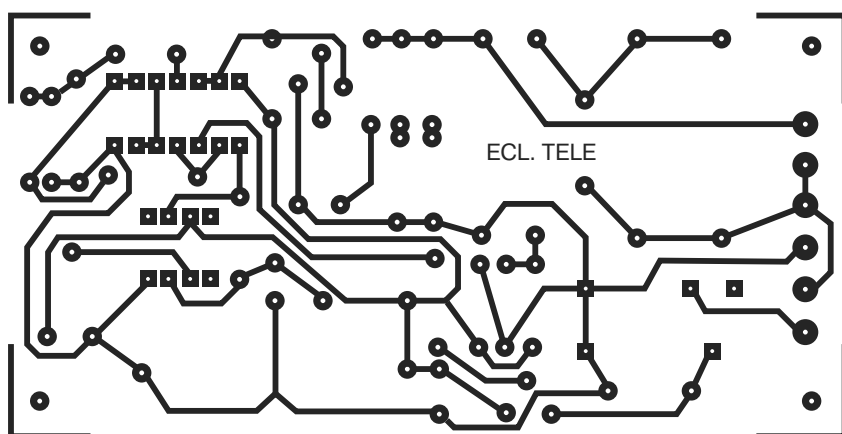


Рис. 4.119. Схема печатной платы автоматической подсветки для создания визуального комфорта

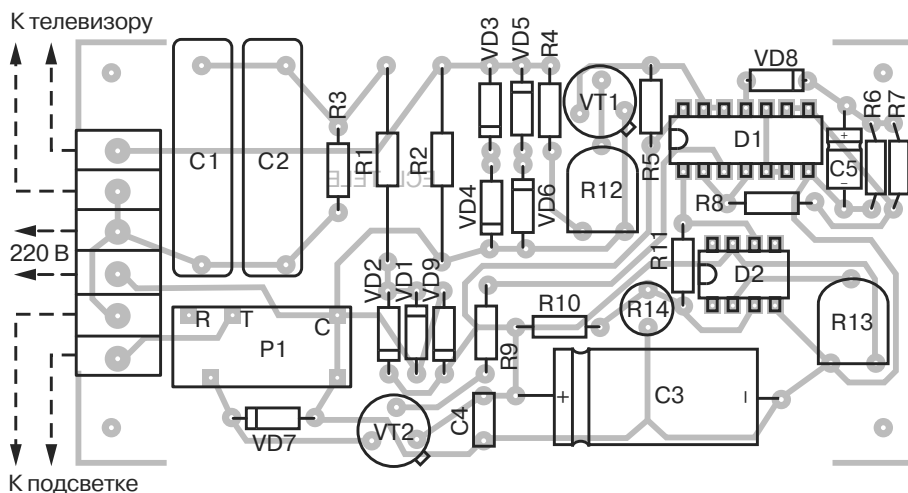


Рис. 4.120. Установка компонентов автоматического комфортного освещения на печатной плате

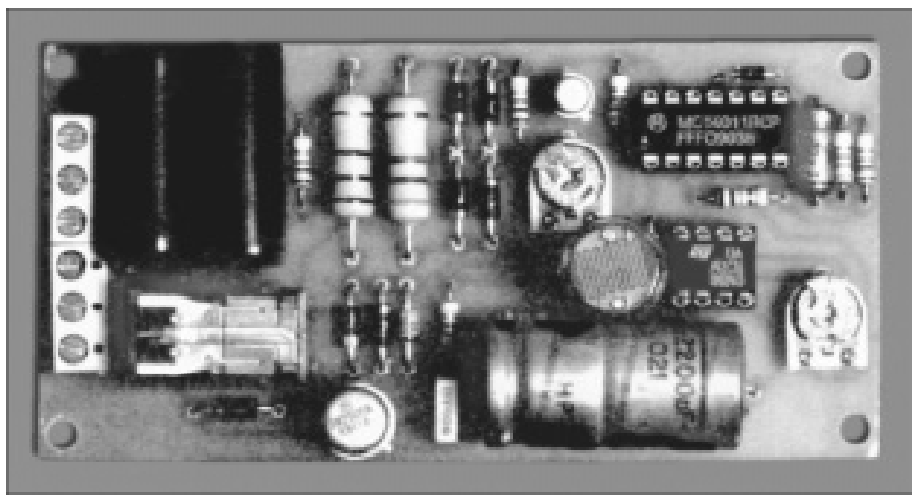


Рис. 4.121. Общий вид устройства

схемы нужно немного перейти это положение. При этом следует чем-то прикрыть фоторезистор, чтобы устранить влияние «светового» канала.

Регулировку светового порога посредством R13 лучше осуществлять в условиях реальной обстановки в темной комнате, с окончательно

установленным устройством комфортного освещения. Напоминаем, что фоторезистор R14 не должен подвергаться воздействию света от самого устройства комфортного освещения. Вращая курсор R13 в обоих направлениях, устанавливаем порог переключения операционного усилителя D2, приспособив устройство к реальным условиям освещенности комнаты. Телевизор должен быть при этом включенным.

Общий вид автоматического устройства приведен на рис. 4.121. Его элементы перечислены в табл. 4.28.

Таблица 4.28. Перечень элементов автоматического устройства управления комфортным освещением

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	22 Ом	2,0 Вт
	R2	4,7 Ом	1,0 Вт
	R3	1 Мом	±5%, 0,25 Вт
	R4	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	47 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	22 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	220 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R11	1 Мом	±5%, 0,25 Вт
	R12	22 кОм	Подстроечный, гори-зонтального расположения, шаг 5,08 мм
	R13	220 кОм	Подстроечный, горизонтального расположения, шаг 5,08 мм
	R14		Фоторезистор
Конденсаторы	C1, C2	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C3	2200 мкФ	16 В
	C4	0,1 мкФ	Пленочный
	C5	22 мкФ	16 В
	Диоды	VD1–VD7	1N4004
VD8		1N4148	1N914
VD9		12 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
Транзисторы	VT1	BC108	BC109, 2N2222
	VT2	2N2905	
Микросхемы	D1	CD4001	
	D2	ЦА741	Операционный усилитель
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Панелька для микросхемы на 14 контактов		
	Реле 12 В/1 RT (National)		
	Шестиконтактный клеммник для установки на печатной плате		

ОСВЕЩЕНИЕ, УПРАВЛЯЕМОЕ ЗВУКОМ

Хлопок ладоней – свет зажигается, другой – гаснет. Впечатляющий эффект, не правда ли? Именно его вы сможете достичь, применив предлагаемую схему.

Принцип действия

Миниатюрный микрофон улавливает все звуки, но благодаря специальному внутреннему фильтру воспринимаются и усиливаются только резкие и относительно короткие звуки. Поэтому человеческий голос не воздействует на устройство, а звук хлопка ладоней находится в полосе пропускания «приемника».

После соответствующей обработки сигнала запускается ждущий мультивибратор, переключающий бистабильный триггер. Его выход через транзистор управляет симистором, включающим освещение.

Работа схемы

Питание схемы

Схема питается непосредственно от сети 220 В через цепочку С1 и R1. Во время положительных полупериодов напряжения конденсатор С2 заряжается, но за счет стабилитрона VD3 – только до 12 В. Во время отрицательных полупериодов напряжения сети через диод VD1 происходит перезаряд конденсатора С1, чтобы он был готов к следующему положительному полупериоду напряжения (рис. 4.122).

На положительном выводе С2 получаем постоянное сглаженное напряжение величиной 12 В. Дополнительную стабилизацию питающего напряжения осуществляет интегральный стабилизатор D1. Он выдает постоянное напряжение 9 В. Конденсаторы С3 и С4 осуществляют дополнительную фильтрацию питающего напряжения по низким и высоким частотам.

Резистор R2 разряжает конденсатор С1 при выключении схемы из сети, чтобы избежать разряда при неосторожном прикосновении к выводам схемы.

Принцип усиления сигнала

Электретный микрофон воспринимает слабые звуковые колебания от хлопка ладоней (рис. 4.123). Они подаются на инвертирующий вход операционного усилителя D2 через цепочку фильтра верхних частот С5–R4, пропускающего сигналы, соответствующие коротким и резким звукам. Переменный резистор R19 в цепи отрицательной обратной связи усилителя регулирует общее усиление этого каскада.

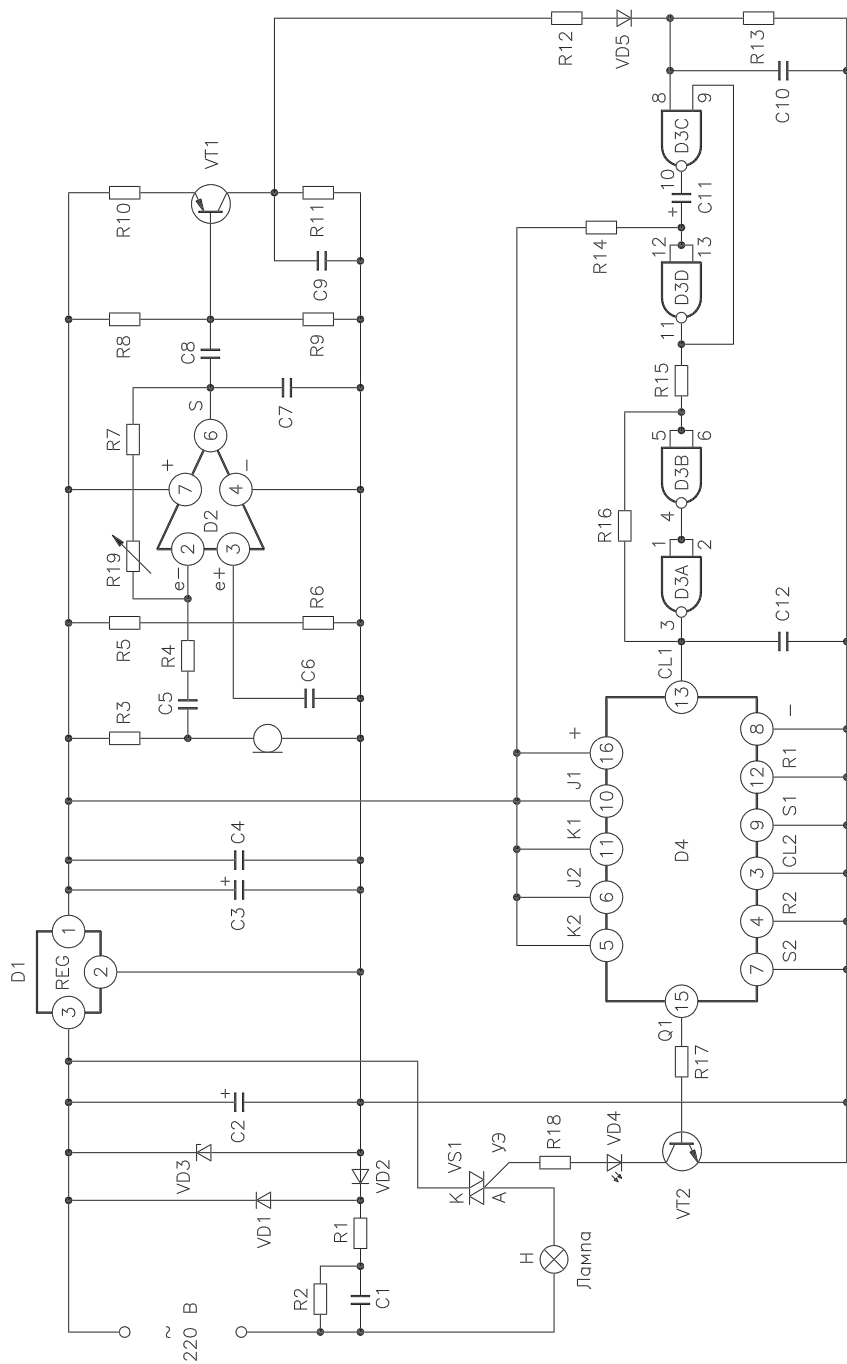


Рис. 4.122. Принципиальная схема устройства звукового управления освещением

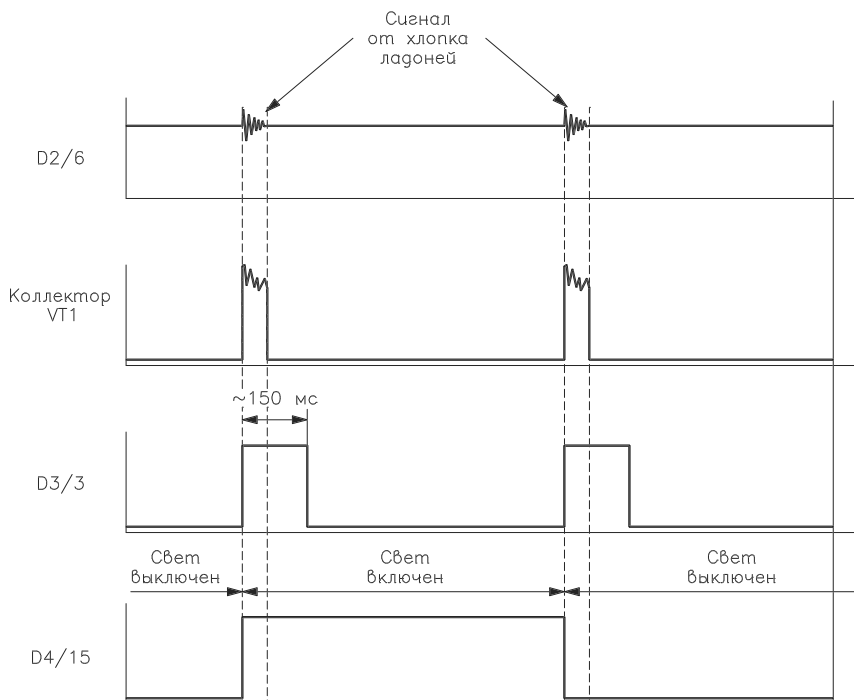


Рис. 4.123. Временные диаграммы устройства звукового управления освещением

Чем больше сопротивление потенциометра, тем больше усиление. Усиленные сигналы поступают на базу р–п–р транзистора VT1. При отсутствии сигнала, поступающего через конденсатор С8, потенциал коллектора нулевой, а при наличии сигнала появляется несколько коротких положительных импульсов.

Обработка сигнала

Вентили ИЛИ-НЕ D3С и D3D микросхемы образуют одновибратор. Запускающий вход его соединяется с интегратором, образованным диодом VD3, резистором R13 и конденсатором С10. Он интегрирует положительные импульсы, поступающие с коллектора транзистора VT1. Таким образом, на запускающий вход одновибратора в ответ на хлопок ладоней поступает одиночный импульс.

Одновибратор вырабатывает положительный импульс, длительность которого зависит только от величины сопротивления R14 и конденсатора С11. В данном случае длительность положительного импульса одновибратора составляет приблизительно 150 мс.

Вентили D3А и D3В образуют вместе с резисторами R15 и R16 триггер Шмитта, улучшающий крутизну фронтов поступающих импульсов.

Использование обработанного сигнала

Интегральная схема D4 типа CD4027 представляет собой сдвоенный J-К триггер. В данной схеме используется только один из триггеров. Его управляющие входы J и K подключены к напряжению питания, а входы сброса и установки (R и S) – к нулевому потенциалу. За счет этих соединений триггер работает в режиме счетного триггера. Каждый положительный импульс, поступивший на вход CL1, изменяет уровень на выходе Q1 на противоположный.

Первый положительный импульс на CL1 вызывает появление на выходе Q1 высокого уровня. Вторым импульсом выход будет переведен на низкий уровень и т.д.

Когда на выходе Q1 высокий уровень, п-р-п транзистор VT2 открывается. В его коллекторную цепь включены: управляющий электрод симистора VS1, ограничительный резистор R18, сигнальный светодиод VD4. Когда транзистор VT2 открывается, симистор VS1 включается, и лампа в цепи анода симистора зажигается.

Выполнение монтажа

При монтаже платы (рис. 4.124 и 4.125) следует соблюдать полярность электролитических конденсаторов, транзисторов, диодов и интегральных схем. Микросхемы желательно установить на панельках. Электретный микрофон также имеет полярность, его «минус» необходимо подключить к нулевому потенциалу.

Наладка схемы включает регулировку коэффициента усиления входного усилителя на D2. Он увеличивается при вращении курсора

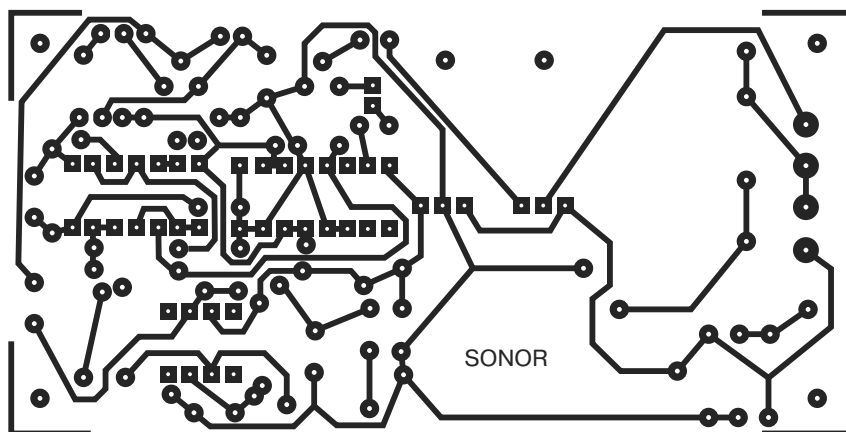


Рис. 4.124. Схема печатной платы устройства звукового управления освещением

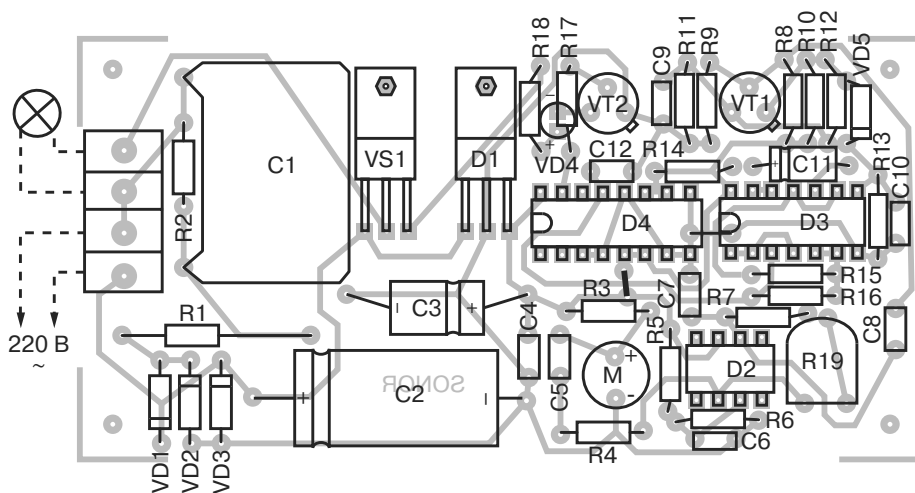


Рис. 4.125. Схема размещения элементов

потенциометра R19 по часовой стрелке. Среднее его положение соответствует чувствительности, обеспечивающей срабатывание устройства при хлопке, произведенном на расстоянии до 3 м от приемника.

Общий вид устройства звукового управления освещением представлен на рис. 4.126. Его элементы перечислены в табл. 4.29.

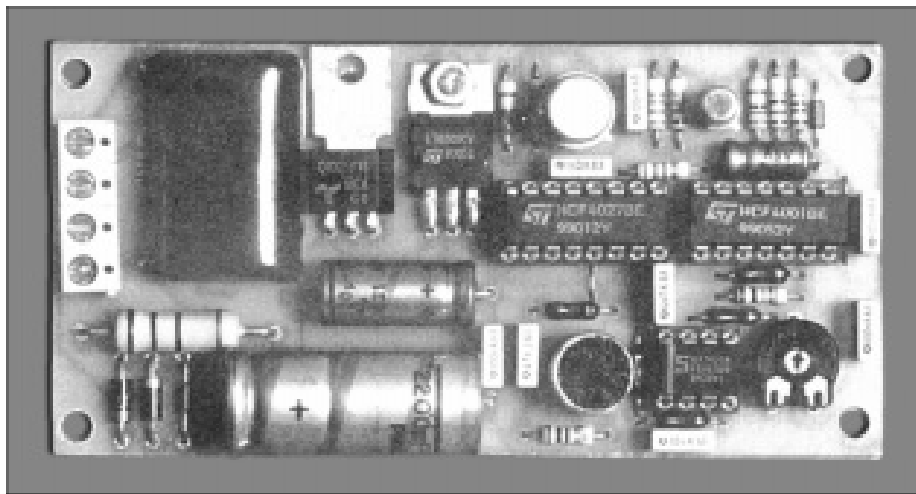


Рис. 4.126. Общий вид собранного устройства звукового управления освещением

Таблица 4.29. Перечень элементов устройства звукового управления освещением

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	22 Ом	2,0 Вт
	R2	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5–R7	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	3,3 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	150 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R11	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R12	2,2 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R13, R14	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R15	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R16	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R17	4,7 кОм	±5%, 0,25 Вт
R18	470 Ом	±5%, 0,25 Вт	
	R19	220 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный
Конденсаторы	C1	1 мкФ	Пленочный, 400 В
	C2	2200 мкФ	16 В
	C3	220 мкФ	10 В
	C4	0,1 мкФ	Пленочный
	C5	47 нФ	Пленочный
	C6	10 нФ	Пленочный
	C7	4,7 нФ	Пленочный
	C8–C10	0,1 мкФ	Пленочный
	C11	4,7 мкФ	10 В
	C12	1 нФ	Пленочный
Диоды	VD1, VD2	1N4004	
	VD3	12 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
	VD4		Светодиод красный Ø 3 мм
	VD5	1N4148	1N 914
Транзисторы	VT1	2N2907	
	VT2	2N1711	
Тиристоры	VS1	6 А	Симистор
Микросхемы	D1	7809	Стабилизатор напряжения 9 В
	D2	?A741	Операционный усилитель
	D3	CD4001	
	D4	CD4027	Два JK триггера
Прочее	Панелька для микросхемы на 8 контактов		
	Панелька для микросхемы на 14 контактов		
	Панелька для микросхемы на 16 контактов		
	Электретный микрофон		
	Шестиконтактный клеммник для установки на печатной плате		

ЦИФРОВОЙ ИНДИКАТОР ТЕЛЕФОННОГО НАБОРА

Эта схема осуществляет визуализацию набираемого телефонного номера, что позволяет избежать ошибок при наборе. Кроме того, она указывает, свободна или занята телефонная линия.

Установленная в какой-нибудь точке дома или квартиры, она на расстоянии позволяет видеть номер, набираемый другим лицом.

Принцип действия

Схема подключается к телефонной линии. Источник питания – батарейка 9 В, работающая только при снятой трубке. Ее включение полностью автоматическое. При тональном наборе телефонного номера микросхема-дешифратор анализирует частоты и формирует соответствующие им двоичные коды. После обработки информация отображается на семисегментном индикаторе.

Работа схемы

Питание схемы

Когда телефонная линия свободна, напряжение на ней составляет от 48 до 50 В. Как только телефонную трубку снимают, напряжение падает до 7 - 10 В. В средней точке делителя, на резисторах R1 и R2, при этих условиях имеем напряжение:

- от 10 до 12 В – при свободной линии;
- от 1,5 до 2 В – при занятой линии.

В первом случае р–п–р транзистор VT1 закрыт, поскольку поступающий на его базу потенциал выше того, что идет на эмиттер. По той же причине закрыт и п–р–п транзистор VT2 (рис. 4.127).

Во втором случае VT1 становится проводящим. На его коллекторе появляется напряжение 9 В от батарейки питания. На базе транзистора VT2 сохраняется потенциал 5,6 В, задаваемый стабилитроном VD3. На эмиттере транзистора VT2 имеем постоянное напряжение 5 В, необходимое для работы микросхемы декодера D1. Конденсаторы C2 и C3 обеспечивают дополнительную фильтрацию питающего напряжения по низким и высоким частотам и защиту от импульсных помех. Конденсатор C1 играет роль интегратора. При поступлении сигналов вызова, имеющих синусоидальную форму, напряжение линии меняется от 0 до 100 В. Напряжение на C1, несмотря на наличие делителя R1/R2, постоянно выше 50 В, что не позволяет схеме воспринимать звонок как поднятие трубки.

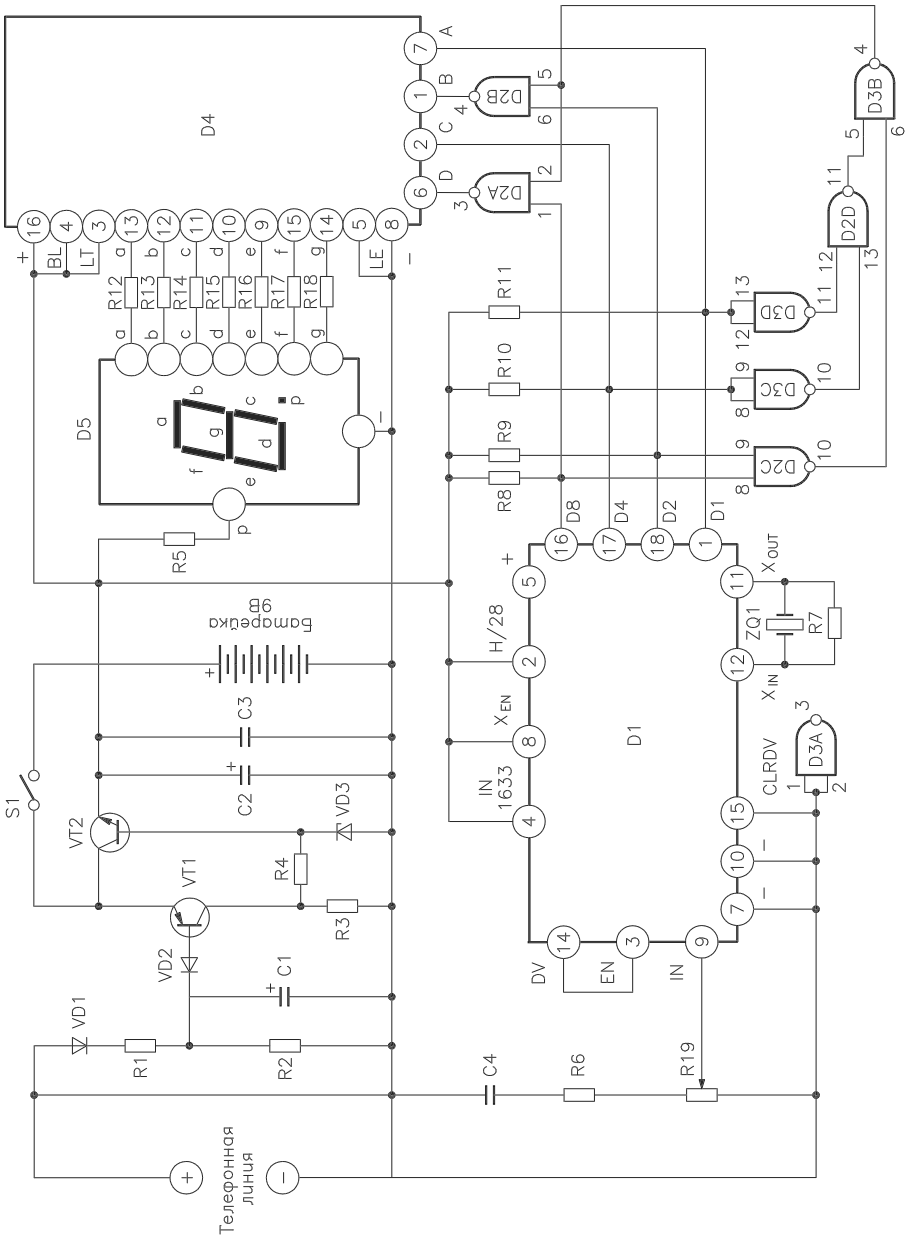


Рис. 4.127. Принципиальная схема цифрового индикатора телефонного набора

Выключатель S1 необходим для отключения батарейки, когда устройство отключено от телефонной линии. Без него нулевой потенциал средней точки делителя R1/R2 обеспечивал бы автоматическое включение питания.

В момент поднятия трубки точка светового индикатора светится.

Декодирование сигналов DTMF

Принцип тонального набора, называемый также DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) кодированием, состоит в том, что для каждой цифры (клавиши) устанавливается двухчастотная сигнальная посылка. Этот хорошо слышимый сигнал генерируется телефонным аппаратом и передается в линию для соответствующей обработки телефонной станцией.

Через конденсатор C4, резистор R6 и потенциометр R19 часть этого сигнала подается на вход (IN) интегральной схемы D1 типа SSI202. Цоколевка и принцип работы этой схемы были изложены в предыдущей главе настоящей книги. Данная микросхема формирует собственную внутреннюю сетку частот от генератора, частота которого стабилизируется внешним кварцевым резонатором ZQ1. Декодируя поступающие сигналы, микросхема формирует двоичные коды на выходах D1, D2, D4 и D8, соответствующие каждой нажатой на телефоне клавише.

Телефонные кнопки	D1									D4				Индикация
	D8	D4	D2	D1	10 D2	10 D3	11 D3	11 D2	4 D3	D	C	B	A	
1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	9
0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
*	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	
#	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	

Рис. 4.128. Таблица декодирования сигналов

Преобразование двоичного кода в двоично-десятичный

Интегральная схема D4 осуществляет преобразование двоично-десятичного кода (BCD) в семисегментный для индикации. Она интерпретирует только BCD код, имеющий значения от 0000 (0) до 1001 (9).

Если рассмотреть логические коды, формируемые ИС SSI202 (рис. 4.128) на выходах D, можно сделать следующие заключения:

- кодирование цифр с 1 до 9 соответствует BCD;
- цифра 0 представляется кодом 1010 (10 в десятичном представлении);
- клавиши * и # представляются кодами 1011 (11) и 1100 (12).

Таким образом, для правильного отображения телефонных номеров необходимо изменить кодирование «нуля».

Это осуществляет схема на вентилях. Она распознает код 1010, формируемый микросхемой D1, и преобразует его в код 0000. Остальные кодовые комбинации передаются на входы А, В, С и D декодера D4 без преобразования.

Индикация телефонных номеров

Микросхема декодера D4 – (CD4511) – рассчитана на управление семисегментным светодиодным индикатором с общим катодом. Токи сегментов ограничиваются резисторами R12–R18.

Микросхема D1 выдает кодовую комбинацию только во время приема сигналов тональной частоты. Вне этого времени ее выходы будут в так называемом третьем состоянии (высокоимпедансном), при котором они практически отключены от внешней схемы. Для устранения неопределенности выходного кода используются резисторы R8–R11, обеспечивающие подачу напряжения высокого уровня при высокоимпедансном состоянии выходов.

Таким образом, во время перерывов передачи тональных сигналов на входы А, В, С и D микросхемы D4 поступает код 1111. В данном случае и при всех других кодах, не соответствующих цифрам от 0 до 9, ни один сегмент не горит. Этим же решается проблема сигналов, соответствующих клавишам * и #. Их бинарные значения находятся «за пределами интервала».

Монтаж устройства

При монтаже платы (рис. 4.129 и 4.130) необходимо соблюдать полярность установки соответствующих элементов. Следует обратить внимание на полярность телефонной линии, определяемую мультиметром.

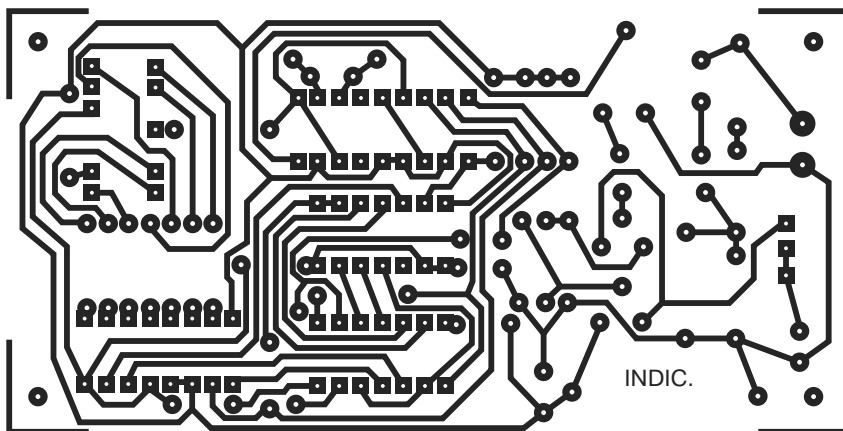


Рис. 4.129. Чертеж печатной платы цифрового индикатора телефонного набора

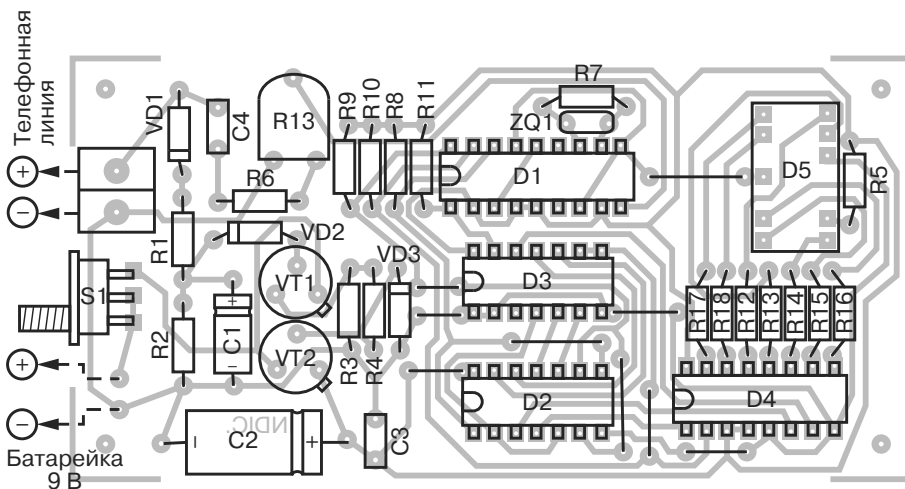


Рис. 4.130. Схема установки компонентов цифрового индикатора телефонного набора на печатной плате

Схема не требует особой регулировки. Предпочтительно среднее положение курсора потенциометра R19. При повороте курсора по часовой стрелке увеличивают величину сигнала DTMF и наоборот.

Список компонентов для сборки схемы цифрового индикатора телефонного набора указан в табл. 4.30, общий вид устройства представлен на рис. 4.131.

Таблица 4.30. Список компонентов, используемых для сборки схемы цифрового индикатора телефонного набора

Наименование	Обозначение	Номинал/тип	Примечание
Резисторы	R1	330 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R2	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R3	33 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	470 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R6	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R8–R11	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R12–R18	470 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R19	4,7 кОм	Подстроечный, горизонтально расположенный, с шагом 5,08 мм
Конденсаторы	C1	1 мкФ	25 В
	C2	100 мкФ	10 В
	C3	0,1 мкФ	Пленочный
	C4	1 мкФ	Пленочный
Диоды	VD1, VD2	1N4004	
	VD3	5,6 В	Стабилитрон, 1,3 Вт
Транзисторы	VT1	2N2907	
	VT2	2N1711	2N1613
Микросхемы	D1	SSI202	
	D2	CD4081	
	D3	CD4011	
	D4	CD4511	
	D5	MAN74 A	Семисегментный индикатор с общим катодом
Резонаторы	ZQ1	3,579545 МГц	Кварцевый резонатор
Прочее	2 панельки для микросхемы на 14 контактов		
	Панелька для микросхемы на 16 контактов		
	Панелька для микросхемы на 18 контактов		
	Двухконтактный клеммник для установки на печатной плате		
	Движковый выключатель для установки на печатной плате		
	2 контактных лепестка		
	Контактный переходник для подсоединения батарейки 9 В		
	Батарейка 9 В		

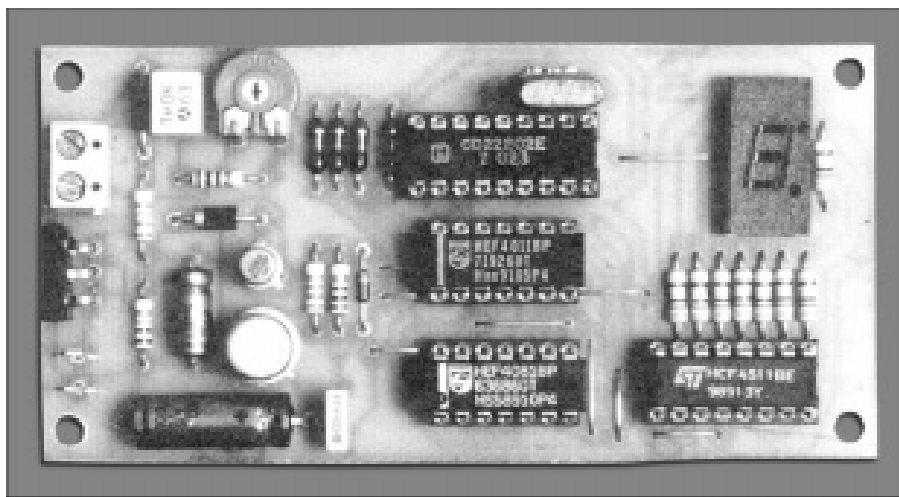


Рис. 4.131. Общий вид цифрового индикатора телефонного набора

«РУССКАЯ РУЛЕТКА»

Весь мир знает эту «забаву», в которую играли в царской России. Она состоит в том, что в барабан револьвера заряжается один патрон, затем барабан произвольно вращают и, подставив дуло к виску, нажимают на курок...

Принцип действия

Пусть читатель успокоится, наша схема не столь опасна. Она включает в себя тактовый генератор, который заставляет считать счетчик Джонсона, имеющий шесть состояний, наподобие барабана револьвера.

Участник игры кладет два пальца на специальные контакты, а затем нажимает кнопку. Далее события могут развиваться следующим образом:

- если «барабан-счетчик» остановился в положении, при котором «выстрел» невозможен, – судьба улыбнулась игроку;
- когда самые страшные опасения осуществляются, пальцы игрока подвергаются разряду тока. Наиболее чувствительные могут воздержаться...

Работа схемы

Питание схемы

Схема (рис. 4.132) питается от батарейки напряжением 9 В. Потребление энергии минимальное, учитывая, что «выстрелы» мгновенные

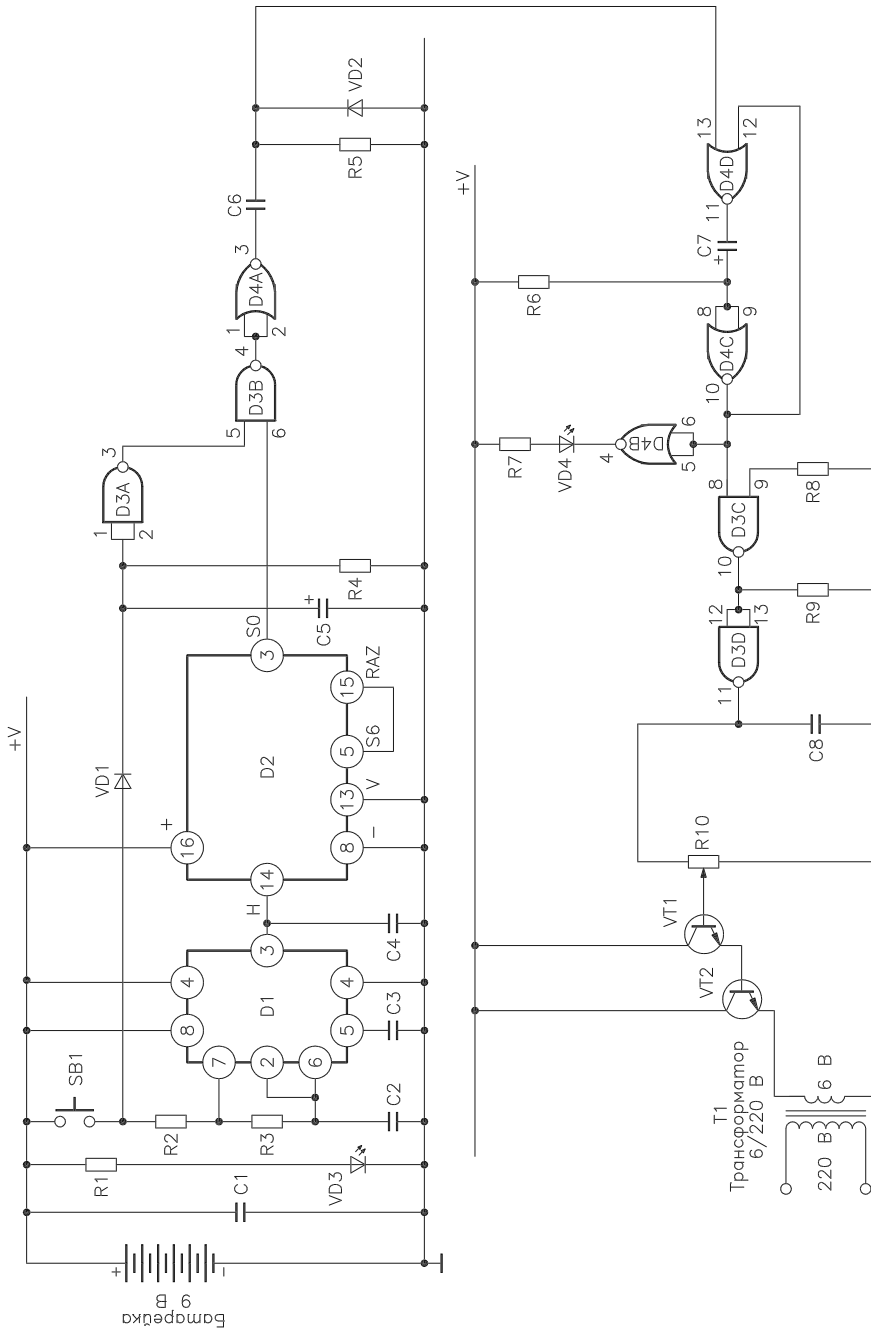


Рис. 4.132. Принципиальная схема «русской рулетки»

и осуществляются только один раз из шести. Зеленый светодиод VD3 сигнализирует, что схема под напряжением. Конденсатор C1 осуществляет фильтрацию питания, развязывая батарею от остальной схемы по высокой частоте.

Тактовый генератор и счетчик

Интегральная микросхема D1 – это хорошо известный нам таймер NE555. Он начинает генерировать импульсы, как только нажимают на кнопку-выключатель. Период импульсов определяется значениями резисторов R2, R3 и конденсатора C2 и составляет около 650 мс, что соответствует частоте приблизительно 1500 Гц. Эти импульсы поступают на тактовый вход счетчика D2, которым является микросхема CD4017. Ее вход сброса (RAZ) соединяется с выходом S6. Полный цикл счетчика имеет, таким образом, шесть состояний (от S0 до S5). Когда перестают нажимать на кнопку-выключатель SB1, счетчик останавливается в одном из состояний S0–S5.

Выдержка времени

При нажатии на кнопку-выключатель конденсатор C5 заряжается через диод VD1. Когда ее отпускают, C5 медленно разряжается через резистор R4. Потенциал на объединенных входах вентиля D3A, таким образом, постепенно уменьшается. При достижении им значения, соответствующего половине напряжения питания, вентиль переключается: его выход быстро переходит на высокий уровень. Проходит 3-4 с между отпусканием кнопки и моментом обратного переключения вентиля. Если счетчик остановится в состоянии S0 на выходе вентиля D3B может появиться низкий уровень напряжения. К счастью для игрока, это происходит редко, и приводит к появлению высокого уровня на выходе вентиля D4A (рис. 4.133).

Электрошок

Упомянутый положительный импульс поступает на дифференцирующую цепочку, состоящую из конденсатора C6, резистора R5 и диода VD2. На ее выходе появляется очень короткий положительный импульс, запускающий одновибратор, образованный вентилями D4C и D4D. Одновибратор формирует положительный импульс, длительность которого определяется значениями сопротивления R6 и конденсатора C7. В данном случае он составляет приблизительно 0,3 с. На это время через вентиль D4B загорается красный светодиод VD4. Таким образом, индицируется «выстрел».

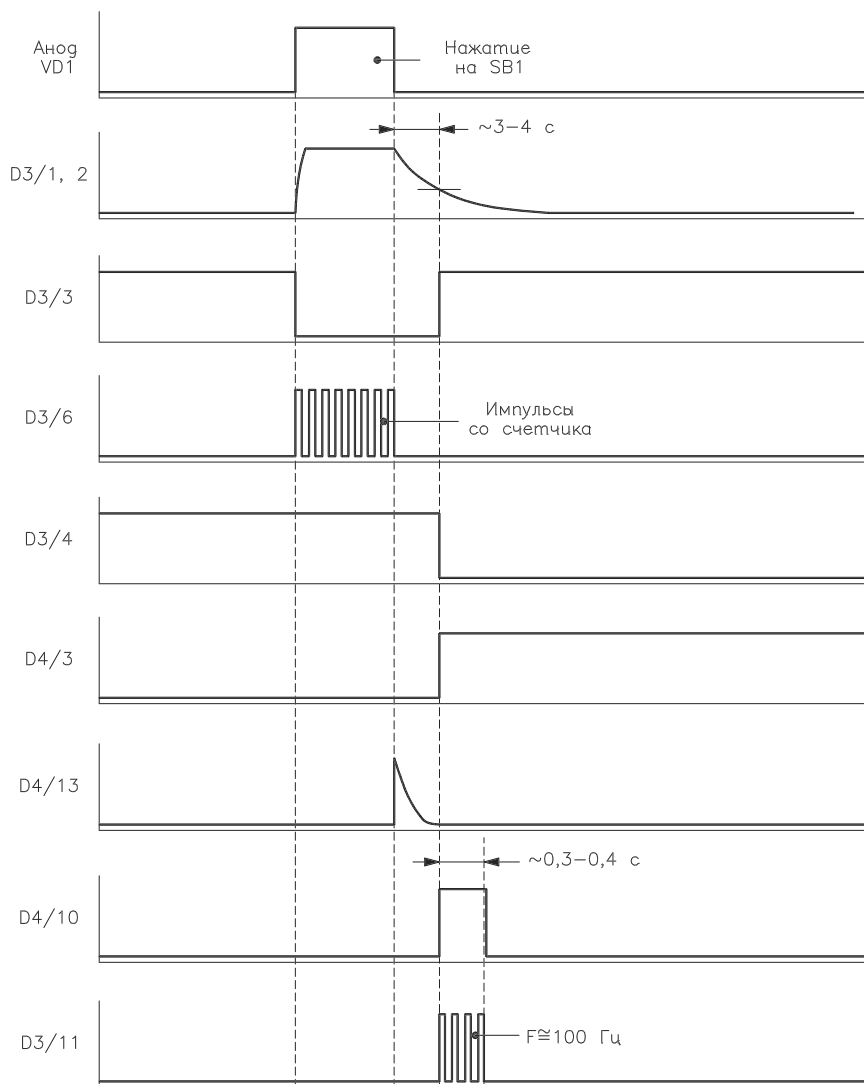


Рис. 4.133. Временные диаграммы работы устройства «русская рулетка»

Одновременно начинает работать мультивибратор, образованный вентилями D3C и D3D. Он формирует импульсы с периодом приблизительно 10 мс, что соответствует частоте 100 Гц. Частота определяется величинами сопротивления R9 и конденсатора C8.

Пачка импульсов поступает на составной транзистор, образованный транзисторами VT1 и VT2, для усиления тока, затем на первичную обмотку трансформатора T1. Во вторичной обмотке возникает

высокое переменное напряжение с амплитудой, достигающей нескольких сотен вольт. Величину напряжения можем изменять с помощью потенциометра R10.

Прикоснувшись в это время к выходным контактам трансформатора, пользователь почувствует электрический разряд, энергия которого ограничена длительностью пакета импульсов и мощностью трансформатора, следовательно, безопасна. Однако разряд будет чувствительным.

Монтаж устройства

Прежде чем приступить к изготовлению печатной платы (рис. 4.134 и 4.135), советуем подготовить нужные компоненты, чтобы при необходимости (например, для трансформатора и кнопки-выключателя) не пришлось изменять рисунок проводников.

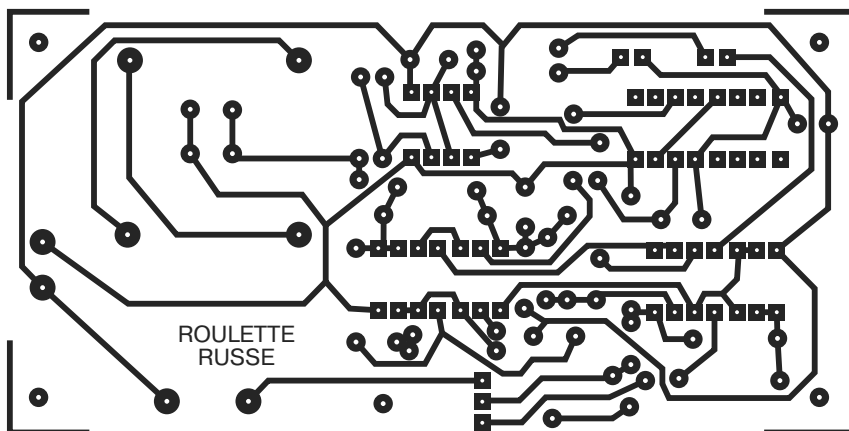


Рис. 4.134. Чертеж печатной платы «русской рулетки»

Следите за ориентацией выводов компонентов, имеющих полярность. Для испытаний рекомендуем поместить курсор регулируемого резистора в среднее положение. Если результат недостаточно чувствительный, можно немного повернуть курсор по часовой стрелке.

Общий вид устройства «русская рулетка» приведен на рис. 4.136, перечень его элементов указан в табл. 4.31.

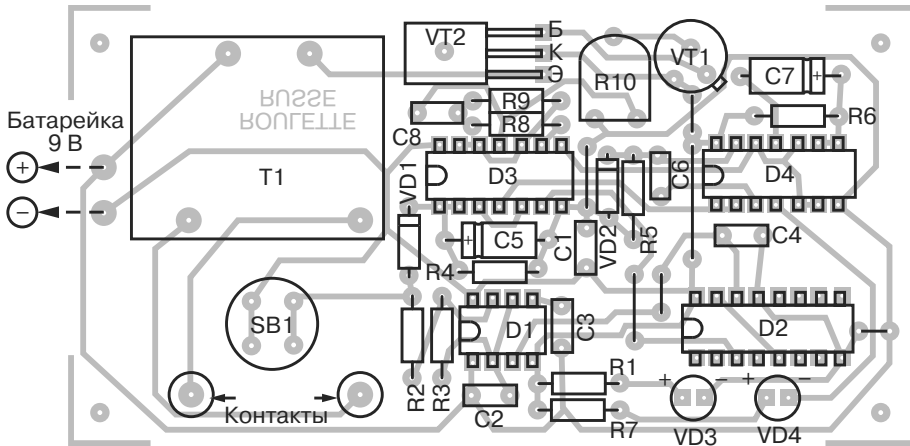


Рис. 4.135. Схема размещения компонентов устройства «русская рулетка»

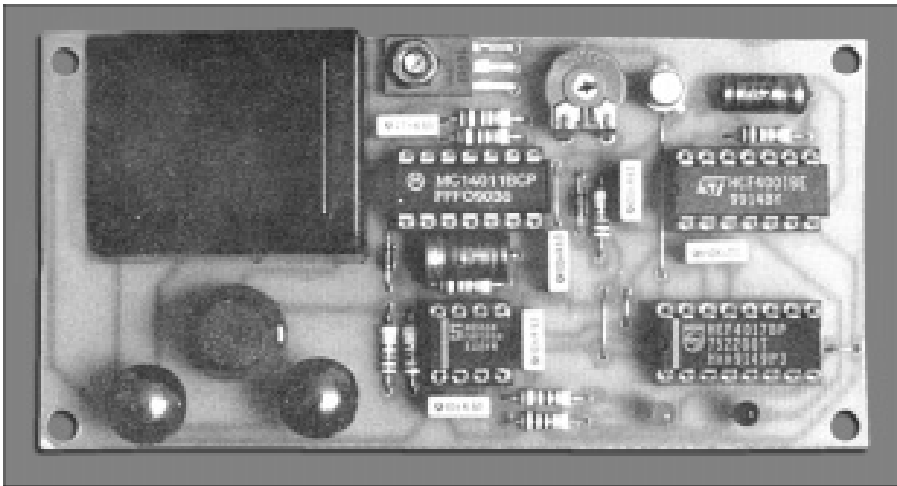


Рис. 4.136. Общий вид собранного устройства

Таблица 4.31. Перечень элементов устройства «русская рулетка»

Наименование	Обозначение	Наименование	Примечание
Резисторы	R1	680 Ом	±5%, 0,25 Вт
	R2, R3	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R4	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R5	10 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R6	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R7	1 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R8	1 МОм	±5%, 0,25 Вт
	R9	100 кОм	±5%, 0,25 Вт
	R10	4,7 кОм	Подстроечный, горизонтального расположения, шаг 5,08 мм
	Конденсаторы	C1	0,1 мкФ
C2, C3		10 нФ	Пленочный
C4		1 нФ	Пленочный
C5		47 мкФ	10В
C6		0,1 мкФ	Пленочный
C7		4,7 мкФ	10В
C8		47 нФ	Пленочный
Диоды	VD1, VD2	1N4148	1N914
	VD3		Светодиод зеленый Ø 3 мм
	VD4		Светодиод красный Ø 3 мм
Транзисторы	VT1	BC108	BC109, 2N2222
	VT2	BD135	BD137
Микросхемы	D1	NE555	Таймер
	D2	CD4017	Счетчик Джонсона – дешифратор
	D3	CD4011	
	D4	CD4001	
Прочее		Панелька для микросхемы на 8 контактов	
		2 панельки для микросхем на 14 контактов	
		Панелька для микросхемы на 16 контактов	
		Кнопка с нормально разомкнутыми контактами	
		Трансформатор 220 В/6 В/1,5 А	
		2 контактных лепестка	
		2 кнопки или обойных гвоздя	

1	Знакомство с элементной базой	11
2	Практические вопросы	35
3	Используемые активные компоненты	43
4	Описания устройств	57

5 ПРИЛОЖЕНИЕ

Отечественные и зарубежные аналоги компонентов	202
-----------------------------------------------------------	------------

Отечественные и зарубежные аналоги дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, применяемых в описываемых устройствах, приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Отечественные и зарубежные аналоги компонентов

Наименование	Тип прибора	Аналоги	
		отечественные (СНГ)	зарубежные
Диоды	1N4148	КД522	1N914
	1N4004	КД243Г	1N4007
Транзисторы	2N2222	КТ3117	BSW64, 2N4014
	BD135		BD137
	2N1711	КТ630Г	2N1613, BFY51, 2N2297
	2N3055	КТ819ГМ	BDY20, 2N3713
	BC108		BC109, 2N2222
	2N2905	КТ661	BFX30, 2N4030
	2N2907	КТ313	BSW24, 2N4026
Микросхемы	7808	К142ЕН8	
	7809	К142ЕН9	
	7810	К142ЕН10	
	CD4001	КР561ЛЕ5	MC14001
	CD4011	КР561ЛА7	
	CD4017	КР561ИЕ8	MC14017
	CD4027	КР561ТВ1	MC14027
	CD4028	КР561ИД1	
	CD4081	КР561ЛИ2	
	CD4511	КР1564ИД23	MC14511
	LM358	КР1040УД1, КР1053УД2, КР544УД8	AN1358, BA728, LA6358, LM2904D, NJM2904D, TA7538P
	NE555	КР1006ВИ1, 1087ВИ2	
	TDA2030	К174УН19	
μA741	КР140УД7, КР140УД19		

Бернар Фигьера, Робер Кноэрт

Введение в электронику

Главный редактор *Захаров И. М.*
Перевод *Марченко В. А.*
Научный редактор *Корзинкин В. С.*
Выпускающий редактор *Левицкая Т. В.*
Технический редактор *Прока С. В.*
Верстка *Грабовский С. В.*
Графика *Бахарев А. А.*
Дизайн обложки *Панкусова Е. Н.*

Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 13. Тираж 3000 экз.

Зак. №