

С. Р. Баширов, А. С. Баширов

Бытовая электроника

Занимательные устройства
своими руками



Более 30 реально
работающих
схем



РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
Профессиональный подход для всех

С. Р. Баширов, А. С. Баширов

Бытовая электроника

Занимательные устройства
своими руками

«Эксмо» Москва 2008

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.396
ББК 32
Б 33

Оформление серии Ю. В. Щербакова

Серия основана в 2007 году

Баширов С. Р.

Б 33 Бытовая электроника. Занимательные устройства своими руками / С. Р. Баширов, А. С. Баширов. — М. : Эксмо, 2008. — 176 с. — (Радиоэлектроника).

ISBN 978-5-699-23966-5

В книге представлены различные конструкции, которые, как надеются авторы, будут интересны не только опытным, но и начинающим радиолюбителям. Для удобства при повторении конструкций приведены рисунки печатных плат, даны тексты программ и «прошивки» контроллеров и применяемых ПЗУ. Вся необходимая дополнительная информация приведена на прилагаемом к книге диске.

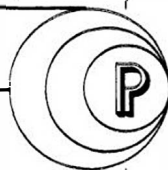
Данная книга предназначена для специалистов, а также для подготовленных и начинающих радиолюбителей.

**УДК 621.396
ББК 32**

ISBN 978-5-699-23966-5

© ООО «Издательство «Эксмо», 2008

Оглавление



Предисловие

стр. 5

Глава 1. Регуляторы мощности

стр. 6

1.1. Простой регулятор мощности

стр. 6

1.2. Регулятор мощности на микросхеме КР1182ПМ1

стр. 7

1.3. Сенсорный регулятор освещения

стр. 10

1.4. Цифровой регулятор мощности с дистанционным управлением

стр. 12

1.5. Акустический выключатель освещения

стр. 18

Глава 2. Электронные кодовые замки

стр. 23

2.1. Простой электронный кодовый замок

стр. 23

2.2. Электронный кнопочный кодовый замок

стр. 29

2.3. Кодовый замок с ИК-ключом

стр. 34

2.4. Кодовый замок с ключом iBUTTON

стр. 43

Глава 3. Электронные часы-будильник

стр. 54

Глава 4. Электронные музыкальные звонки на УМС-7

стр. 59

4.1. Миниатюрный звонок на УМС-7(8)

стр. 59

4.2. Квартирный звонок на УМС-7(8) с питанием от сети

стр. 60

Глава 5. Программируемый музыкальный автомат

стр. 64

Глава 6. Программируемые «говорящие» автоматы (синтезаторы речи)

стр. 70

6.1. 8-битный программируемый «говорящий» автомат

стр. 70

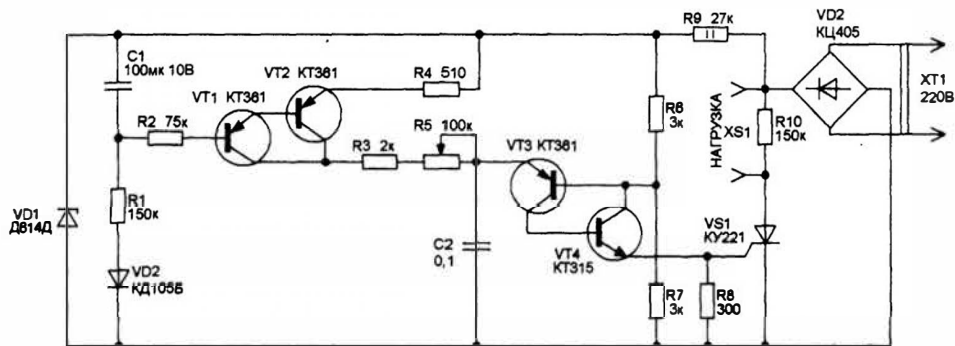
стр. 72	6.2. 4-битный программируемый «говорящий» автомат
стр. 75	6.3. 8-битный программируемый «говорящий» автомат с несколькими банками памяти
стр. 80	Глава 7. Миниатюрный блок питания
стр. 83	Глава 8. Блок питания для переносной аппаратуры
стр. 87	Глава 9. Схемы на сверхъярких светодиодах
стр. 87	9.1. Светодиодный электронный фонарь
стр. 90	9.2. Миниатюрный электронный фонарь
стр. 92	9.3. Светодиодные светильники
стр. 96	Глава 10. Переносной УКВ-приемник
стр. 99	Глава 11. Радиомикрофоны
стр. 99	11.1. Простой радиомикрофон на транзисторах
стр. 100	11.2. Радиомикрофон на микросхеме MC2833
стр. 105	Глава 12. Беспроводные стереотелефоны
стр. 116	Глава 13. «Интеллектуальное» зарядное устройство
стр. 131	Глава 14. Миниатюрная система видеонаблюдения
стр. 135	Глава 15. Микроконтроллерная система ДУ
стр. 155	Глава 16. Мультиметр с автоматическим выбором пределов измерения
стр. 165	Глава 17. Программаторы
стр. 165	17.1. Программатор AVR
стр. 169	17.2. Программатор PIC
стр. 174	Заключение

Предисловие

С

овременный дом трудно представить без электронных бытовых устройств. Бытовая электроника не только облегчает выполнение рутинной работы по дому, но и дает простор для творчества радиолюбителям. Появление новых электронных компонентов (прежде всего микроконтроллеров) позволяет радиолюбителям легко решать такие задачи, которые раньше были по плечу только профессиональным разработчикам.

В книге приведено несколько конструкций, которые, как надеются авторы, будут интересны не только опытным, но и начинающим радиолюбителям. Для удобства при повторении конструкций приведены рисунки печатных плат, даны тексты программ и «прошивки» контроллеров и применяемых ПЗУ. Вся необходимая дополнительная информация приведена на прилагаемом к книге диске.



тивления резистора R5 меняется скважность управляющих импульсов на тиристоре VS1 и, соответственно, отдаваемая в нагрузку мощность.

Достоинства данной схемы: простота, отсутствие дефицитных и дорогих комплектующих, достаточно высокая надежность и нечувствительность к параметрам сети.

Недостатки: повышенный уровень помех.

Печатная плата регулятора (со стороны печатных проводников) приведена на рис. 1.2, расположение элементов на плате — на рис. 1.3.

1.2. Регулятор мощности на микросхеме КР1182ПМ1

Интегральные регуляторы мощности имеют неоспоримые преимущества перед регуляторами на дискретных элементах. Прежде всего это касается простоты применения и удобства в использовании. Наибольшее распространение получил интегральный регулятор мощности КР1182ПМ1.

Рис. 1.2

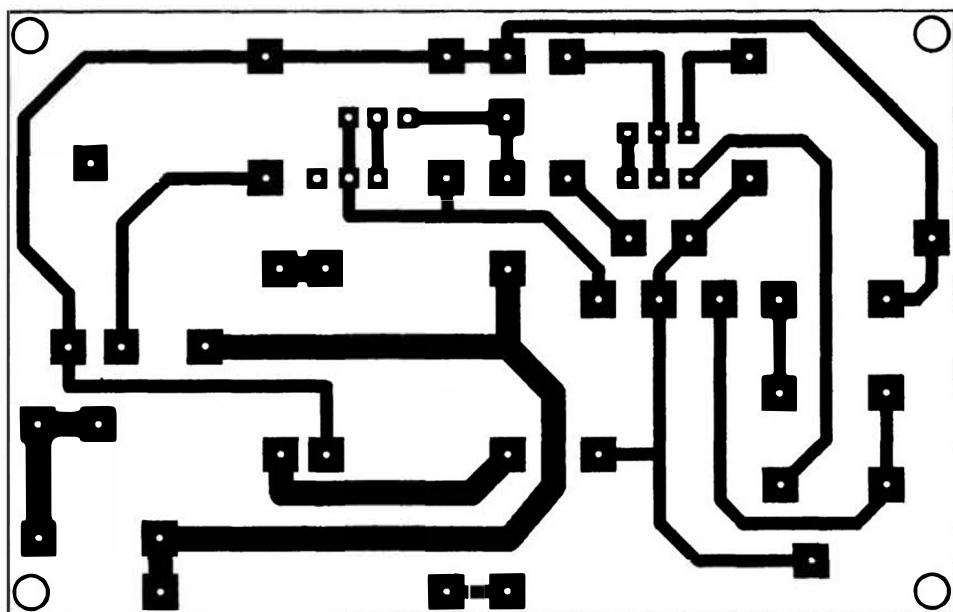
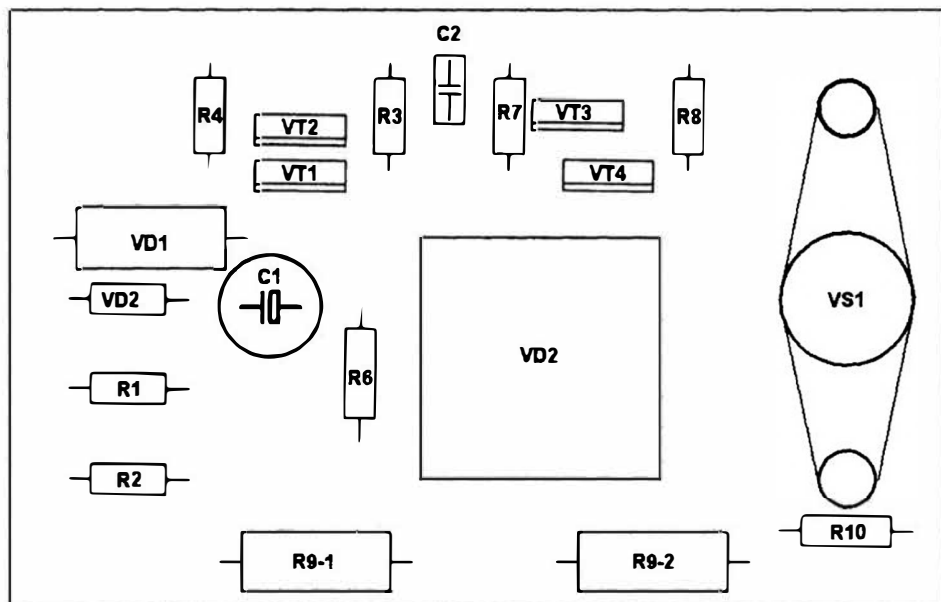


Рис. 1.3



Основные электрические параметры микросхемы

Напряжение питания (амплитудное значение)	400 В
Рабочее напряжение	80–276 В
Ток нагрузки	до 1,2 А
Мощность нагрузки	до 150 Вт
Частота сети	40–70 Гц
Напряжение насыщения открытого тиристора	< 2 В
Ток потребления	< 2 мА
Рассеиваемая мощность	1–4 Вт
Диапазон рабочих температур	–40...+70°C

Основное назначение микросхемы — плавное включение и выключение электрических ламп накаливания, регулировка яркости. Удобно также применять ее для регулировки мощности паяльника.

Микросхема может применяться для регулировки скорости вращения электродвигателей мощностью до 150 Вт (швейные машинки, вентиляторы и т.д.).

Типовая схема включения микросхемы приведена на рис. 1.4.

На рис. 1.5 приведена схема включения, позволяющая увеличить регулируемую мощность до 1 кВт. Если применить более мощный тиристор, то регулируемая мощность будет ограничена только применяемым тиристором.

На рис. 1.6 приведена схема для плавного включения и выключения лампы накаливания. Такое включение лампы существенно (в 10 и более раз!) продлевает срок службы лампы.

Рис. 1.4

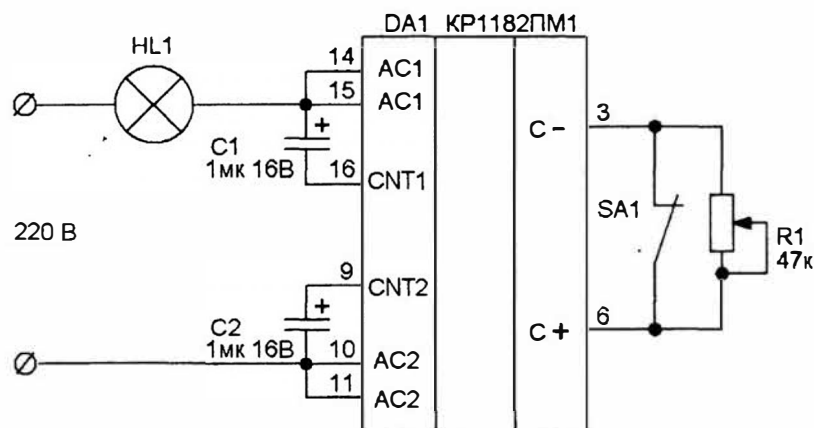


Рис. 1.5

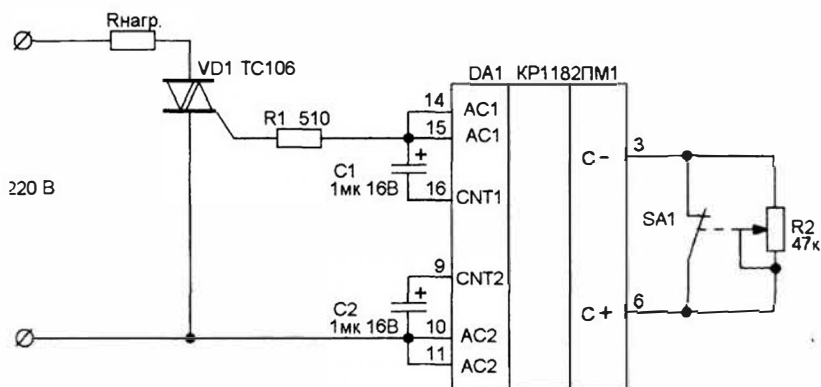
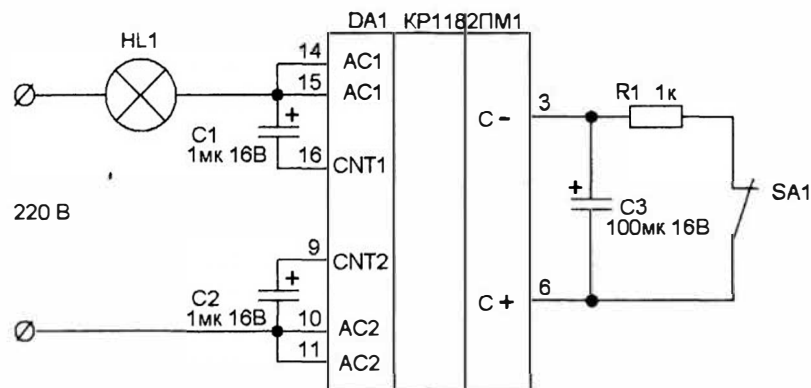


Рис. 1.6



Включив в цепь управления регулятора (выводы 3 и 6) фототранзистор, можно создать простейший регулятор освещения. Лампа не горит, когда фототранзистор освещен, и зажигается, когда свет не попадает на фототранзистор. Схема регулятора с фототранзистором приведена на рис. 1.7.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 1.8.

Рис. 1.7

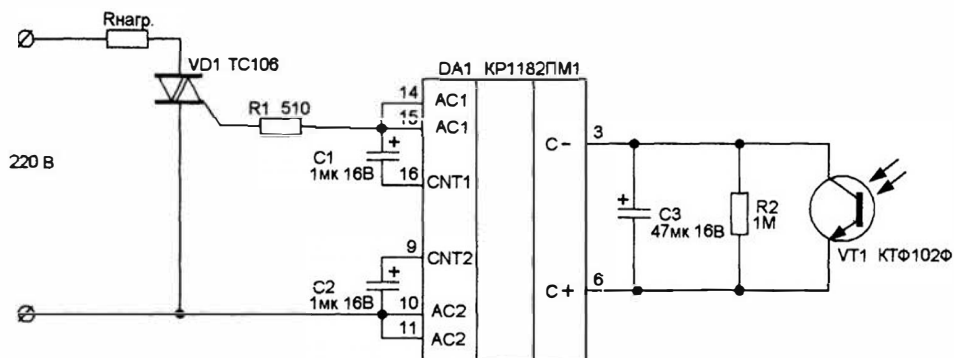
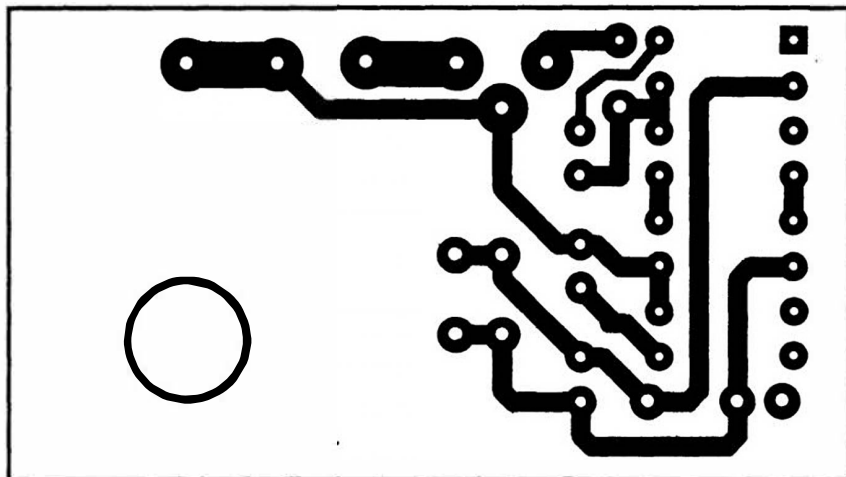


Рис. 1.8



1.3. Сенсорный регулятор освещения

На базе микросхемы КР1182ПМ1, добавив всего две логические микросхемы, можно построить простой сенсорный регулятор освещения.

11



Принципиальная схема регулятора приведена на рис. 1.9. На элементах DD1.1, DD1.2, R5, C3 построен тактовый генератор. Счетчик DD2, резисторы R11–R14 и конденсатор C8 образуют электронный регулятор уровня, а на элементах DD1.3, DD1.4, R3–R10, C2, C4–C6, VD1, VD2 выполнены элементы управления регулятором. На элементах R16, VD3, VD4, C7 построен простейший бестрансформаторный блок питания.

Рассмотрим работу регулятора более подробно.

При подаче напряжения происходит установка счетчика в исходное состояние и заряжается конденсатор C4. На входах элемента DD1.3 появляется уровень логической единицы и, соответственно, на выводе 1 счетчика (установка) — также уровень логической единицы. Происходит запись кода в счетчик (при первоначальном включении — 0000). При касании сенсорного вывода «УПР +» на выводе 10 счетчика (направление счета) появляется высокий уровень, а на выводе 10 (установка) — низкий. Тактовые импульсы, поступающие с тактового генератора на вывод 15 (счетный) DD2, изменяют (увеличивают код) состояние выводов счетчика и, соответственно, уровень сигнала на управляющих входах DA1. Резисторы R11–R14 и конденсатор C8 образуют простейший 4-разрядный цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). При отсутствии касания сенсора на выводе 1 счетчика появляется уровень логической единицы. Происходит запись последнего (перед отпуском сенсора) кода с выходов счетчика. Таким образом фиксируется желаемый уровень яркости светильника.

При касании сенсорного вывода «УПР –» все повторяется с той лишь разницей, что на выводе 10 счетчика (направление счета) устанавливается уровень логического нуля и, соответственно, код уменьшается вплоть до полного погасания лампы.

Рисунок печатной платы сенсорного регулятора освещения приведен на рис. 1.10, а расположение элементов на печатной плате — на рис. 1.11.

ВНИМАНИЕ! СХЕМА ИМЕЕТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВА НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ!

1.4. Цифровой регулятор мощности с дистанционным управлением

Появление недорогих микроконтроллеров позволяет встраивать их практически в любые домашние устройства. Эксплуатационные удобства регулятора мощности на КР1182ПМ1 можно значительно повысить, если снабдить его цифровым регулятором на микроконтроллере с дистанционным управлением.

Рис. 1.10

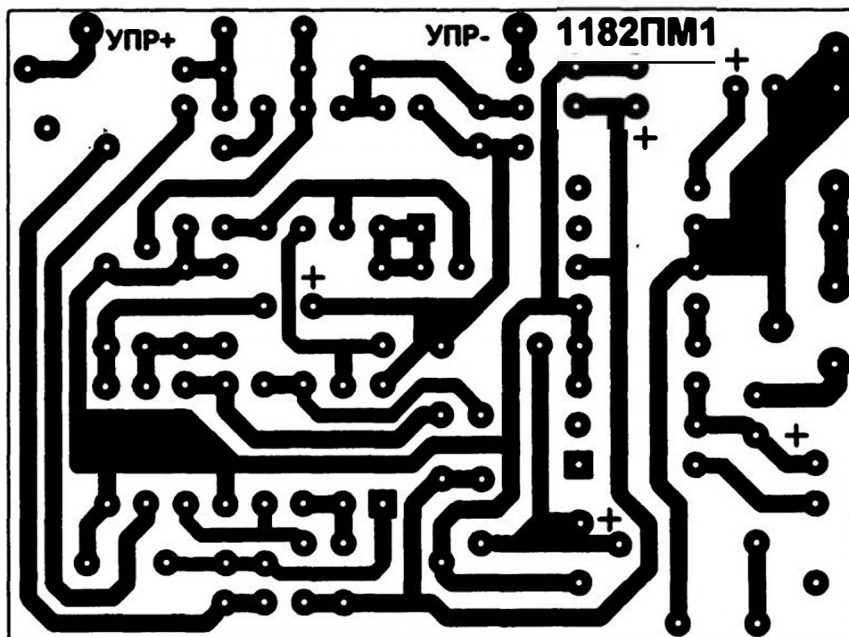
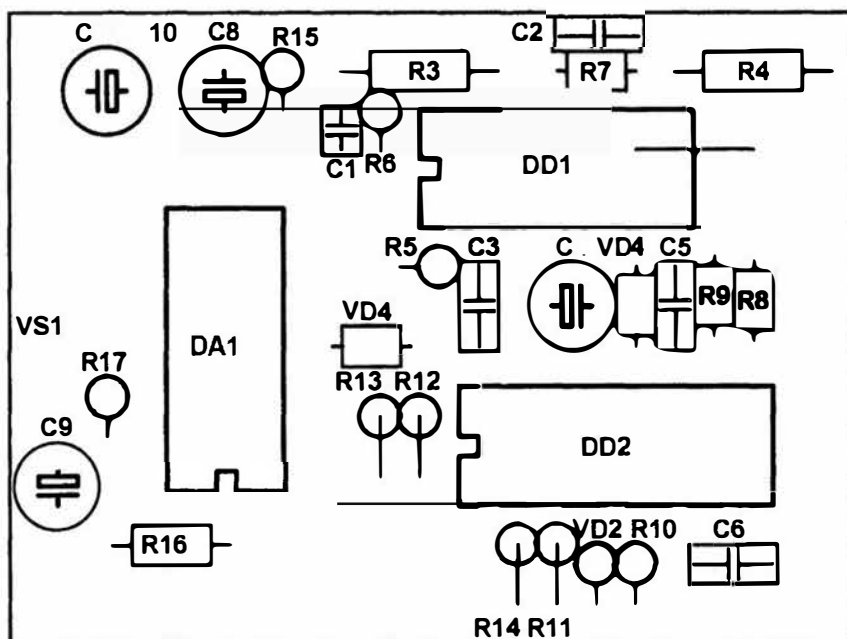


Рис. 1.11



Вариант схемы такого регулятора приведен на рис. 1.12. В качестве управляющего контроллера выбран популярный недорогой микроконтроллер фирмы ATMEL ATTiny2313. Рассмотрим схему цифрового регулятора более подробно.

К портам PD3 и PD5 контроллера подключены кнопки SB1 и SB2, с помощью которых осуществляется ручная регулировка мощности. К портам PB0, PB1, PB2 подключены адресные входы мультиплексора. Мультиплексор DD4 вместе с резисторами R3–R9 образует «цифровой потенциометр». При изменении кода на адресных входах к выходу мультиплексора поочередно подключаются резисторы R3–R9, соответственно изменяя сопротивление между выводами 3 и 6 интегрального регулятора DA1.

Порт PD5 используется для подключения внешнего фотоприемника ИК-сигналов дистанционного управления. Фотоприемник DA2 — типа K1056УП1 в стандартном включении. Можно применить и зарубежный аналог TBA2800 без изменения рисунка печатной платы.

В качестве протокола для дистанционного управления выбран протокол RC5. Выбор данного протокола обусловлен следующими соображениями. Во-первых, это один из самых распространенных протоколов не только в мире, но и в нашей стране. Во-вторых, данный протокол поддерживается разработчиками фирмы ATMEL и для его реализации можно использовать готовые библиотеки. Для дистанционного управления регулятором можно использовать любой пульт ДУ, поддерживающий протокол RC5. В частности, можно использовать пульты для телевизоров PHILIPS, LG и других. Из отечественных — любой, использующий данный протокол. Используются кнопки, регулирующие уровень громкости: нажатие на кнопку увеличения громкости приводит к увеличению мощности (яркости), нажатие на кнопку уменьшения громкости приводит к снижению мощности вплоть до полного выключения.

Рисунок печатной платы сенсорного регулятора освещения приведен на рис. 1.13, а расположение элементов на печатной плате — на рис. 1.14.

Исходный текст программы с комментариями для управления контроллером приведен в таблице 1.1, HEX — файл для записи в контроллер — в таблице 1.2.

На рис. 1.15 приведена еще одна схема цифрового регулятора мощности. В качестве управляющего контроллера применен контроллер ATTiny12. Эту схему можно применять, когда используется только дистанционное управление.

Поскольку управляющая схема потребляет сравнительно небольшой ток, для питания схемы вполне можно использовать бестрансформаторный блок питания.

ВНИМАНИЕ! СХЕМЫ ИМЕЮТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВ НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.

Таблица 1.1

```
.include «tn2313def.inc»
.ORG 000
.def tmp =r16
.def code =r17
.def comm =r18
```

;В регистре code хранится код уровня яркости
;В регистре comm хранится код операции

Рис. 1.13

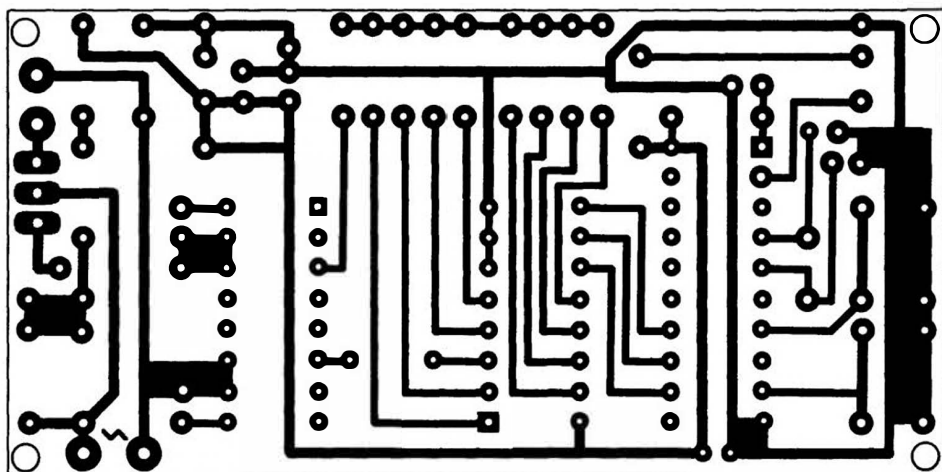


Рис. 1.14

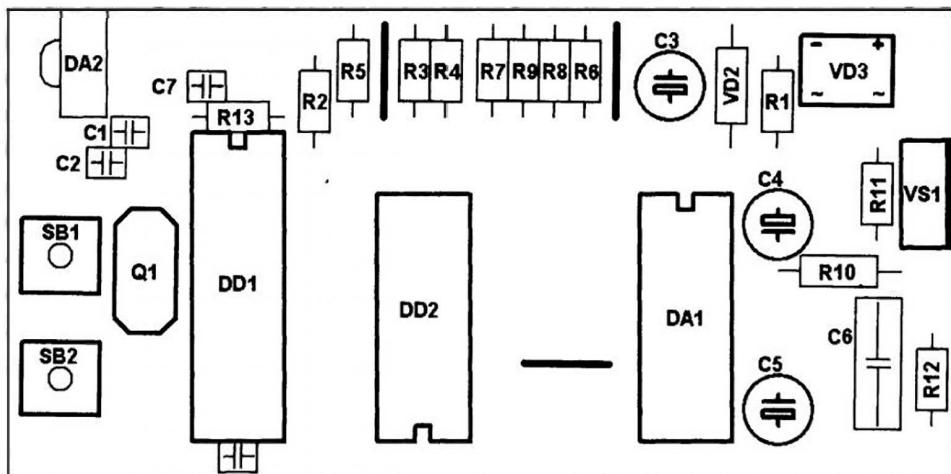
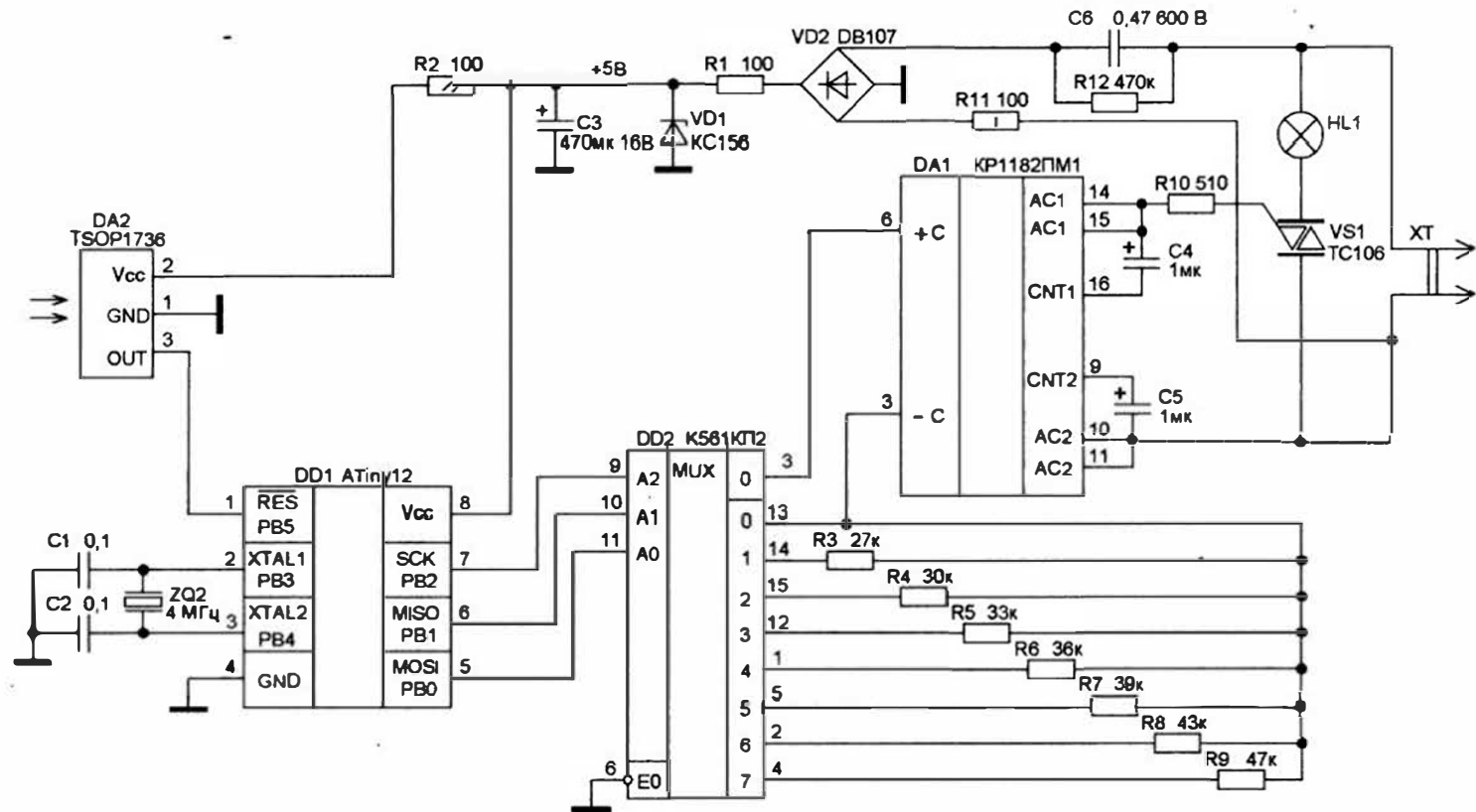


Рис. 1.15




```

        rjmp reset
reset:
;=====
        ldi tmp,0b11111111          ;Инициализация порта B
        out DDRB,tmp                ;На выход
        ldi tmp,0
        out PORTB,tmp
;=====
        ldi tmp,0                    ;Инициализация порта D
        out DDRD,tmp                ;4,5 выводы на вход
        ldi tmp,0b00110000
        out portD,tmp
;=====
scan:
;===== ;В зависимости от нажатой кнопки переходим к
;соответствующей подпрограмме
        sbis portb,3
        rjmp incr                    ;+
        sbis portb,4
        rjmp decr                    ;-
incr:
        cpi code,255
        breq scan
        inc code
        out portb,code
        rjmp scan
decr:
        cpi code,0
        breq scan
        dec code
        out portb,code
        rjmp scan
;=====
.EXIT

```

Таблица 1.2

```

:020000020000FC
:1000000000C00FEF07BB00E008BB00E001BB00E34E
:1000100002BBC39B03C0C49B06C0FBCF1F3FC9F3F9
:10002000139518BBF6CF1030A1F31A9518BBF1CF7A
:000000001FF

```

1.5. Акустический выключатель освещения

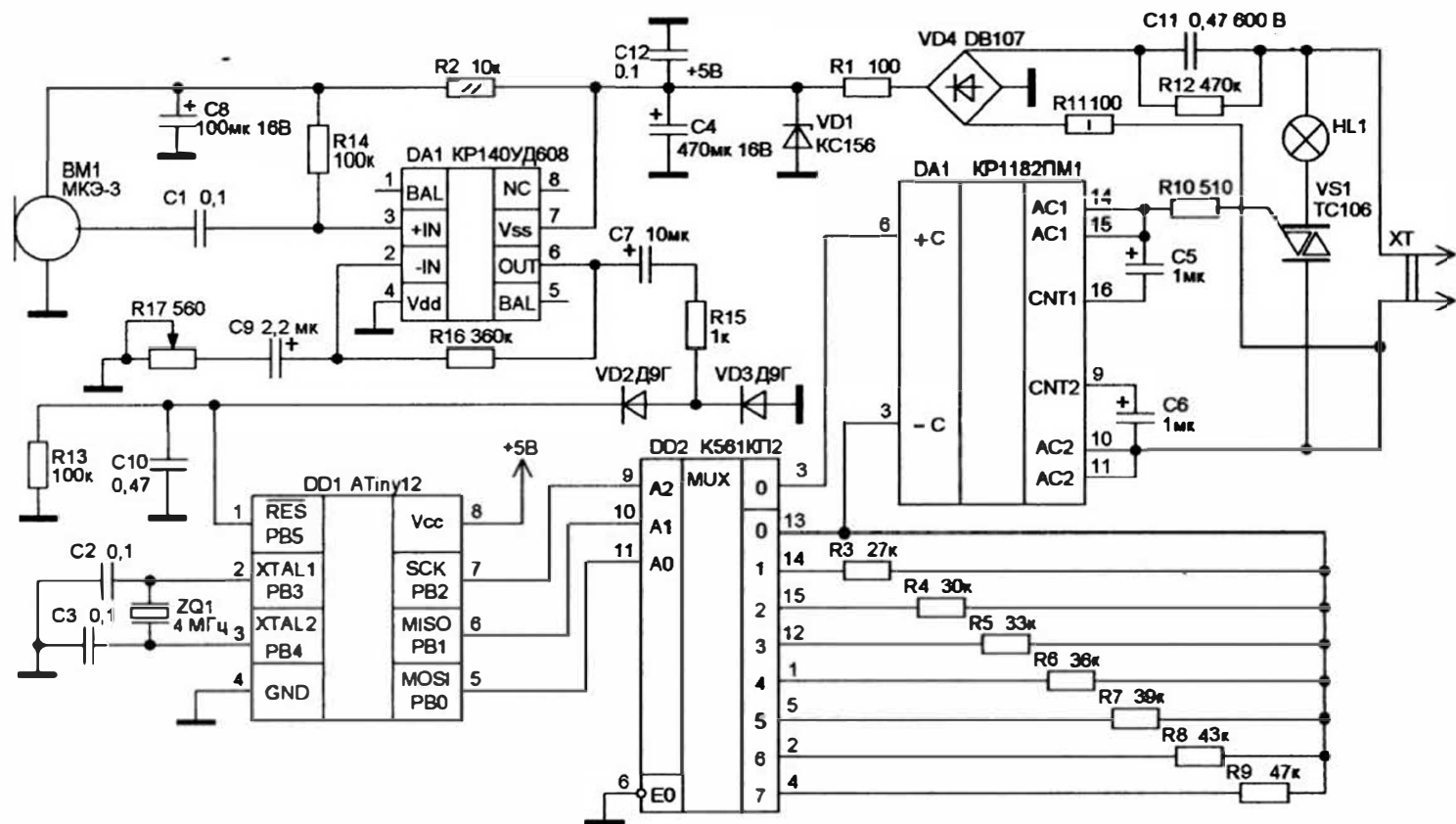
В этом разделе описывается выключатель, реагирующий на резкий звук (хлопок или щелчок). Необходимость в подобном выключателе возникает в тех случаях, когда обычный выключатель труднодоступен или доступ к нему ограничен.

Основу схемы составляет описанный выше цифровой регулятор мощности. В части регулирования мощности его работа ничем не отличается от работы цифрового регулятора мощности.

На рисунке 1.16 изображена принципиальная схема акустического выключателя освещения. На рис. 1.17 приведен рисунок печатной платы, на рис. 1.18 — расположение элементов на плате.

Рассмотрим работу звукового датчика более подробно.

Рис. 1.16



Сигнал с выхода микрофона через разделительный конденсатор С1 поступает на вход операционного усилителя. Далее усиленный и ограниченный по амплитуде сигнал поступает на вход микроконтроллера (порт PB5). Конденсатор С10 заряжается, и на входе порта PB5 некоторое время поддерживается уровень логической единицы. Порт PB5 периодически опрашивается программой. При наличии на входе порта PB5 высокого уровня (логическая единица) код на портах PB0—PB2 начинает либо уменьшаться, либо увеличиваться (в зависимости от первоначального состояния). Процесс изменения кода продолжается

Рис. 1.17

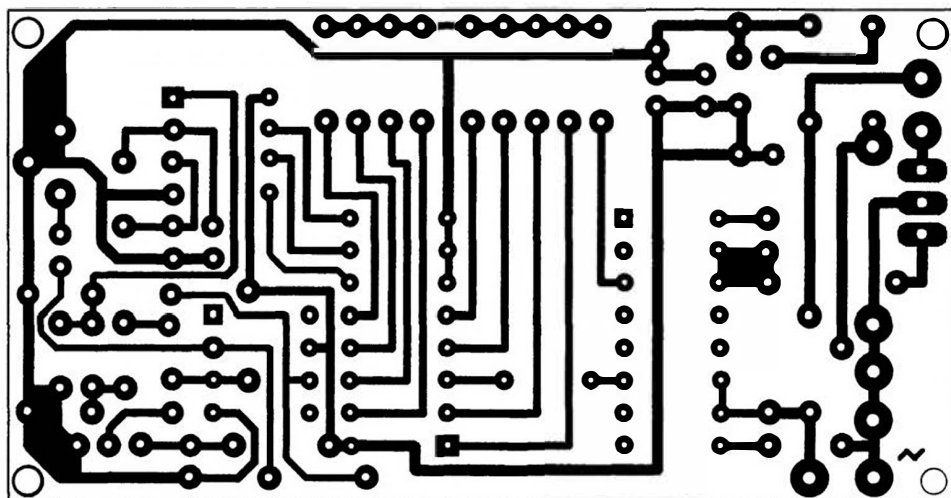
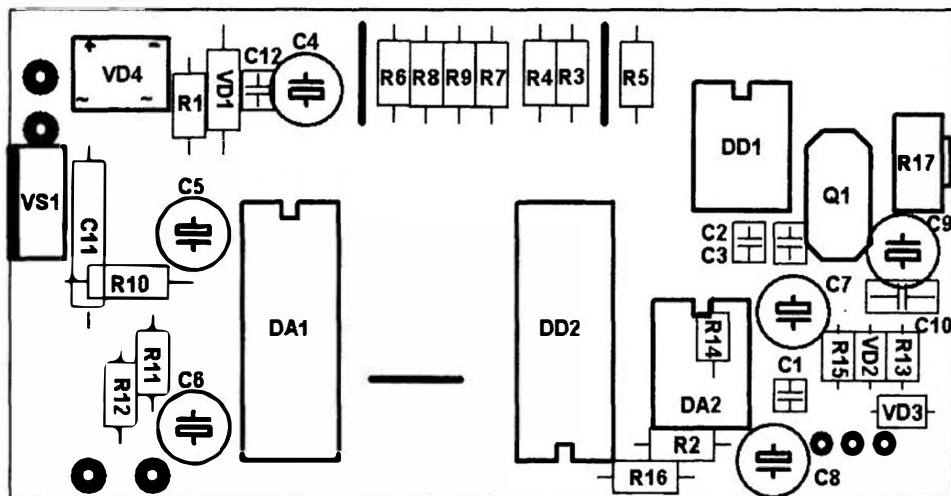


Рис. 1.18



в течение 3—5 секунд. Во время изменения состояния портов PB0-PB1 порт PB5 не опрашивается, поэтому выключатель в это время на звуковые сигналы не реагирует. Чувствительность датчика можно регулировать потенциометром R17.

Исходный текст программы с комментариями приведен в таблице 1.3. Код для прошивки микроконтроллера приведен в таблице 1.4.

ВНИМАНИЕ! СХЕМА ИМЕЕТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВА НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.

Таблица 1.3

```
.include "tn12def.inc"
.ORG 000
.def tmp =r16
.def code =r17
    rjmp reset
reset:
;=====
    ldi tmp,0b11111111
    out DDRB,tmp
    ldi tmp,0b00000000
    out PORTB,tmp
;=====
    ldi tmp,0b00000000
    ldi code,0b00000000
;=====
scan:
    cbi portb,5
;=====
    sbic portb,5
    rjmp sel
    rjmp scan
sel:
    cpi tmp,0b00000000
    breq incr
    rjmp decr
incr:
    cpi code,0b00000011
    breq imax
    inc code
    out portb,code
    rcall delay
    rjmp incr
imax:
    ldi tmp,0b00000001
    rjmp scan
decr:
    cpi code,0b00000000
    breq off
    dec code
    out portb,code
    rcall delay
    rjmp decr
```

;В регистре code хранится код уровня яркости

;Инициализация порта B

;На выход

;Проверяем вывод на наличие сигнала

;выбираем, увеличивать или уменьшать яркость

;Увеличиваем регистр code на 1 и передаем в порт B

;Уменьшаем регистр code на 1 и передаем в порт B

```

off:
    ldi tmp,0b00000001
    rjmp scan
;===== паузы
del:
    ldi r18,50
l4: dec r18
    brne l4
    ret
delay:
    ldi r17,50
l: ldi r18,255
l1: dec r18
    brne l1
    dec r17
    brne l
    ret
.EXIT

```

Таблица 1.4

```

:0200000020000FC
:1000000000C00FEF07BB00E008BB00E010E0C598A0
:10001000C59901C0FCCF003009F008C0173021F0AD
:10002000139518BB0FD0FACF01E0F1CF103021F0BB
:100030001A9518BB07D0FACF01E0E9CF22E32A9541
:10004000F1F7089512E32FEF2A95F1F71A95D9F7F2
:02005000089511
:000000001FF

```

Глава 2

Электронные кодовые замки

Проблема охраны жилища — одна из главных в повседневной жизни. Применение электронных устройств помогает решить и эту нелегкую проблему. Пожалуй, важнейшая составляющая обеспечения надежности жилища — замки на входных и внутренних дверях квартиры. Уже давно известно, что любой механический замок профессиональный взломщик откроет за считанные минуты. Открыть электронный замок куда сложнее, особенно если применить в замке некоторые «хитрости».

2.1. Простой электронный кодовый замок

Простой электронный кодовый замок можно собрать всего на пяти микросхемах: одной цифровой и четырех аналоговых. Простота замка делает его повторение доступным даже начинающими радиолюбителями. Кроме того, замок не требует регулировки, надежен в работе и в режиме ожидания практически не потребляет электроэнергии, что важно при длительной работе в режиме нерегулярного использования. Кроме того, в схеме замка предусмотрена возможность подключения резервного источника электроэнергии (аккумулятора), что бывает необходимым при сбоях в системе электропитания или нестабильного электроснабжения.

Принцип работы замка следующий. При совпадении кода, определяемого переключками на плате фотоприемников, сигналы с фотодиодов поступают на входы фотоприемников DA1—DA4. Выходы фотоприемников объединены схемой «логическое И» (элемент DD1.1). С вывода 1 элемента DD1.2 (инвертора) сигнал поступает на базу транзистора VT1, в коллектор которого включена обмотка реле исполнительного устройства. Резистор R7 определяет ток в обмотке реле.

Конструктивно замок представляет собой две параллельно расположенные платы: плату фотодиодов и плату фотоприемников с исполнительным устройством. Между платами оставляется зазор, необходимый для вставки ключа. Исполнительное устройство (в данном случае — реле) срабатывает при помещении ключа между этими платами. В торце замка помещен концевой выключатель, поэтому пита-

ние на всю схему подается только при полностью вставленном в замок ключе.

Ключ замка представляет собой пластину из любого подходящего непрозрачного материала (текстолита, гетинакса, стали и т.п.), не пропускающего ИК-излучение. В ключе отверстия просверливаются таким образом, чтобы при помещении ключа в замок отверстия в ключе находились напротив тех фотодиодов, которые подключены к ИК-приемникам (код замка определяется установкой соответствующих перемычек на плате фотоприемников).

Выход одного из фотоприемников — инверсный. Это сделано из следующих соображений: во-первых, чтобы замок не открывался при сплошной ИК-засветке всех фотодиодов, во-вторых, это дополнительный способ шифрования замка.

Резистор R1 определяет суммарный ток, потребляемый ИК-диодами. При использовании диодов другого типа номинал резистора следует изменить соответственно суммарному потреблению применяемых диодов.

Дополнительным способом шифрования замка является и способ его изготовления.

Рекомендуется начать изготовление замка с кондуктора — устройства, с помощью которого впоследствии будут изготовлены плата фотодиодов, плата фотоприемников и ключ. Дополнительным фактором, повышающим степень секретности замка, является произвольное расположение отверстий для фото- и ИК-диодов, а также ключа. Отверстия могут быть расположены на одинаковом расстоянии по длине ключа, но на разном (произвольном) по высоте. В этом случае изготовить ключ, не имея кондуктора или самого ключа, будет весьма затруднительно.

Принципиальная схема замка представлена на рис. 2.1. Рисунок печатной платы приведен на рис. 2.2, а схема расположения элементов — на рис. 2.3. Рисунок платы фотодиодов изображен на рис. 2.4, расположение элементов — на рис. 2.5.

Один из возможных вариантов конфигурации ключа приведен на рис. 2.6.

Резисторы, применяемые в устройстве, — любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, типа МЛТ или С2-29, неполярные конденсаторы — типа КД, КМ, К10-17 и т.п. Электролитические конденсаторы — типа К50-29, К50-35 или аналогичные. Реле — с одной группой контактов на переключение, напряжение переключения обмотки — 12–14 В. Можно применить и любое другое, подходящее по характеристикам. В этом случае необходимо изменить рисунок печатной платы. Для нормальной работы замка необходим источник переменного напряжения 14–16 В, ток — не менее 800–100 мА.

Рис. 2.1

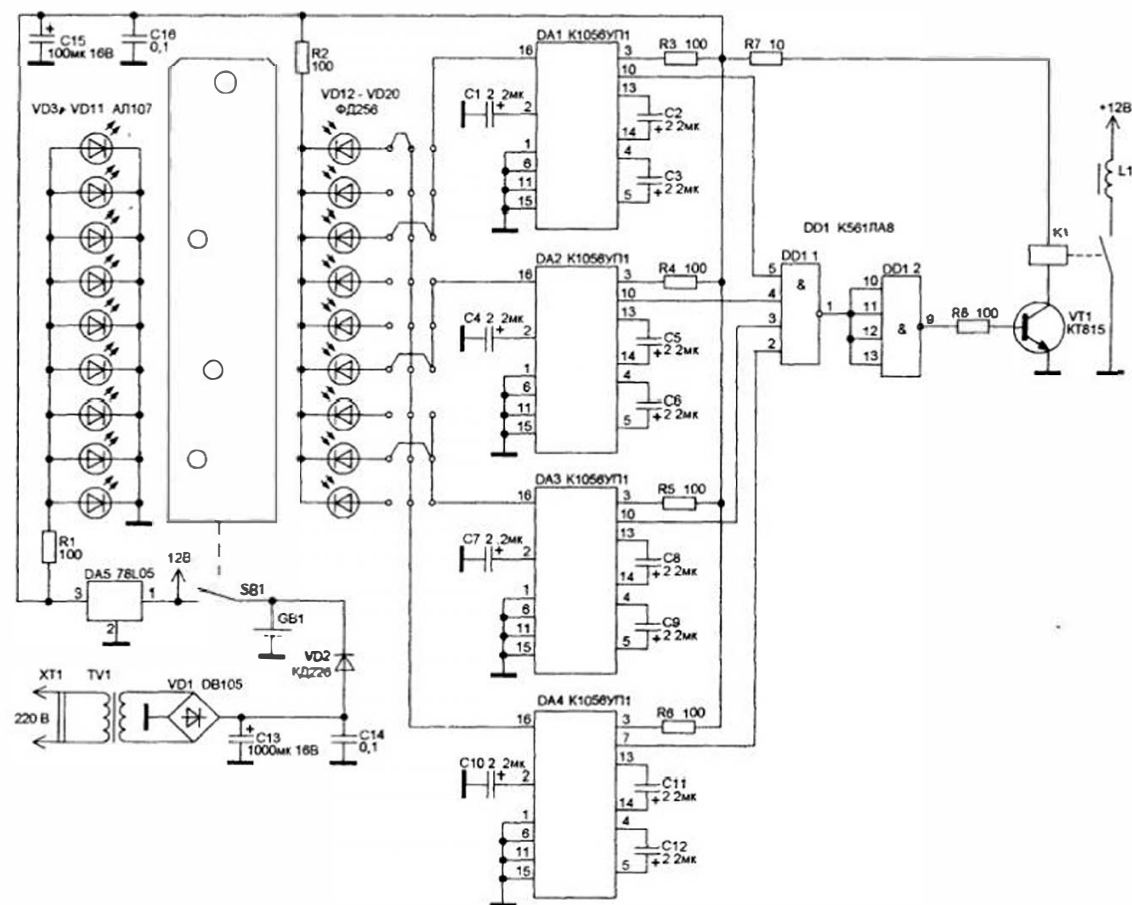


Рис. 2.2

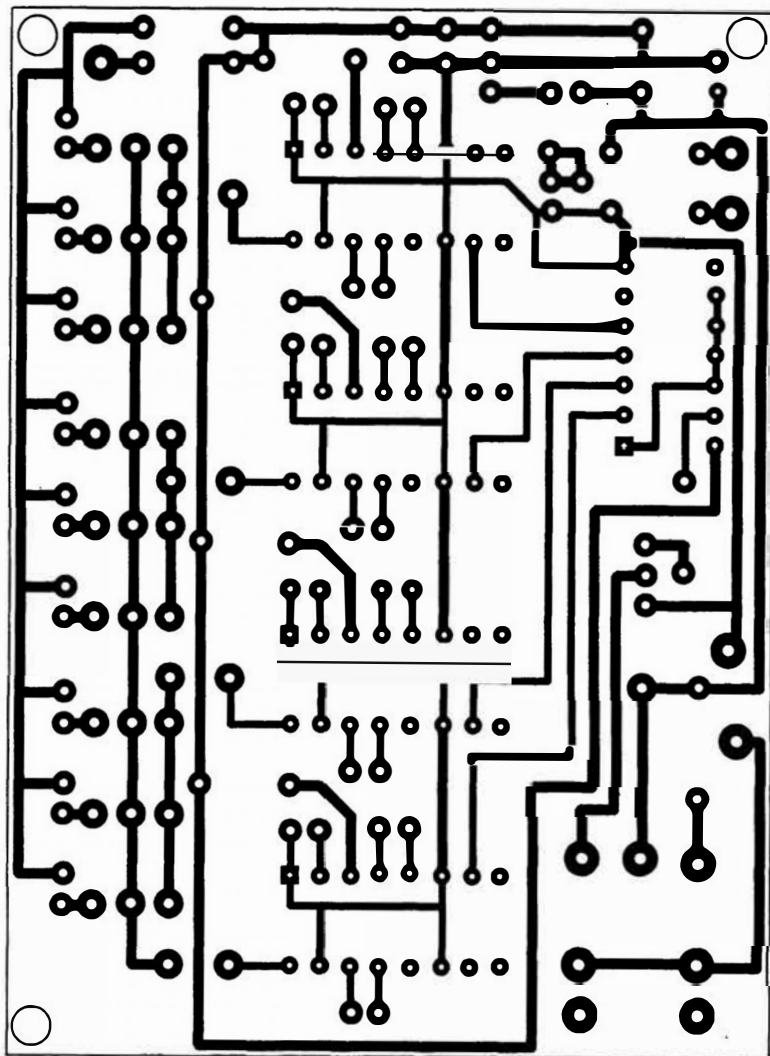


Рис. 2.3

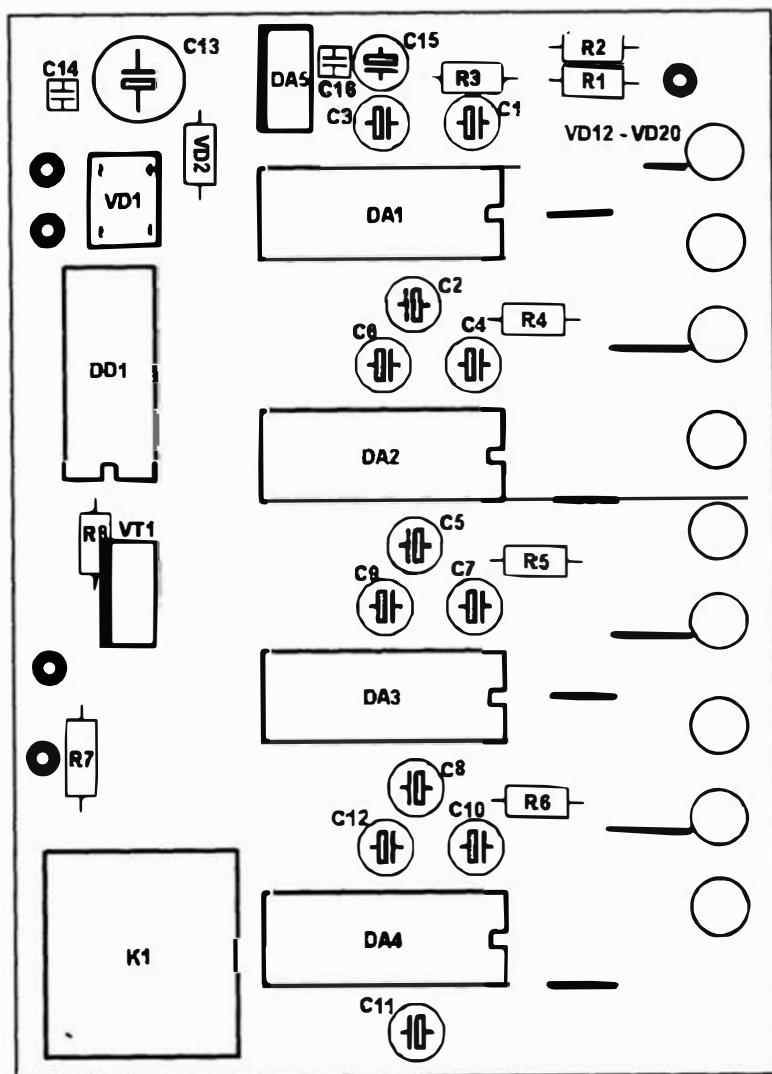


Рис. 2.4

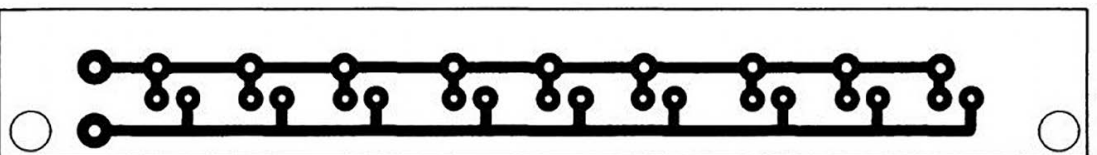


Рис. 4.3

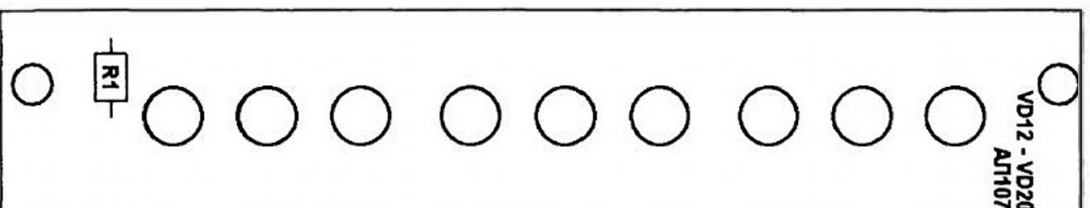
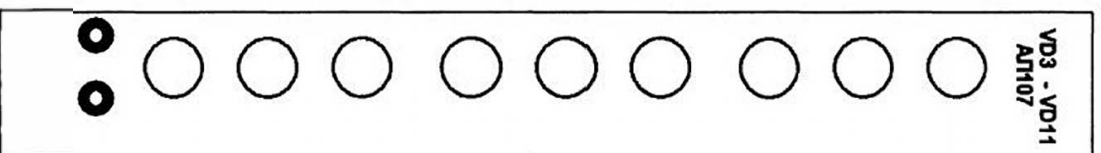
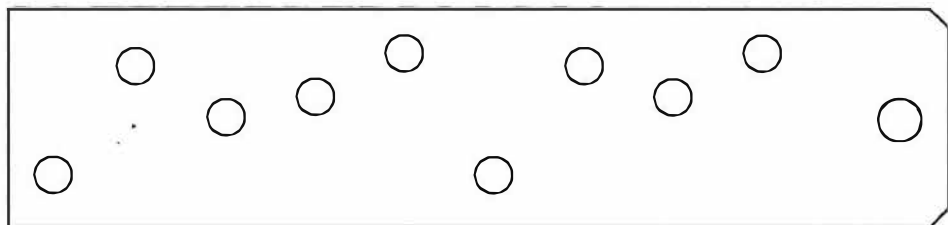


Рис. 2.6



2.2. Электронный кнопочный кодовый замок

Электронный кнопочный замок имеет ряд несомненных преимуществ перед обычным механическим замком: не нужно носить с собой «ключ», можно этот «ключ» периодически менять.

Замок прост в эксплуатации, не требует настройки после монтажа, не критичен к параметрам источника питания. В ждущем режиме замок практически не потребляет энергии.

«Секретность» замка обеспечивается применением счетчиков импульсов (10 000 комбинаций) и введением в схему установки счетчиков таймера, ограничивающего время набора кода. Надежность замка обусловлена использованием в качестве элементной базы КМОП микросхем. Основные достоинства этого типа микросхем (малое потребление энергии, высокая помехозащищенность, широкий диапазон питающих напряжений) как нельзя лучше отвечают требованиям, предъявляемым к подобного рода устройствам.

Принципиальная схема замка приведена на рис. 2.7.

По функциональному назначению схему замка можно условно разбить на четыре части.

Первая часть: схема набора номера (элементы DD1, DD3–DD6, DD7.1).

Вторая часть: схема установки счетчиков в исходное состояние и таймерная схема (элементы DD2, DA1, C1, C2, R11).

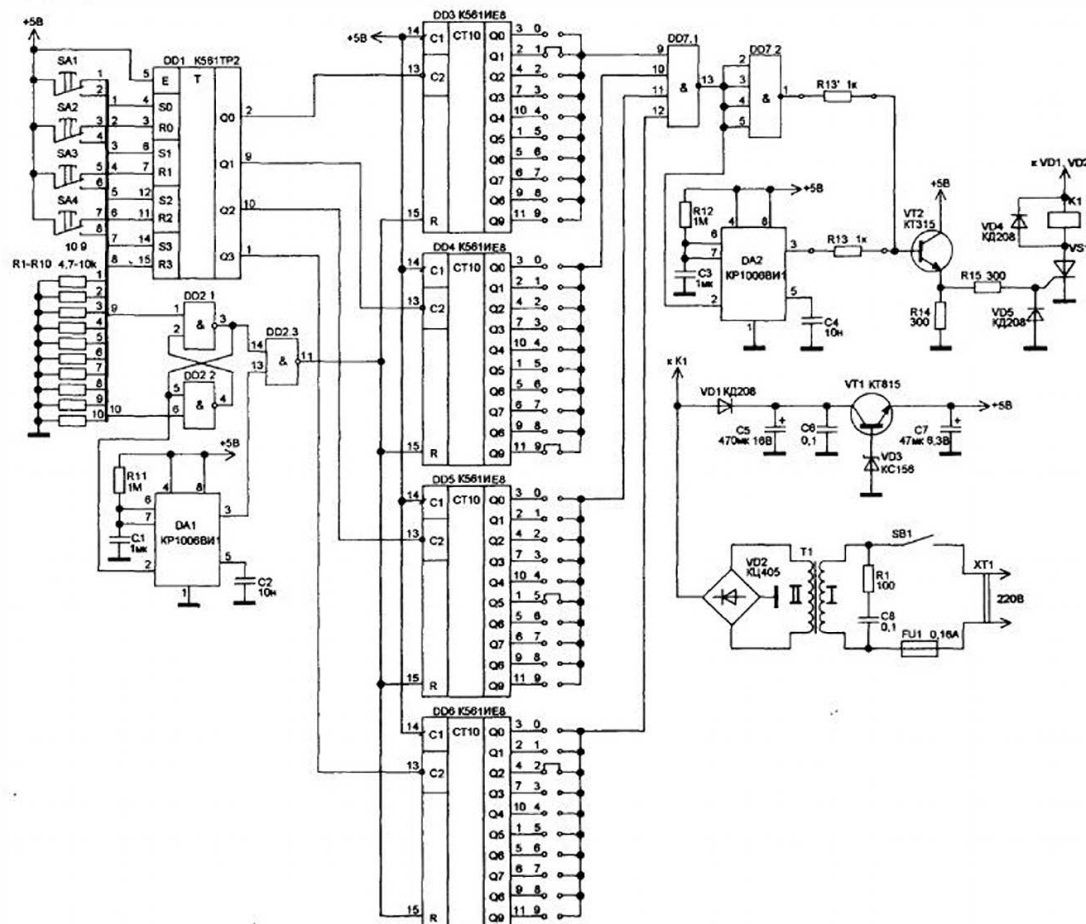
Третья часть: исполнительная схема (элементы DA2, C3, C4, R12, R13–R15, VD4, VT1, VS1, Y1).

Четвертая часть: схема источника питания (элементы VD1–VD3, C5–C7, R16, VT2).

Рассмотрим работу замка более подробно. При нажатии на кнопку SB5 происходит установка счетчиков DD3–DD6 в нулевое (исходное) состояние и запуск схемы таймера. Следующие нажатия на кнопку SB5 на работу таймера не влияют, но позволяют осуществить сброс счетчиков в исходное состояние при неверном наборе кода. Набор кода должен быть осуществлен за время, определяемое по формуле:

$$T1 = 1,1 \times R11 \times C1,$$

Рис. 2.7



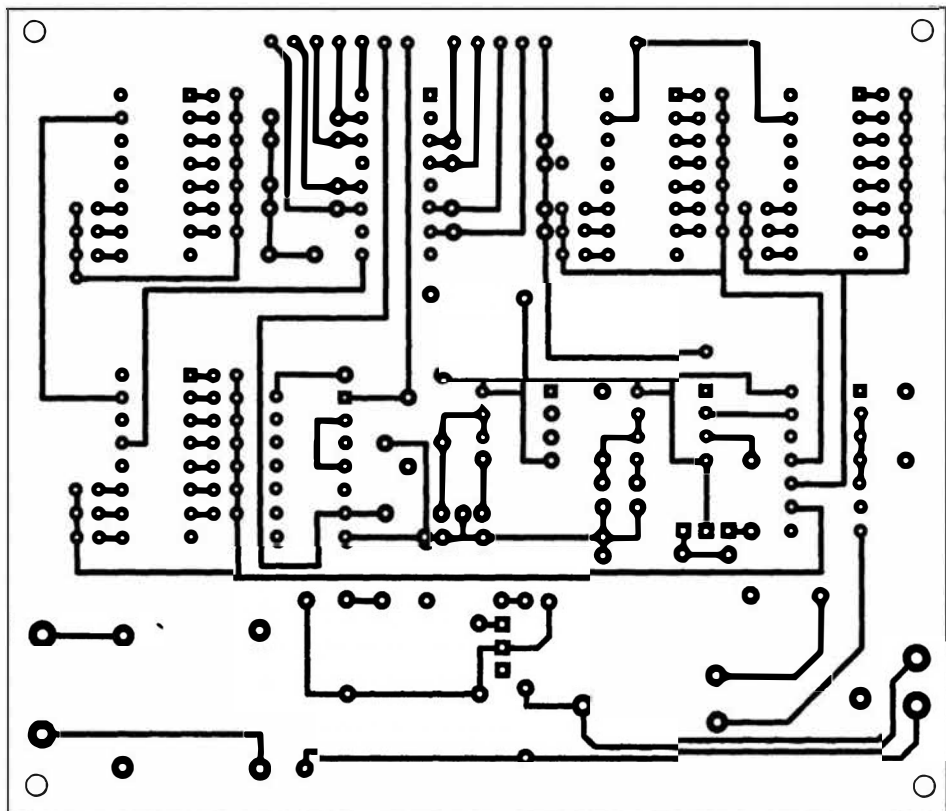
где R — сопротивление в мегаомах, C — емкость в микрофарадах, $T1$ — время в секундах.

По окончании времени $T1$ на выходе таймера (вывод 3) устанавливается низкий уровень и происходит установка счетчиков в исходное состояние.

Код замка устанавливается распайкой соответствующих перемычек. Набор кода осуществляется нажатием на соответствующую кнопку (SB1–SB4) заданное перемычками число раз. Например, код замка 9235. Соответственно, на первую кнопку следует нажать 9, на вторую — 2, на третью — 3, на четвертую — 5 раз.

Кнопки SB1–SB4 подключены к счетным входам счетчиков через триггеры микросхемы DD1, позволяющие ликвидировать «дребезг» контактов. При совпадении набранного кода с кодом, заданным перемычками, на выходе DD7.1 устанавливается низкий уровень и запускается второй таймер (DA2), определяющий длительность открытия зам-

Рис. 2.8

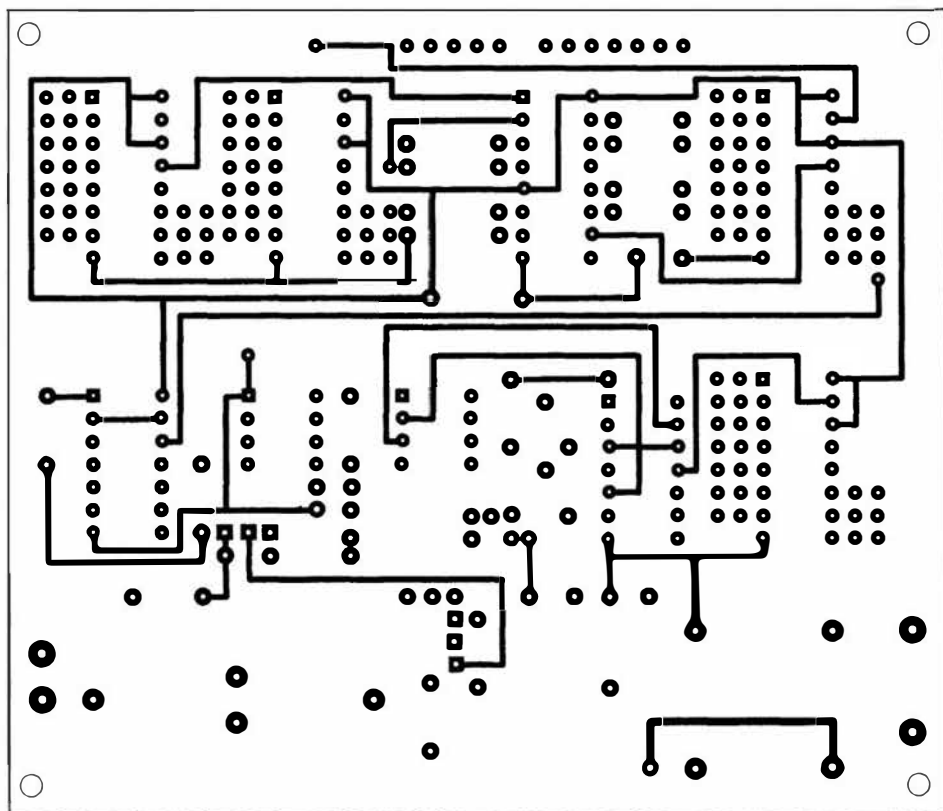


ка. Это очень удобно, если наборное поле и исполнительное устройство находятся на некотором удалении друг от друга. При запуске таймера DA2 на выводе 3 DA2 устанавливается высокий уровень. Сигнал усиливается эмиттерным VT1 и через резистор R13 поступает на управляющий электрод тиристора VS1. Тиристор отпирается, запуская исполнительное устройство Y1 (электромагнит и т.п.). По окончании времени T2 на выходе таймера устанавливается низкий уровень и тиристор запирается, отключая исполнительное устройство. Элемент DA2 из схемы можно исключить (соответственно, необходимо исключить элементы C3, C4, R12, R13 и установить резистор R¹³). В этом случае время, на которое замок открывается, определяется как T1 минус время набора кода.

Схема источника питания построена по стандартной схеме (обычный параметрический стабилизатор).

Использование КМОП микросхем позволяет применить напряжение питания в диапазоне от 5 до 15 В (соответственно, изменив номинал стабилитрона VD1). Следует учесть, что напряжение на управляю-

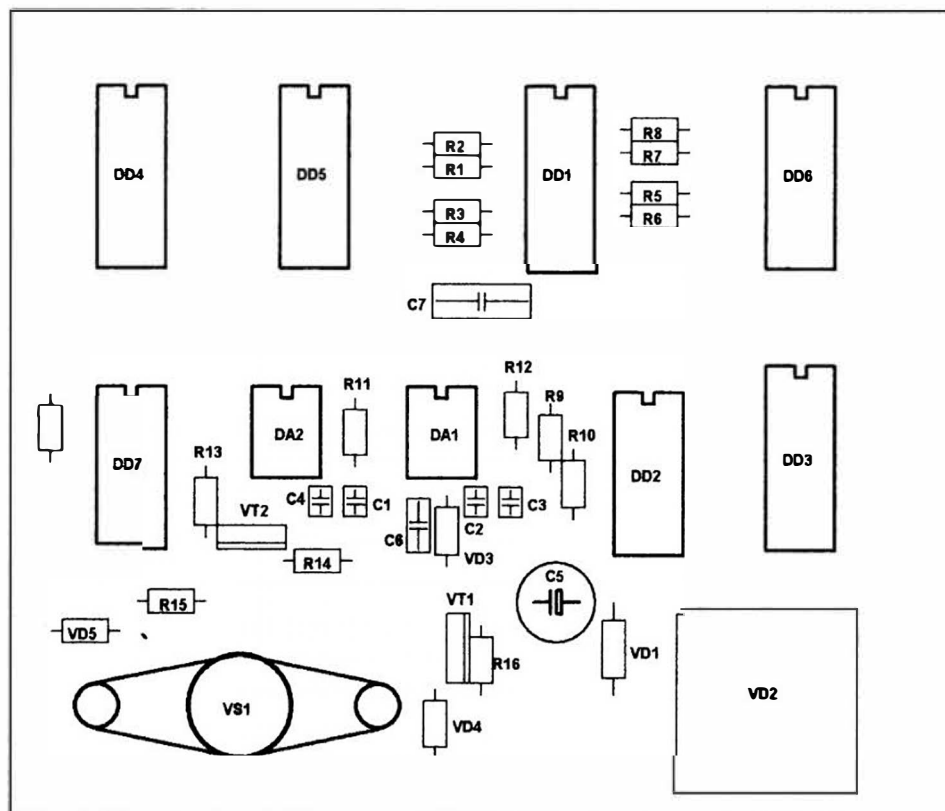
Рис. 2.9



щем электроде тиристора не может превышать 7 В. В этом случае следует подобрать сопротивление резистора R14.

В конструкции замка применены микросхемы 561 серии. Можно применить микросхемы любой другой КМОП или NMOP серии (176, 1561, 1564 без изменения топологии печатной платы, для серии 1554 рисунок печатной платы придется изменить). При использовании микросхем серии K176 напряжение питания необходимо ограничить до 9 В. Вместо счетчиков IE8 можно применить счетчики IE9. В этом случае несколько уменьшится число кодовых комбинаций. Резисторы — любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, конденсаторы типа КД, КМ, К10-17 и т.п. Тиристор — типа КУ221 с любой буквой, но можно применить и любой другой, подходящий по характеристикам — КУ202, ТС106 и т.д. Электролитические конденсаторы — типа К50-29 или аналогичные. Трансформатор питания должен быть рассчитан на напряжение и силу тока, достаточные для надежной работы применяемого исполнительного устройства.

Рис. 2.10



Рисунки печатной платы (две стороны) приведены на рис. 2.8 и 2.9. Расположение элементов на печатной плате приведено на рис. 2.10.

2.3. Кодовый замок с ИК-ключом

Инфракрасный ключ, используемый в данной конструкции, обладает рядом преимуществ перед радиоуправлением и клавиатурой для набора кода. Во-первых, нет необходимости во внешних элементах замка. Таким образом, замок вообще практически невидим снаружи. Во-вторых, ИК-лучи гораздо сложнее перехватить, нежели радиосигнал.

В основе конструкции как ключа, так и замка лежит 8-битный микроконтроллер Atmel AVR ATtiny2313. Это микроконтроллер семейства Tiny AVR, имеющий следующие характеристики:

- производительность около 1 MIPS за мегагерц (практически любые команды выполняются за один период тактового генератора);
- 2 Кб загружаемой FLASH-памяти;
- 128 байт энергонезависимой памяти EEPROM;
- 32 рабочих регистра;
- два таймера/счетчика (8- и 16-разрядный);
- программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором; внешние и внутренние прерывания;
- 15 линий ввода/вывода общего назначения;
- встроенный последовательный порт (UART);
- последовательный порт SPI для загрузки программ;
- два выбираемых программно режима низкого энергопотребления.

Принципиальная схема замка приведена на рис. 2.11.

Замок состоит из контроллера и ИК-приемника, соединенного с UART. Нулевой вывод порта В управляет электромагнитом, открывающим замок. На нем всегда, кроме момента открывания, установлен низкий уровень.

Ключ, в свою очередь, представляет собой ИК-передатчик, сигналы на который поступают с UART контроллера ключа. Ключ имеет 2 кнопки – включение питания и открывания.

UART замка работает в режиме приема, а UART ключа – в режиме передачи.

Принцип действия. Замок находится в режиме ожидания, пока на ИК-приемник не приходит сигнал. Аппаратно сигнал преобразуется в 8-битный код (слово), который поступает на последовательный асинхронный порт (UART) микроконтроллера. Если код совпал с кодом в памяти микроконтроллера, то программа продолжает принимать слова. Всего на UART должно прийти 8 различных кодовых слов, чтобы

Рис. 2.11

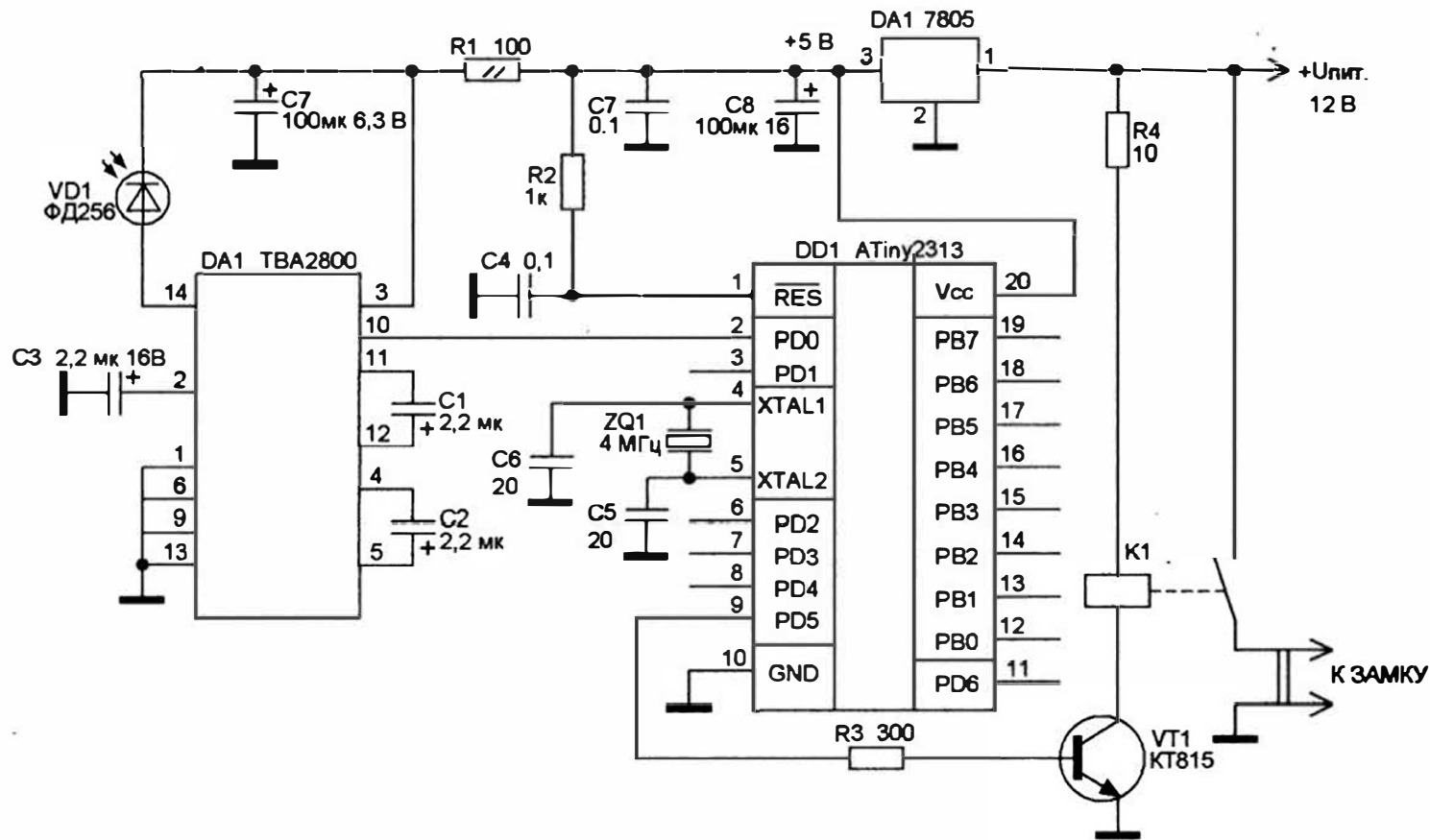


Рис. 2.12

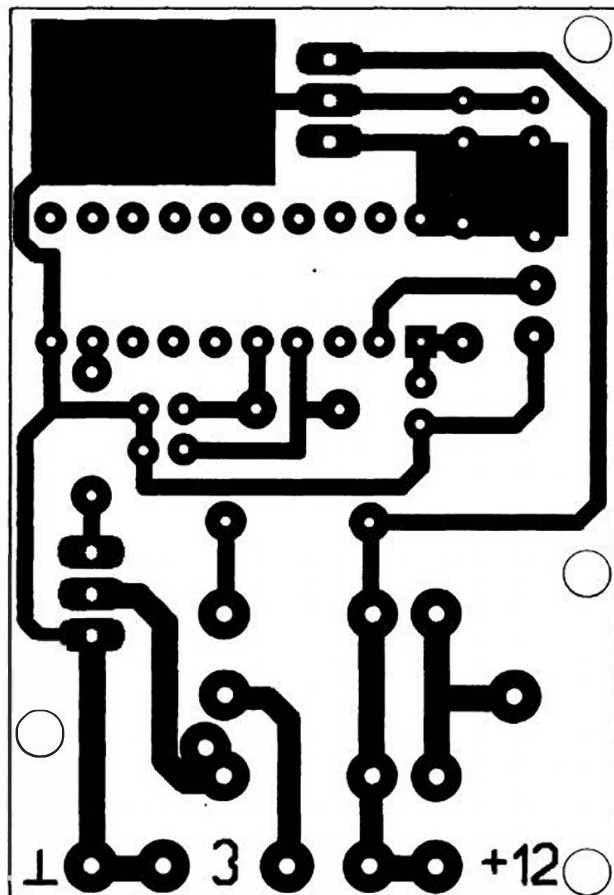
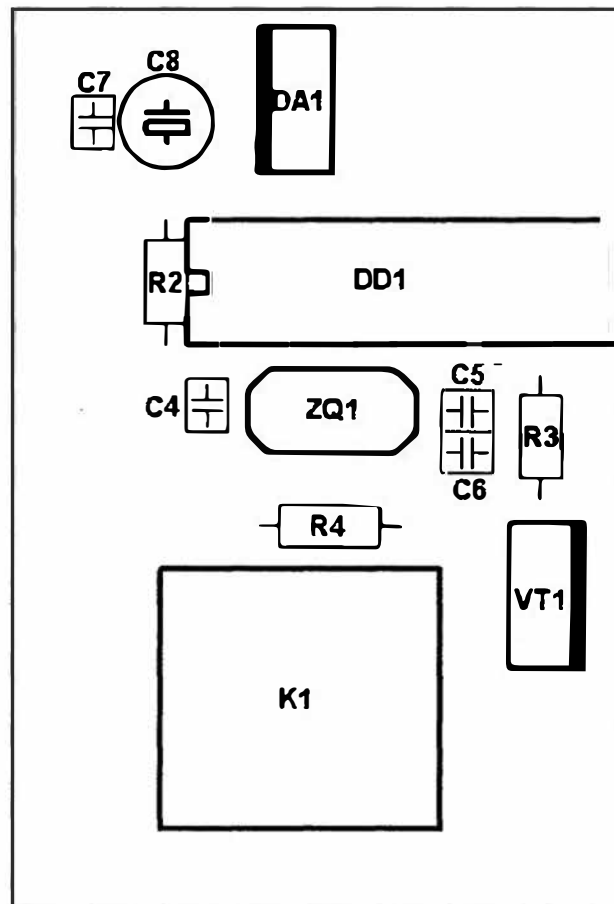


Рис. 2.13



замок открылся. Как только последнее слово совпадает с кодом в памяти микроконтроллера, программа на несколько секунд устанавливает высокий уровень на 0-м выводе порта В. Вывод связан с электромагнитом, который открывает замок. Как только электромагнит отключается, пружина снова автоматически запирает замок.

Программа на ассемблере состоит из следующих частей.

- Инициализация. Обозначение регистров переменными (для удобства). Запись в регистры восьми кодов доступа. Инициализация стека, без которого не будут работать подпрограммы. Инициализация портов и UART, который нужно настроить на определенную частоту, записав в регистр UBRR соответствующую константу (таблицу констант можно найти в любом справочнике по AVR). Разумеется, частоты замка и ключа должны быть одинаковыми.

- Основная программа. Слова, принятые UART, сравниваются с константами в регистрах. Как только все слова совпадут, происходит установка высокого уровня на 0-м выводе порта В. Потом следует пауза, после которой высокий уровень на выводе убирается, и программа возвращается в начало. Обращение к UART и пауза — подпрограммы.

Исходный текст программы замка на ассемблере приведен в таблице 2.1, HEX-файл для записи в контроллер — в таблице 2.3.

Для замка рисунок печатной платы и схема расположения элементов на плате приведены на рис. 2.12 и 2.13, для ключа рисунок печатной платы и схема расположения элементов на плате — на рис. 2.15 и 2.16.

Принципиальная схема ИК-ключа приведена на рис. 2.14.

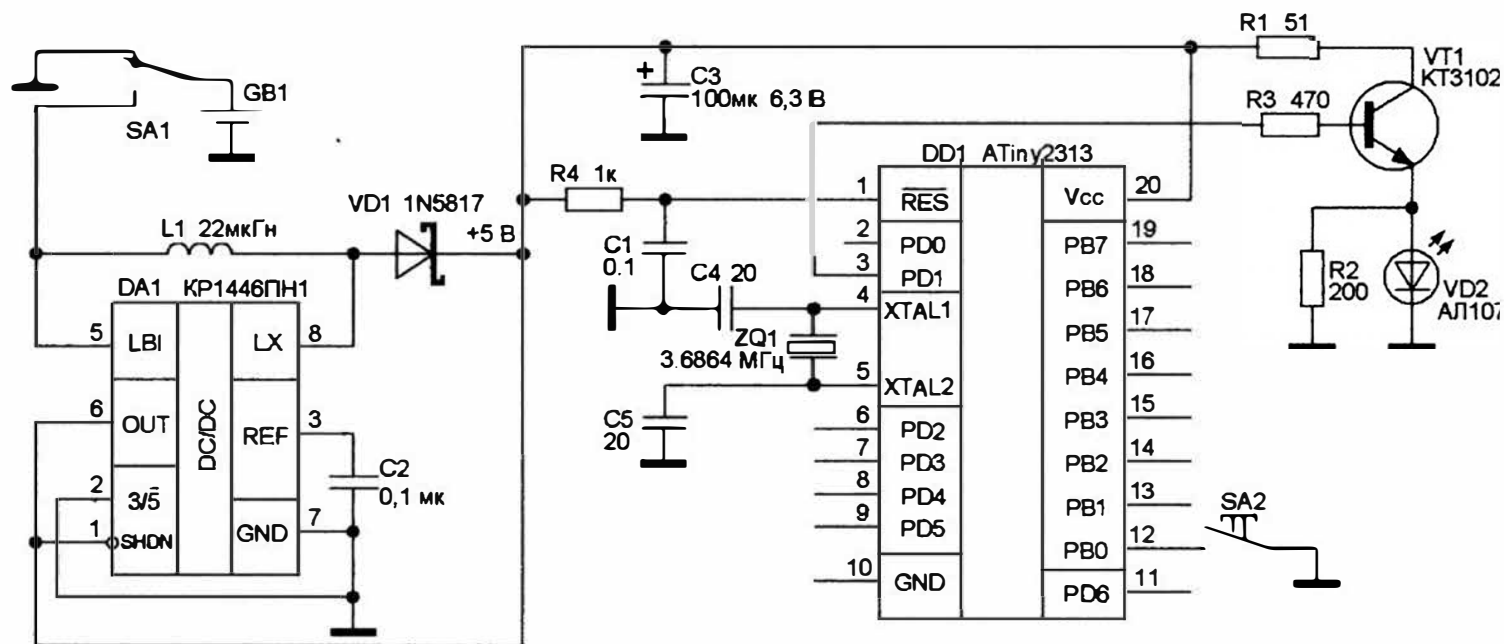
Ключ имеет две кнопки: кнопку включения и кнопку непосредственно отправки кодовых слов. При нажатии на нее программа микроконтроллера начинает выводить 8-битные кодовые слова через UART, которые преобразуются аппаратно в ИК-сигналы.

Начало программы ключа схоже с началом программы замка, с той лишь разницей, что UART настраивается на отправку, а не на прием. Также различается инициализация портов. В ключе также имеется светодиод, сигнализирующий работу UART, для этого инициализируется на выход порт D (светодиод загорается при низком уровне на 5-м выводе порта D).

В основной программе происходит отправка пустых (нулевых) байтов через UART, пока не нажата кнопка (при нажатии сбрасывается уровень на 0 выводе порта В, что служит сигналом для программы). Далее на UART последовательно подаются 8 байтов-слов, они преобразуются в последовательные сигналы и далее в ИК-импульсы и программа возвращается в начало. Обращение к UART — подпрограмма.

Коды доступа можно менять на свое усмотрение, изменяя программы контроллеров ключа и замка.

Рис. 2.14



Исходный текст программы на ассемблере для ключа приведен в таблице 2.2. HEX-файл программы ключа для записи в контроллер приведен в таблице 2.4.

Система открывания замка изнутри осуществляется без помощи контроллера, так как надежнее реализовать это механически.

Для улучшения замка, повышения его надежности и технических характеристик в перспективе можно усложнить программы контроллеров, а именно:

- сделать передачу на переменной частоте – каждый байт передается с разной частотой, взлом значительно затрудняется;
- создать обратную связь «замок-ключ». Для этого необходимо внести изменения не только в программы, но и в схемы. Это значительно увеличивает надежность системы.

Таблица 2.1

```
.include "tn2313def.inc"
.ORG 0
.equ s0 = 0b00100100
.equ s1 = 0b11000000      ;
.equ s2 = 0b11100000      ;
.equ s3 = 0b11110000      ;
.equ s4 = 0b11111000      ;
.def tmp = r16
    rjmp reset
reset:
;===== Инициализация стека
    ldi tmp,low(RAMEND)
    out SPL,tmp
;===== Инициализация UART
    ldi tmp,0b00010001
    out UCR,tmp
    ldi tmp,5
    out UBRR,tmp
;===== Инициализация портов В и D.
    ldi tmp,0b11111111
    out ddrb,tmp
    out ddrd,tmp
    cbi portb,5           ;зажигаем светодиод
    ldi r25,0b00000000
    rjmp main
;===== Основной цикл; прием данных по UART
scan:
    sbis USR, RXC
    rjmp scan
    in tmp, UDR
    ret
;=====
main:                               ;Сравниваем принятые слова с кодами
;=====
ss0:
    rcall scan
    cpi tmp,s0
    brne ss0
```


Рис. 2.15

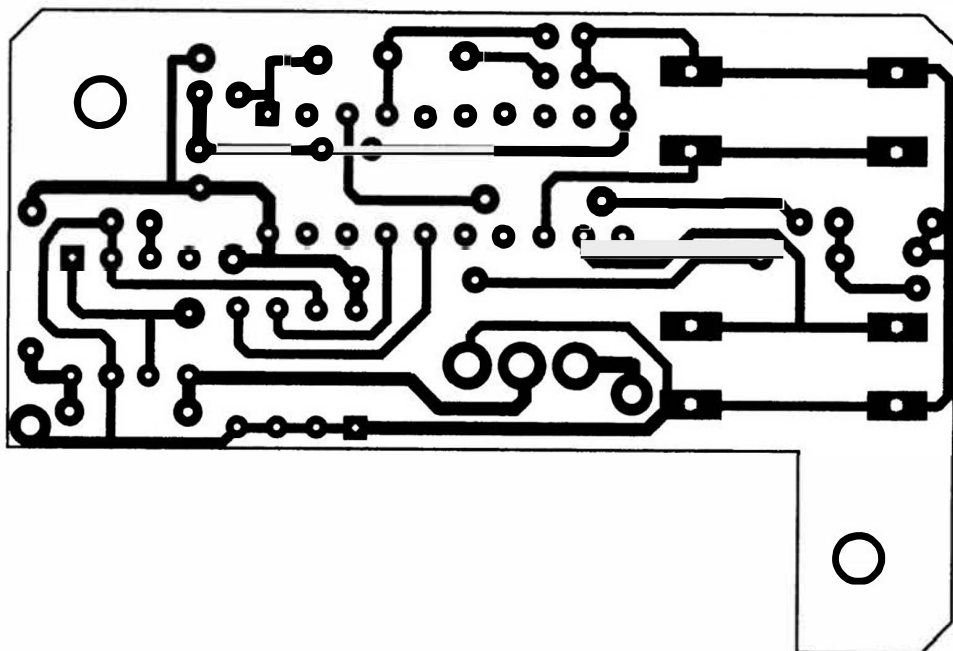
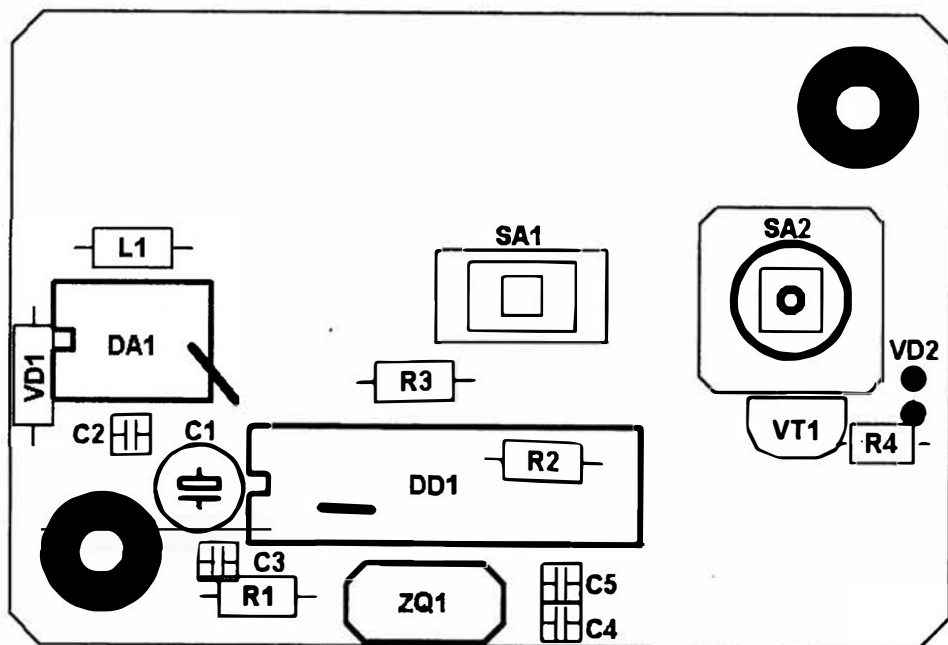


Рис. 2.16



```

=====
ss1:
    rcall scan
    cpi tmp,s1
    brne ss0
=====
ss2:
    rcall scan
    cpi tmp,s2
    brne ss0
=====
ss3:
    rcall scan
    cpi tmp,s3
    brne ss0
=====
ss4:
    rcall scan
    cpi tmp,s4
    brne ss0
=====
    sbi portd,5                ; открытие замка
    ldi r27,20
    rcall pause                ; пауза
    cbi portd,5                ; закрытие замка
    rjmp main                  ; возврат в начало
=====
pause:                        ; подпрограмма паузы
p3:  ser r25
p2:  ser r26
p1:  dec r26
     brne p1
     dec r25
     brne p2
     dec r27
     brne p3
ret
=====
.EXIT

```

Таблица 2.2

```

.include "tn2313def.inc"
.ORG 000
.equ  s0 = 0b00100100
.equ  s1 = 0b11000000
.equ  s2 = 0b11100000
.equ  s3 = 0b11110000
.equ  s4 = 0b11111000
.def  tmp=r16
     rjmp reset
reset:
=====
     ldi tmp,0b00001001
     out UCR,tmp
     ldi tmp,5
     out UBRR,tmp
=====

```

```

        ldi tmp,low(RAMEND)
        out SPL,tmp
;=====
        ldi tmp,0b00000001
        out ddrb,tmp
        out portb,tmp
;=====
scan:
        ldi tmp,0b00000000
        sbis pinb,0
        rjmp load
        rcall trans
        rjmp scan
;=====
load:
        ldi tmp,s0
        rcall trans
;=====
        ldi tmp,s1
        rcall trans
;=====
        ldi tmp,s2
        rcall trans
;=====
        ldi tmp,s3
        rcall trans
;=====
        ldi tmp,s4
        rcall trans
;=====
        rjmp scan
;=====
trans:
        sbis USR, UDRE
        rjmp trans
        out UDR, tmp
        ret
;=====
.EXIT

```

Таблица 2.3

```

:0200000020000FC
:1000000000C00FED0DBF01E10AB905E009B90FEF1E
:1000100007B801BBC59890E004C05F9BFECF0CB14D
:100020000895F8DF0433E9F7F8DF0834D1F7F5DF93
:10003000083EB9F7F2DF003BA1F7EFD093B89F794
:10004000959AB4E102D09598ECCF9FEFAFEFAA95C7
:0C005000F1F79A95D9F7BA95C1F7089519
:000000001FF

```

Таблица 2.4

```

:0200000020000FC
:1000000000C009E00AB905E009B90FED0DBF01E034
:1000100007B808B800E0B09B02C00CD0FBCF04E3E1
:1000200009D008E407D008EE05D000EB03D009EBB7
:0C00300001D0F0CF5D9BFECF0CB908950D
:000000001FF

```

2.4. Кодовый замок с ключом iBUTTON

Сравнительно простой кодовый замок можно собрать, используя специализированные микросхемы-идентификаторы («таблетки»).

Отличительные особенности идентификаторов:

- уникальный 48-битный номер;
- 8 бит CRC для контроля данных;
- считывание менее чем за 5 мс;
- широкий рабочий температурный диапазон от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.

Стандартные функции iButton.

- Уникальный, нанесенный лазером и контролируемый, 64-разрядный регистрационный номер (8 бит – код семейства, 48 бит – серийный номер + 8 бит CRC – проверка), гарантия отслеживаемости и идентификации, так как не существует двух идентичных изделий.

- Контроллер с поддержкой подключения нескольких устройств к общей однопроводной шине.

- Мгновенная цифровая идентификация и передача информации при контакте.

- Твердотельный носитель данных обеспечивает компактность хранения информации.

- Доступ к данным осуществляется при контакте с объектом.

- Экономичное подключение к управляющему устройству по однопроводной цифровой шине со скоростью 16,3 кБит/с.

- Стандартный 16-миллиметровый диаметр корпуса и протокол 1-Wire, обеспечивающие совместимость с устройствами семейства iButton.

- Цилиндрическая форма (в виде пуговицы) обеспечивает автоматическое выравнивание в контактном разъеме чашевидной формы.

- Прочный корпус из нержавеющей стали с выгравированным регистрационным номером противостоит агрессивным внешним воздействиям.

- Легко прикрепляется на самоклеящуюся поверхность с защелкой на фланце или закрепляется в кольцо, напрессовываемое на торец.

Идентификатор iButton – мощный электронный носитель данных для применения в системах регистрации и контроля доступа. Идентификатор содержит записанный лазером регистрационный номер, который включает уникальный 48-битный заводской номер, 8 бит CRC и 8-битный код семейства (01H). Обмен данными осуществляется по протоколу 1-Wire, который требует одного-единственного вывода данных и общего вывода. Прибор полностью совместим с идентификаторами DS1990 и дополнительно поддерживает функцию протокола 1-Wire поиска ПЗУ, которая позволяет нескольким приборам работать на одной шине.

Прочный корпус MicroCap имеет высокую стойкость к внешним воздействиям, таким как загрязнения, повышенная влажность и вибрации. Его компактная форма в виде монеты обеспечивает самовыравнивание в ответном контактном разьеме, что обеспечивает простоту использования человеком-оператором или автоматом. Аксессуары, выпускаемые рядом фирм, в том числе отечественными, позволяют закрепить его практически на любой поверхности, включая печатные платы, фотоидентификационные брелоки и брелоки для ключей.

Доступ к внутренней памяти идентификатора осуществляется по одной шине данных по протоколу 1-Wire компании Dallas. Этот прото-

Рис. 2.17

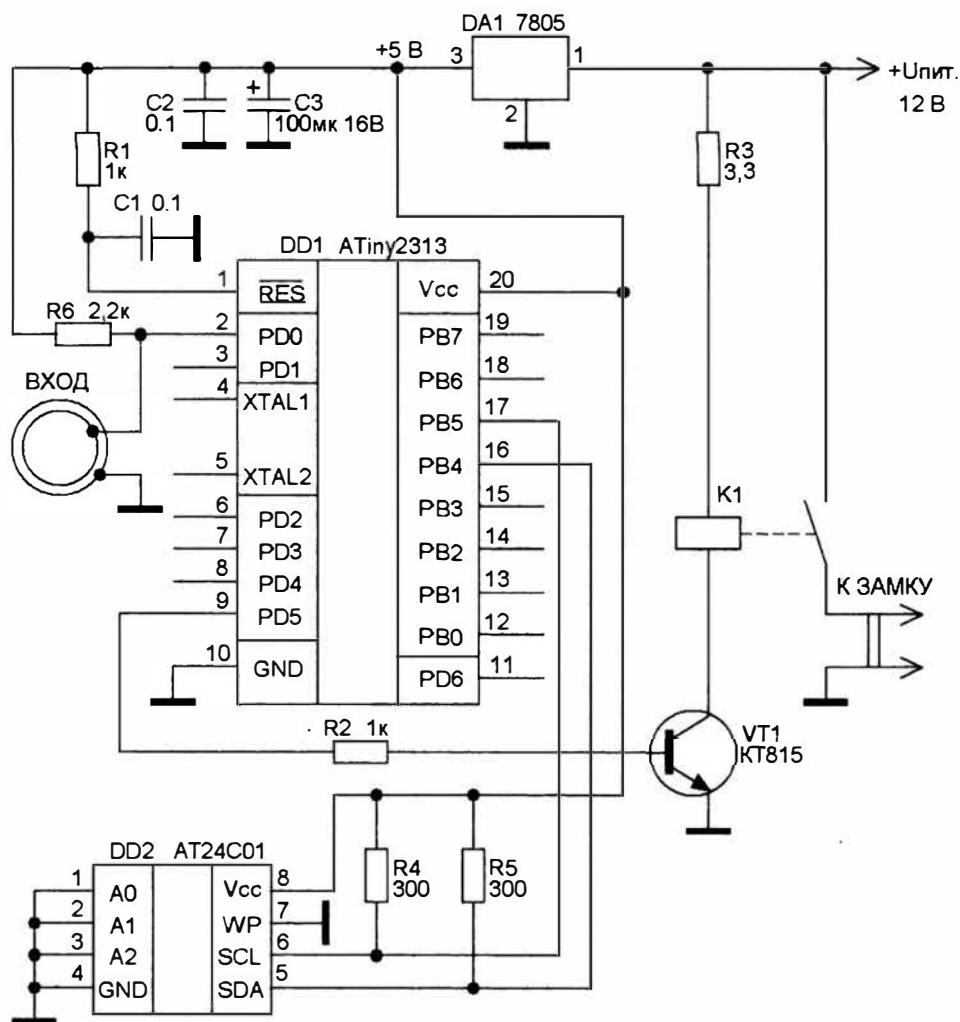


Рис. 2.18

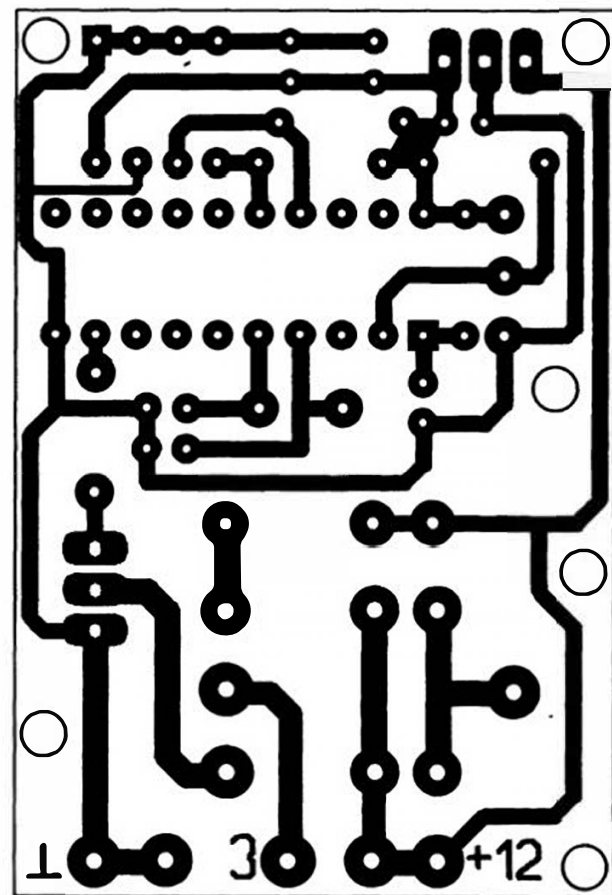
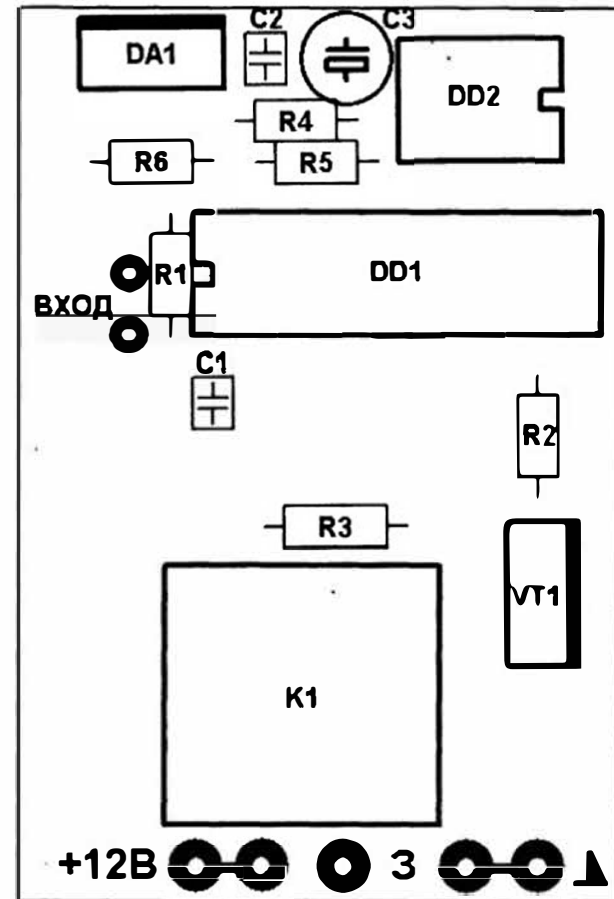


Рис. 2.19



45

Глава 2

кол определяет условия изменения состояний шины и временные интервалы при синхронизации по срезам синхроимпульсов управляющего устройства. Считывание и запись данных осуществляется младшим значащим битом вперед.

Принципиальная схема замка приведена на рис. 2.17.

Работает замок следующим образом. При касании ключом контактора сигнал поступает на вход порта PD0. Программа замка периодически опрашивает порт PD0. При контакте ключа с контактором код ключа считывается в память контроллера. Далее происходит сравнение кода ключа с кодами, записанными во внешней памяти (DD2). При совпадении кодов на выходе порта PD5 появляется уровень логической единицы. Через резистор R2 сигнал поступает на базу транзистора VT1, в коллекторную цепь которого включена обмотка исполнительного реле. Высокий уровень на выходе порта PD5 сохраняется на время, необходимое для открывания замка (обычно 2–3 секунды). Резистор R3 ограничивает ток, протекающий через обмотку реле в открытом состоянии. Стабилизатор DA1 обеспечивает необходимое напряжение для работы управляющей схемы, обеспечивая надежную работу и защиту от помех. Требования к внешнему источнику не критичные, он даже может быть нестабилизированным. Главное условие — источник должен обеспечивать надежное срабатывание исполнительного устройства, т.е. обеспечивать необходимые напряжение и ток.

Коды ключей, используемые в каждой версии замка, записываются в микросхему памяти 24C01. Это очень удобно: можно менять количество ключей по мере необходимости, вносить и удалять коды ключей, не меняя основную программу замка.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 2.18, схема расположения элементов — на рис. 2.19. Исходный текст программы на языке BASIC приведен в табл. 2.5, HEX-файл для записи в контроллер — в табл. 2.6 на прилагаемом к книге диске.

Таблица 2.5

```
$crystal = 8000000
```

```
'$sim
```

```
Config Kbd = Portb
```

```
Config 1wire = Portc.0
```

```
Dim W As Word
```

```
Dim Ib1(8) As Byte
```

```
Dim Ib2(8) As Byte
```

```
Dim Keys As Byte , Ins As Bit , Errs As Bit
```

```
Dim Keys1 As Byte , D_set As Bit , Del_set As Bit
```

```
Dim Start_adr As Byte
```

```
Dim Real_keys As Byte , Set_keys As Byte , Yes_compare As Bit
```

```

Dim Dat As Byte , Dat2 As Byte
Dim Adrr As Byte , Addressw As Byte , Addressr As Byte
Dim Key As Byte , Digits As Byte
Dim Digit As Byte
Dim Error As Byte , Copy As Bit
Const Eprom1r = 161
Const Eprom1w = 160
Dim C As Byte

```

```

Cursor Off
Cls

```

```
Gosub Init
```

```

Do
Gosub Keyboard
If Digits = 1 And Ins = 1 And Keys < 7 And D_set = 0 And Del_set = 0 Then Gosub Addd
If Digits = 2 And Ins = 1 And Keys <> 0 And D_set = 0 And Del_set = 0 Then
Set_keys = 1

```

```
Gosub Delete
```

```

End If
If Digits <= 9 And D_set <> 16 And Error = 0 And Ins = 0 Then Gosub Processing
If Digits = 11 Then Gosub Init
If Digits = 10 And D_set = 1 And Yes_compare = 0 Then Gosub Prog
If Digits = 10 And D_set = 0 And Del_set = 1 Then Gosub Del
If Digits = 4 And D_set = 0 And Del_set = 1 Then
    If Set_keys <= 1 Then
        Set_keys = 1
    Else
        Decr Set_keys
    End If
    Waitms 300
    Gosub Delete

```

```

End If
If Digits = 6 And D_set = 0 And Del_set = 1 Then
    If Set_keys >= Keys Then
        Set_keys = Keys
    Else
        Incr Set_keys
    End If
    Waitms 300
    Gosub Delete
End If
Loop

```

```
Processing:
```

```
*****
```

```
Waitms 200
```

```
Return
```

```
Init:
*****
```



```

Cls
Set Ins
Reset Del_set
Reset D_set
Keys = 0

For C = 1 To 8
  Adrr = C - 1
  Gosub Read_data
  If C = 1 Then
    If Dat2 <> &HAA Then
      Reset Ins
      Exit For
    End If
    Else
      If Dat2 > 1 Then
        Reset Ins
        Exit For
      End If
      If Dat2 = 1 Then Keys = Keys + 1
    End If
  Next

  If Ins = 0 Then
    Adrr = 0
    Dat = &HAA
    Gosub Write_data
    Gosub Read_data
    If Dat2 = &HAA Then
      Dat2 = 0
      For Adrr = 1 To 7
        Dat = 0
        Gosub Write_data
        Gosub Read_data
        Dat2 = Dat2 + Dat2
      Next
      If Dat2 = 0 Then Keys = 0
      Set Ins
    End If
  End If

  If Ins = 1 Then
    Lcd Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(101) ; Chr(185) ; Chr(32) ; Chr(179) ;
    Chr(32) ; Chr(168) ; Chr(164) ; Chr(169) ; « - « ; Keys ' Ключей в ПЗУ-
    Locate 2 , 1
    Lcd Chr(49) ; Chr(45) ; Chr(227) ; Chr(111) ; Chr(178) ; Chr(97) ; Chr(179) ; Chr(46) ;
    Chr(32) ; Chr(50) ; Chr(45) ; Chr(121) ; Chr(227) ; Chr(97) ; Chr(187) ; Chr(46) ' 1-добав.
    2-удал.
    Else
      Gosub Eeprom_err
    End If

  Return

Add:
'.....

```

```

Cls
Lcd Chr(168) ; Chr(111) ; Chr(227) ; Chr(186) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(184) ;
Chr(191) ; Chr(101) ; Chr(32) ; Chr(186) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(33) ' Подключите
ключ!
Keys1 = 0
Reset Yes_compare
Repeat:
Reset Errs

Gosub 1wire_reset
If Digits = 11 Then
    Gosub Init
    Return
End If

1wwrite &H33 'read ROM command
For C = 1 To 8
    Ib1(c) = 1wread() 'place into array
Next

Gosub 1wire_reset
If Digits = 11 Then
    Gosub Init
    Return
End If

1wwrite &H33 'read ROM command
For C = 1 To 8
    Ib2(c) = 1wread() 'place into array
Next

Cls

For C = 8 To 1 Step -1
    If Ib1(c) <> Ib2(c) Then
        Set Errs
        Exit For
    End If
    Lcd Hex(ib1(c)); 'print output
Next

If Errs = 1 Then Goto Repeat

For Adrr = 1 To 7
    Gosub Read_data
    If Dat2 = 0 And Keys1 = 0 Then Keys1 = Adrr
    If Dat2 = 1 Then Gosub Compare
    If Yes_compare = 1 Then Exit For
Next

Locate 2, 1
If Yes_compare = 0 Then
    Lcd Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(32) ; «N» ; Keys1 ; Chr(32) ; Chr(42) ;
Chr(45) ; Chr(183) ; Chr(97) ; Chr(190) ; Chr(184) ; Chr(99) ; Chr(194) ' *-запись ' Ключ №

```

```

Else
    Lcd Chr(32) ; Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(32) ; Chr(121) ; Chr(182) ;
    Chr(101) ; Chr(32) ; Chr(101) ; Chr(99) ; Chr(191) ; Chr(194) ; Chr(33) ' Ключ уже есть!
End If

Set D_set

Return

Compare:
'.....

Set Yes_compare
Start_adr = Adrr * 8
Adrr = Start_adr - 1
For C = 1 To 8
    Incr Adrr
    Gsub Read_data
    If Dat2 <> Ib2(c) Then
        Reset Yes_compare
    Exit For
End If
Next

Return

Delete:
'.....

Set Del_set
Real_keys = 0
Cls
For Adrr = 1 To 7
    Gsub Read_data
    If Dat2 = 1 Then
        Incr Real_keys
        If Set_keys = Real_keys Then Exit For
    End If
Next
Keys1 = Adrr

Start_adr = Adrr * 8
Adrr = Start_adr + 8
For C = 1 To 8
    Decr Adrr
    Gsub Read_data
    Lcd Hex(dat2)
Next
Locate 2 , 1

Lcd Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(32) ; «N» ; Keys1 ; Chr(32) ; Chr(42) ; Chr(45) ;
Chr(121) ; Chr(227) ; Chr(97) ; Chr(187) ; Chr(46) ' *-удал. ' Ключ №

Return

Del:
'.....

```

```

Reset Del_set
Dat = 0
Addr = Keys1
Gosub Write_data
Gosub Read_data
If Dat2 <> 0 Then
    Gosub Eeprom_err
    Return
End If
Start_adr = Addr * 8
Addr = Start_adr - 1
For C = 1 To 8
    Dat = 255
    Incr Addr
    Gosub Write_data
    Gosub Read_data
    If Dat2 <> 255 Then
        Gosub Eeprom_err
        Exit For
    End If
Next
Gosub Init
Return

```

```

1 wire_reset;

```

```

Do
Gosub Keyboard
1 wreset 'reset the device
Loop Until Err = 0 Or Digits = 11
Return

```

```

Prog:

```

```

Reset D_set
For Addr = 1 To 7
Gosub Read_data
If Dat2 = 0 Then Exit For
Next

Dat = 1
Gosub Write_data
Gosub Read_data
If Dat2 <> 1 Then
    Gosub Eeprom_err
    Return
End If

Start_adr = Addr * 8
Addr = Start_adr - 1
For C = 1 To 8
    Dat=ib2(c)
    Incr Addr
    Gosub Write_data

```

```

Gosub Read_data
If Dat2 <> Ib2(c) Then
    Gosub Eeprom_err
Exit For
End If

Next

Gosub Init

Return

Eeprom_err:
.....
Cls
Lcd Chr(32); Chr(32); Chr(32); Chr(32); Chr(168); Chr(164); Chr(169); Chr(32); Chr(189);
Chr(101); Chr(191)          ' ПЗУ нет
Locate 2, 1
Lcd Chr(184); Chr(187); Chr(184); Chr(32); Chr(189); Chr(101); Chr(184); Chr(99); Chr(190)
; Chr(112); Chr(97); Chr(179); Chr(189); Chr(111); Chr(33)' или неисправно!

Return

Keyboard:
.....
Key = Getkbd()
Digits = 16
If Key = 7 Then Digits = 0
If Key = 0 Then Digits = 1
If Key = 4 Then Digits = 2
If Key = 8 Then Digits = 3
If Key = 1 Then Digits = 4
If Key = 5 Then Digits = 5
If Key = 9 Then Digits = 6
If Key = 2 Then Digits = 7
If Key = 6 Then Digits = 8
If Key = 10 Then Digits = 9
If Key = 3 Then Digits = 10
If Key = 11 Then Digits = 11
Return

Write_data:
.....
I2cstart 'start condition
I2cwbyte Eprom 1w 'slave address
I2cwbyte Adrr 'adress of EEPROM
I2cwbyte Dat 'value to write
I2cstop 'stop condition
Waitms 10 'wait for 10 milliseconds
Return

Read_data:

```

I2cstart	'start condition
I2cwbyte Eprom 1 w	'slave address
I2cwbyte Adrr	'adress of EEPROM
I2cstart	'repeated start
I2cwbyte Eprom 1r	'slave address (read)
I2crbyte Dat2 , Nack	'read byte
I2cstop	'generate stop
Return	
End	'end program

Глава 3

Электронные часы-будильник

Часы, без сомнения, являются одним из самых применяемых в повседневной жизни бытовых устройств. Здесь рассматривается схема, построенная на хорошо известных и широко применяемых компонентах. Основное отличие приведенной схемы — бестрансформаторный блок питания, который удалось разместить прямо на плате часов. Сама по себе схема часов — стандартная и ничем от типовой схемы включения не отличается.

Принципиальная схема электронных часов приведена на рис. 3.1.

Рассмотрим работу блока питания более подробно. Напряжение сети через входную цепь, составленную из элементов R10, R11 и C8, поступает на выпрямительный мост VD4. Реактивное сопротивление цепи R11 и C8 ограничивает входной ток до уровня 50–60 мА.

После моста выпрямленное напряжение еще более ограничивается по напряжению и току цепью, составленной из элементов C9, R12, C10 до уровня 27 В (рабочее напряжение микросхемы и индикатора). Но для работы индикатора необходимо напряжение накала катодов 5 В. Это напряжение получается следующим образом. В микросхеме КР145ИК1911 есть два встроенных генератора. Выходной сигнал одного из генераторов (частотой примерно 150 Гц) через разделительный конденсатор C7 поступает на базу транзистора VT2. В цепь коллектора транзистора включен катод индикатора. Напряжение на катоде ограничивается стабилитроном VD6. Питание катода переменным напряжением значительно продлевает срок службы индикатора и позволяет снизить потребляемый ток.

Примененная схема питания часов оказалась довольно удачной и надежной.

1. Общие указания.

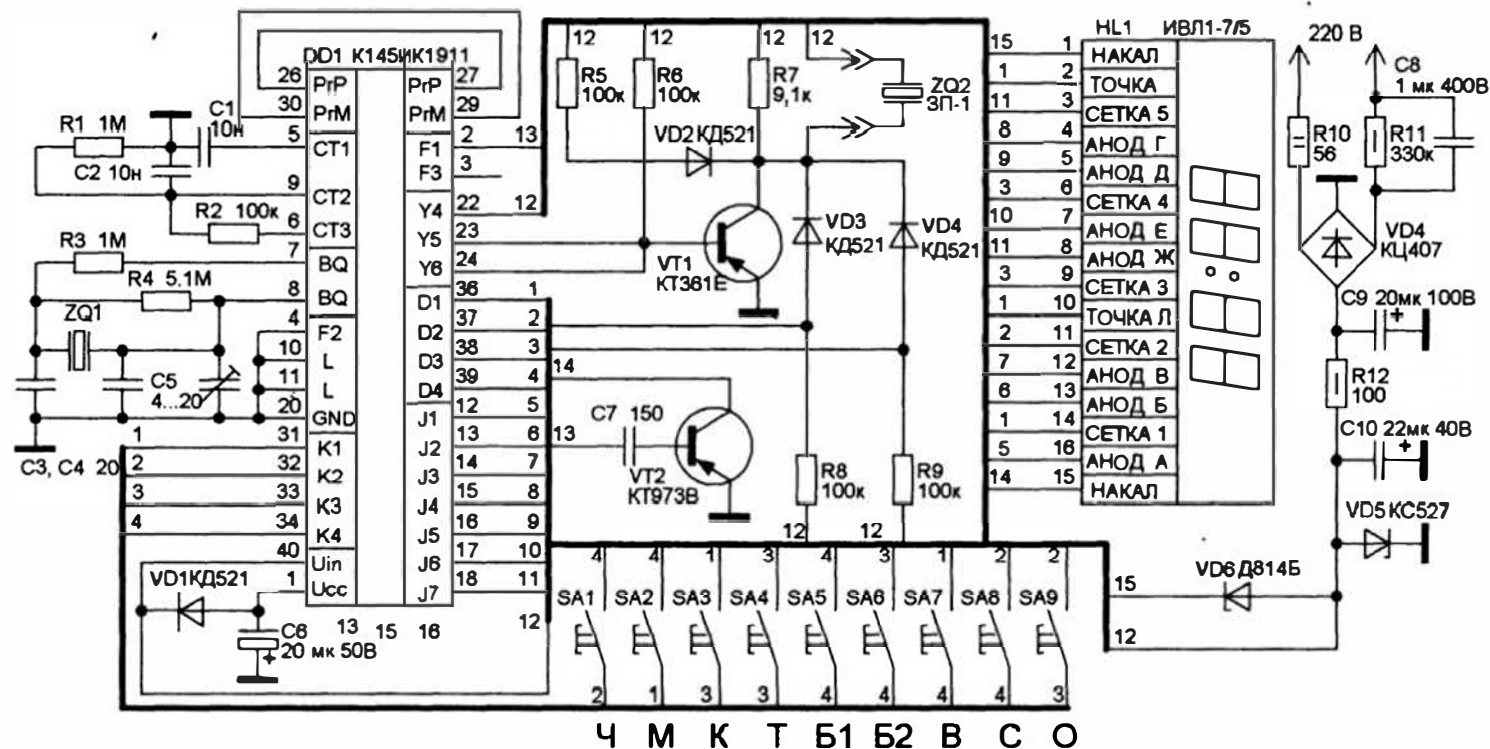
Часы могут работать в следующих режимах:

- отсчет текущего времени (в часах и минутах, а по специальной команде — в минутах и секундах);

- обратный отсчет заранее установленного времени с выдачей звукового сигнала по его истечении (режим «Таймер») с максимальной выдержкой 59 минут 59 секунд;

- часы обеспечивают остановку индикации текущего времени (с продолжением его отсчета), коррекцию хода часов, установку значений текущего времени, времени выдержки, таймера, времени срабатывания будильников 1 и 2.

Рис. 3.1



2. Технические данные.

Часы предназначены для эксплуатации в жилых помещениях при температуре окружающей среды от +10°C до +35°C и относительной влажности до 80%.

Питание осуществляется от сети переменного тока 220 В +10%, 50 Гц.

Потребляемая мощность, ВА, не более 8.

3. Устройство и принцип работы.

Часы имеют 9 кнопок (К1–К9) для управления и переключения режимами работы, которые обозначены соответственно буквами «Ч», «М», «К», «Т», «Б1», «Б2», «В», «С», «О». Их назначение следующее:

Ч — установка текущего времени в часах, в режиме «Таймер» — в минутах;

М — установка текущего времени в минутах, в режиме «Таймер» — в секундах;

К — коррекция текущего времени;

Т — включение режима «Таймер»;

Б1 — режим «Будильник 1» — установка времени производится кнопками «Ч» и «М».

Б2 — режим «Будильник 2» — установка времени производится кнопками «Ч» и «М».

В — вывод показаний индикации текущего времени;

С — включение отсчета текущего времени в минутах и секундах;

О — остановка (фиксация) показаний индикатора.

Запрещается нажатие более одной кнопки одновременно. Следует учесть, что при управлении кнопками показания индикатора изменяются посекундно.

4. Порядок включения и регулировки.

Проверка функционирования. Включите часы в сеть. На индикаторе должно высветиться показание «00:00». Нажмите кнопку «В», при этом должно включиться мигание двух точек на индикаторе в режиме секунд.

При нажатии кнопки «С» должны высветиться показания минут и секунд и продолжаться посекундный отсчет текущего времени (показание должно увеличиваться каждую секунду на единицу в младшем разряде).

Нажмите кнопку «К» — показания должны сброситься на «00:00». Нажмите кнопку «Б1» — должна включиться индикация цифр «55:55». Нажмите кнопку «В» — должна включиться индикация текущего времени в часах и минутах и включаться и выключаться индикация двух точек в ритме секунд.

ВНИМАНИЕ! СХЕМА ИМЕЕТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВА СОБЛЮДАЙТЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ!

Рисунки печатной платы для обеих сторон приведены на рис. 3.2 и 3.3, схема расположения элементов – на рис. 3.4.

Рис. 3.2

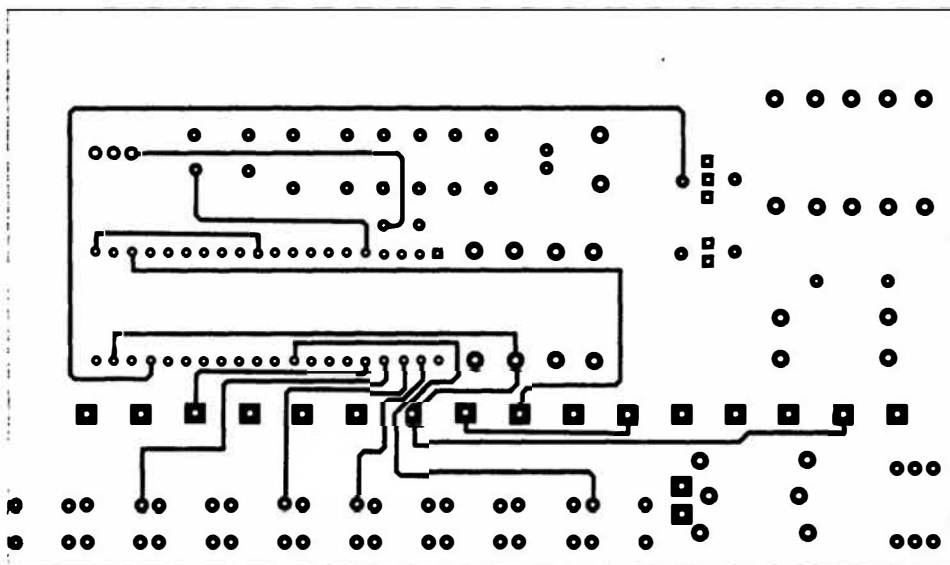


Рис. 3.3

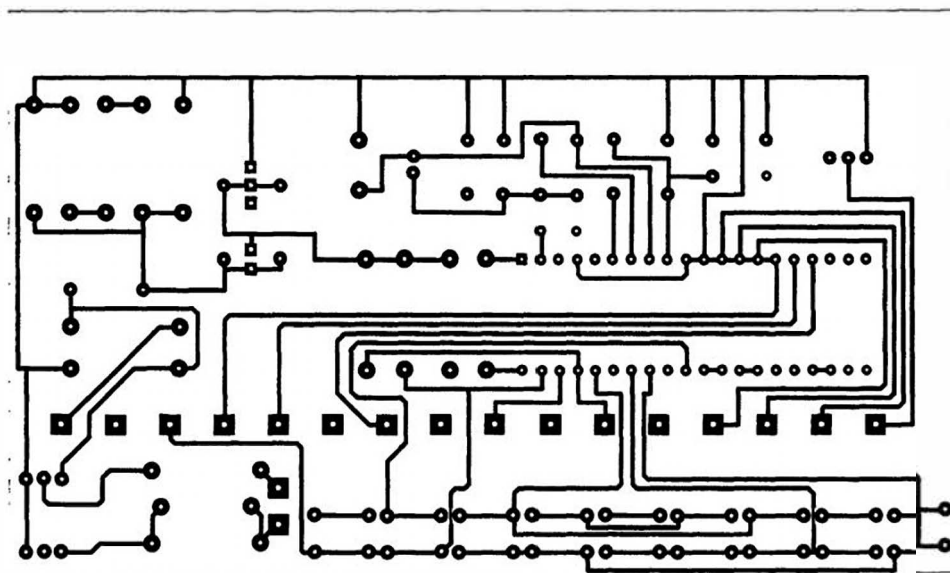
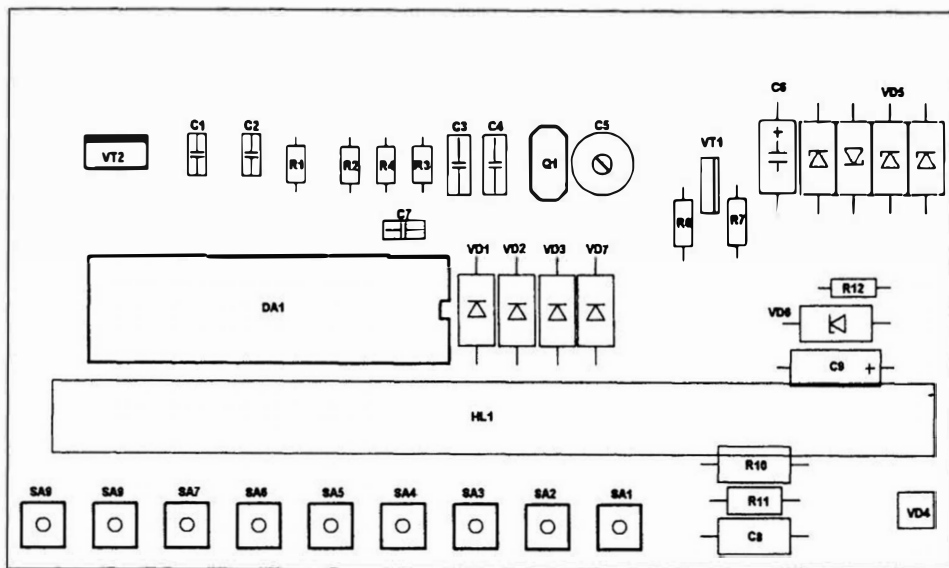


Рис. 3.4



Глава 4

Электронные музыкальные звонки на УМС-7 (8)

П

оявление специализированных микросхем музыкальных синтезаторов значительно упростило конструирование музыкальных автоматов и звонков. Эти синтезаторы просты в использовании и требуют для работы минимум навесных элементов. Для нормальной работы синтезатора необходим внешний кварц на частоту 32768 Гц. Управление работой микросхемы осуществляется двумя кнопками: «Пуск» и «Выбор». Кнопка «Пуск» разрешает работу микросхемы, кнопка «Выбор» позволяет выбрать одну из мелодий синтезатора.

Универсальные музыкальные синтезаторы (УМС) выпускают в двух модификациях: УМС-7 и УМС-8. Они абсолютно идентичны по характеристикам и отличаются только напряжением питания: для УМС-7 напряжение питания составляет 3 В, для УМС-8 достаточно 1,5 В. В одном корпусе может быть «зашиито» от 1 до 8 мелодий. Количество мелодий обычно указано в маркировке микросхемы. Например, маркировка УМС7-4 означает, что данная микросхема работает от источника напряжения 3 В и содержит в ПЗУ 4 мелодии.

4.1. Миниатюрный звонок на УМС-7 (8)

Один из вариантов включения микросхемы УМС приведен на рис. 4.1.

Стандартная схема включения дополнена конденсатором С2, что обеспечивает надежный запуск внутреннего генератора. С выхода микросхемы звуковой сигнал через резисторный делитель R1, R2 поступает на базу составного транзистора VT1, в коллекторную цепь которого включен громкоговоритель. Включение звонка осуществляется кнопкой SA1, выбор мелодии — кнопкой SA2.

Рисунок печатной платы звонка приведен на рис. 4.2, схема расположения деталей на плате — на рис. 4.3.

Рис. 4.1

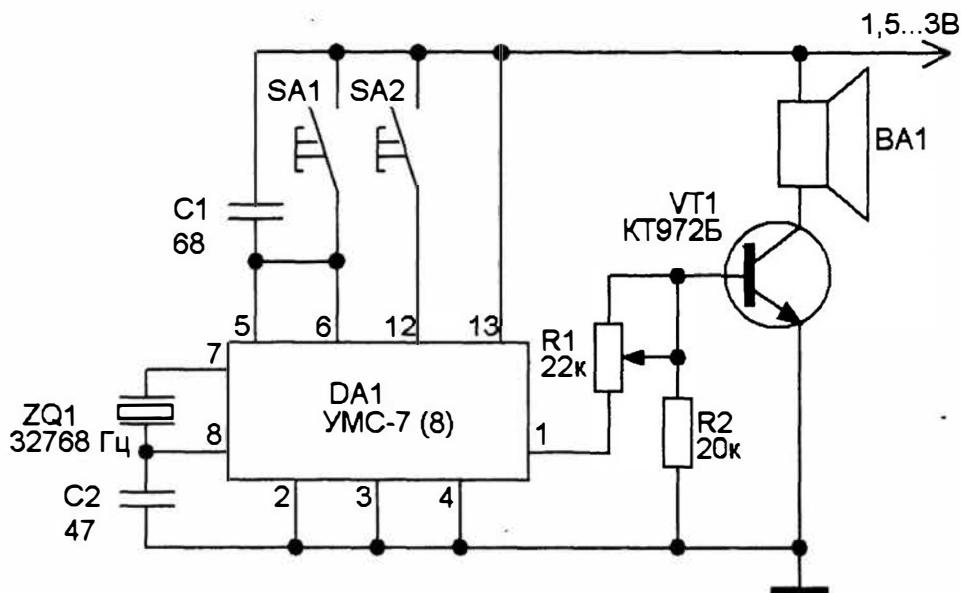


Рис. 4.2

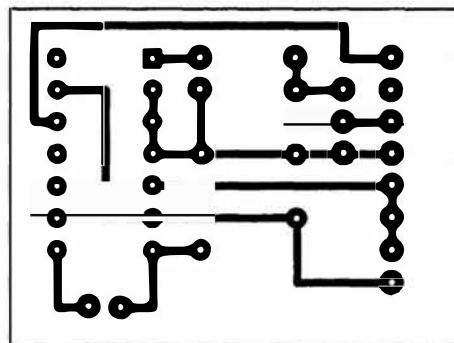
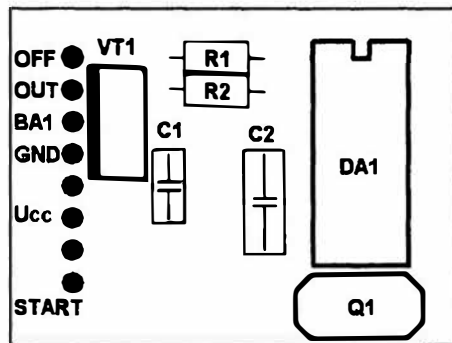


Рис. 4.3



4.2. Квартирный звонок на УМС-7 (8) с питанием от сети

Широкий выбор мелодий, предлагаемых производителями, и неплохие качественные характеристики делают микросхемы УМС весьма привлекательными в качестве квартирных звонков.

Схема квартирного звонка на базе УМС приведена на рис. 4.4. Поскольку потребление подобной конструкции невелико, то для ее работы можно вполне использовать бестрансформаторный сетевой источ-

Рис. 4.4

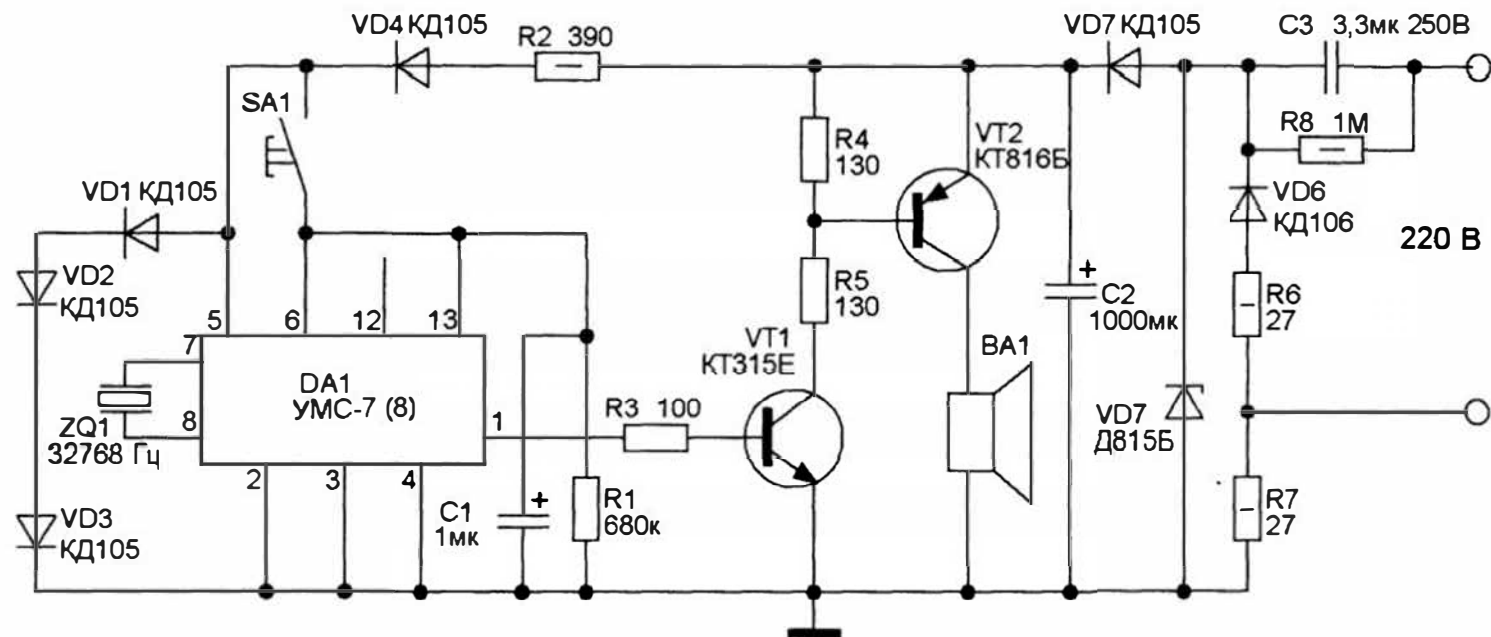


Рис. 4.6

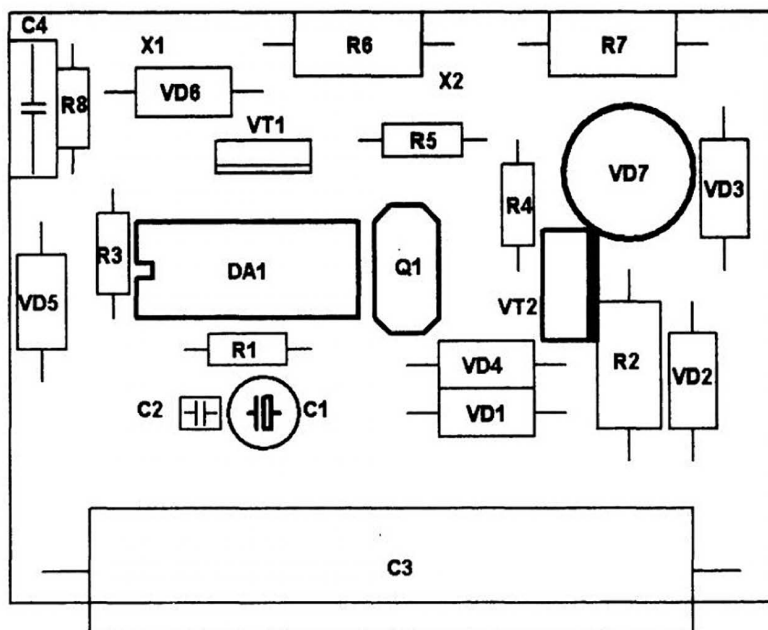
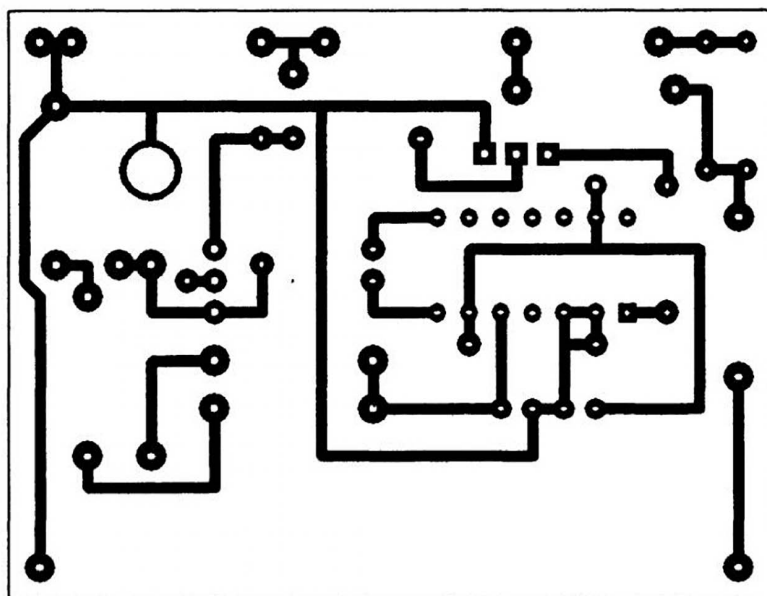
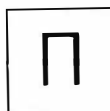


Рис. 4.5



Глава 5

Программируемый музыкальный автомат



Программируемые музыкальные автоматы очень популярны у радиолюбителей. При относительной простоте они позволяют получить довольно качественное звучание. Способ синтеза музыкальных звуков позволяет записать в ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) большое количество мелодий.

Один из вариантов такого автомата приведен на рис. 5.1. Функционально автомат можно разделить на 5 блоков: тактовый генератор (DD1.1, DD1.2, R1, C1), тональный генератор (DD1.3, DD1.4, DD1.5, R2, C2), ПЗУ микрокоманд (DD3), блок делителей (DD4—DD8), УНЧ (R9, VT3, VT4).

Работает автомат следующим образом. С выхода тактового генератора импульсы поступают на счетчик адреса ПЗУ (микросхема DD2). Выходы счетчика подключены к адресным входам ПЗУ микрокоманд. Выходные сигналы ПЗУ поступают на информационные входы делителей (DD4, DD5 — основной делитель, DD6, DD7 — унисонный делитель). При появлении на выводе 11 счетчиков уровня логического «нуля» происходит загрузка кода микрокоманды в счетчики. Импульсы, поступающие с тонального генератора на счетные входы делителей, вычитаются из кода, загруженного из ПЗУ микрокоманд, и на выходе делителей появляются импульсы с частотой, пропорциональной кодам, записанным в ПЗУ (назовем их «тональными»). Далее «тональные» импульсы поступают в формирователь меандра (DD8). С выходов формирователя меандра «тональные» импульсы через резисторы R7, R8, R9 поступают на базу составного транзистора (VT3, VT4) и далее — на громкоговоритель BA1.

Печатная плата устройства приведена на рис. 5.2, а расположение элементов на плате — на рис. 5.3.

В качестве примера в таблице 5.1 приведены коды для прошивки ПЗУ K573PФ2 с записью примерно 50 популярных мелодий.

Таблица 5.1

```
:1000000001660066665A66727278889898CACACA8B
:10001000CA00CA989888787272788866666666663A
:1000200001660066665A66727278889898CACAA0035
:100030000098727278886666788898989898000018
```



```

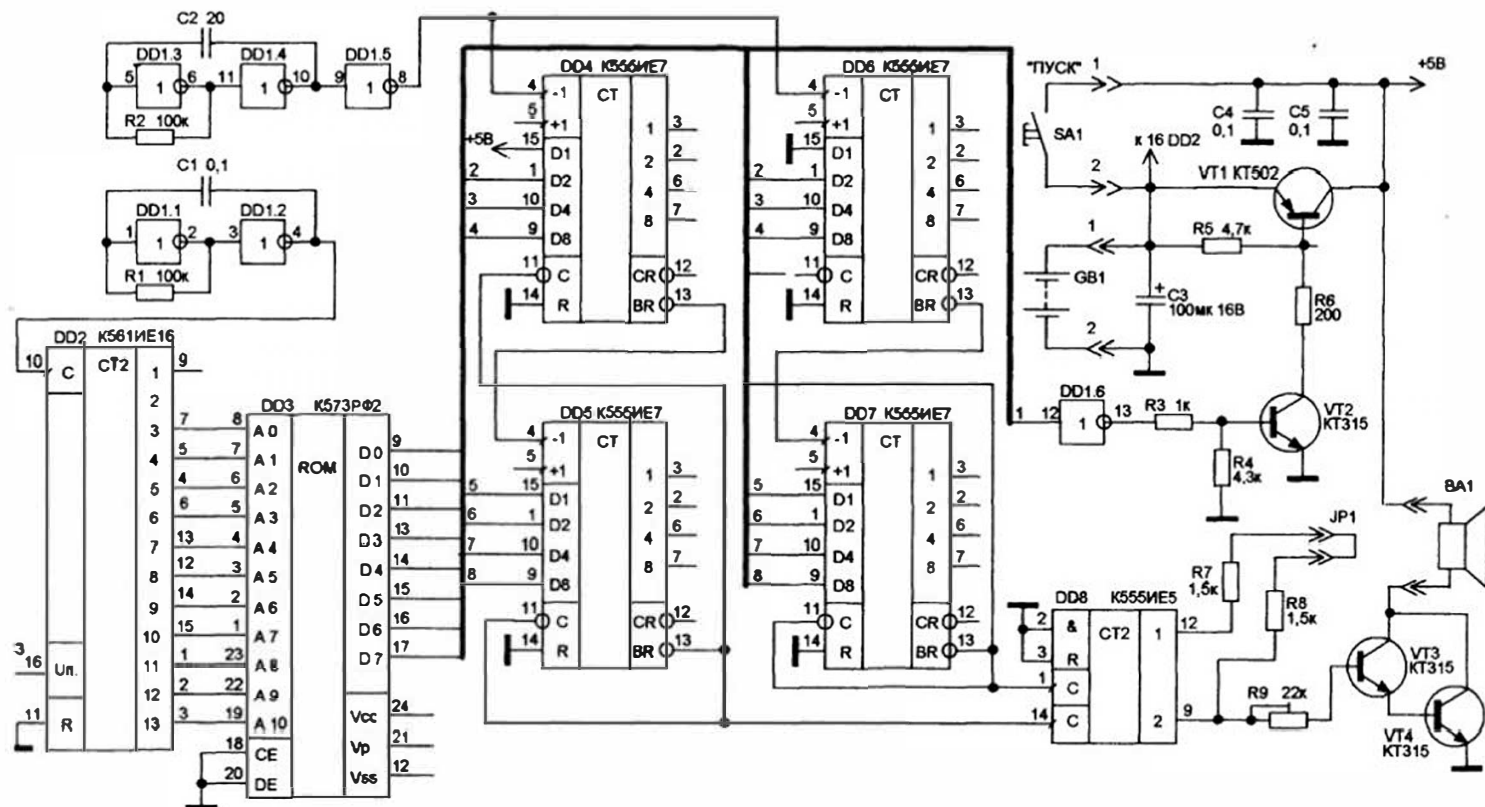
:10004000016666565A666666660000807266667268
:10005000808888008898888888800000000000D0
:1000600001980098606060606060667266666666AF
:100070006666727872727272808088889898989892
:10008000016C006C786C665A5000505098505A5A67
:10009000A06C504C78504C807878787878000000CC
:1000A00001989898A0CAF2F2F20000CACAA0A088EB
:1000B00088889898CA0A0A098A0A0A0A0000008E
:1000C00001809084B4D600D6D6D6B4B4C0C000C0B7
:1000D000C09898808000807878007878787878F0
:1000E000015A5A66667872666678726666727888B1
:1000F000885A005A66727872666678726666727896
:100100000178727878729090727872808090AAAA42
:100110009080787272C0C090907272728080888075
:100120000198726066726072667290809898989872
:100130000098726066726072667298A0AAAAAAAF3
:10014000014844484C4844480048444836484850D0
:10015000005048505A60505A005A5A606C726C6C89
:1001600001786C605A505A60606C5A5A60606C78C2
:10017000789088786C606C7878A088889090A0B42B
:1001800001988878789888788898A0B4A09888A0F2
:10019000CA988878789888788898A0B488A0CA98EF
:1001A00001AA8066564C5660666066728080AAAA74
:1001B000AA8072808888AAAAAA606672666680B011
:1001C000015A6C88A0B46C7878B46C7878B46C8878
:1001D000885A6C88A0B46C7878B46C7884888888B5
:1001E0000172485A4C56005656725660606C006C4C
:1001F0006C804C56565A005A5A72484C4C565656B9
:10020000015A66727888885A66667878000000A5
:100210000066727888909066727272727200000046
:100220000188889898AAAB4B4787878889090B40D
:10023000B4727272788888872CACACACACACA0076
:1002400001F2A0B4888888987800787878787878EF
:1002500000F2A0B488888898720072727272720A
:1002600001B47888666666726060605A5050505A71
:100270006060605A507278889898989898000082
:10028000015A5A50505066727272727272665A85
:100290005A5A50787878787878787878000000022
:1002A000015A005A666C6C88885A5A66666C6C00F3
:1002B000885A5A66666C6C5A666666666000000006
:1002C000015A5656665A5A005A565666665A5A5A2D
:1002D000727278787866666666600000000000D4
:1002E00001787800787800787888987272788866D3
:1002F0006672785A5A6672007272665A505050503E
:1003000001888856565A5A666666666666727278BC
:100310007898985A5A666672727272727272000097
:1003200001660066666C006C6C006C006C786C6634
:1003300078780066006666666C006C786C66787823
:1003400001A0A0CAB4A0A07880A0A0A0A0A000F6
:1003500000A0B4CAB4A078A09888888888888004B
:10036000016060606C788090900090788090A090A0
:10037000C0D6C0C0C0C0C0C0C0000000000000E7
:1003800001D600D6D6A09088786C66660066666650
:10039000660066006666B4A0909088786C6C6C6CA1
:1003A000018080786C6C80A0A0A0A000005A5A60E8
:1003B000606C6C78786C6060008078786C6C6C0035
:1003C00001CACAC0C0C0C07878808090909090C0A8
:1003D000C09090A0A0AAAC0C0AAAAA0A0A0A00055
:1003E00001A0A0A090808090A0AAC0AAA09090D6C2
:1003F000A0A090808090A0AAC0AAA090900000029
:1004000001C0606060006000606C786C6C6C6C4B
:10041000000000C05A5A005A005A606C6060606068
:1004200001CAB4A0A0AAA07878A0CAB4B40000D62B
:10043000CAB4B4C0B49898A0D6CACA0000000000DC

```

Программируемый музыкальный автомат

:1004400001C0C090908080787878780000908078A3
:1004500078908078807860606CB4B4B4B4007C
:100460000190889090D6C0B4D690889090C0B4A0E7
:10047000C090889090C0B4A0A090889090909090E8
:10048000019080786C788090009080786C78809073
:100490000090807878786C6C6C6C7878808000CC
:1004A00001C09098908090A090A0A0B48400B48B3
:1004B000B400D6A0AAA090A0D6B4C0C0C0C0004E
:1004C00001C000C0C090C000C0C090C0B400B4C0A3
:1004D000B4B4B4D600D6D6A0D600D6D6A0D6C0C066
:1004E000018888008890A0A0D6D6888090A0A0A07F
:1004F0000088008890A0A0D6D690A000A0A0AAAAAC
:1005000001F2CAA0CAB4B4CAD6A0A0B484F2F2F23E
:10051000F2CAA088008878788898A0A0A0A00000DF
:1005200001D68890788890A000A0D688907888908E
:10053000A000A0D68890788890A0AAA090909090D3
:100540000184B4F2F2B4B4A0A088889898A0A0B482
:10055000B4A0A0A0A0A0A0A0A0A00000000000047
:1005600001A0A000A0A0C0C0F2F2727272788888C8
:100570007878888888788898989898989800000063
:10058000016C6C7878888890909090A0A000000012
:100590006C6C787888880088888888909000000043
:1005A000019088785A6666000090887866006666D2
:1005B0006C6C9090907888888888000000000001B
:1005C00001786C66789898666C6C88786C88A0A0C6
:1005D0006C787898887898B47880786CB4CACACAED
:1005E00001888088AA88B088AA9888989888880036
:1005F00000888088B4988088B4AA98AAAAACACA0039
:1006000001B4A098987878A0A0A0ACACACA8845
:100610008888B49898A0A0B4B4B4B4CACACACA00AE
:1006200001D6D6CACAB4B4D6D6CACAB4B49898A0A9
:10063000A0D6D6D600D6CACAD6F2F2000000000074
:10064000014C004C4C565A6666564C56565A5A5AED
:100650005A5A725A5A6672787866787272727272E0
:10066000019888787272787898727898727278782F
:100670009878787878888898A0A0A0A0A000022
:1006800001F2C0A072727878A07278A0727278A01D
:10069000A072727272727278788888989898989816
:1006A00001786C666C78666C78886C666C7878001B
:1006B000786C666C78666C78886C787878780000EE
:1006C0000190909090B400B4A0B4909090900000ED
:1006D000909090906C5A606C006C8890A0A0A0A044
:1006E00001565A565A726666565A5A4C4C5656001D
:1006F00000565A565A726666565A5A72726666663C
:1007000001A0A0C0B4B40000780078007878800020
:100710008000808090D6C0C00000C0809090900083
:10072000015A5A88884C44565A6666666688888894
:100730008866678785A665A668888888888800C5
:100740000198988880808098800080889888888CADE
:10075000008888807272788720072808898989877
:100760000166664C4C56564C566000606672666672
:1007700098980060607266668088CA8088989898A9
:1007800001B49878788898787878880088888888FC
:1007900000A0988888A098B4B4B4B4B40000000055
:1007A00001CAB4A0A0AAA07878A0CAB4B40000007E
:1007B00000D6CAB4B4C0B49898A0D6CACA00000083
:1007C00001F2F2CA98888888B498A0B4A088889862
:1007D0009800F2CAB4CA7278725A5A5AA0CACACADF
:1007E000017272AAB4B4AAAAAA7272AAB4B4AAAAACA
:1007F000AA7878B4CACAB4B4B47878B4CACAB4B45B
:00000001FF

Рис. 5.1



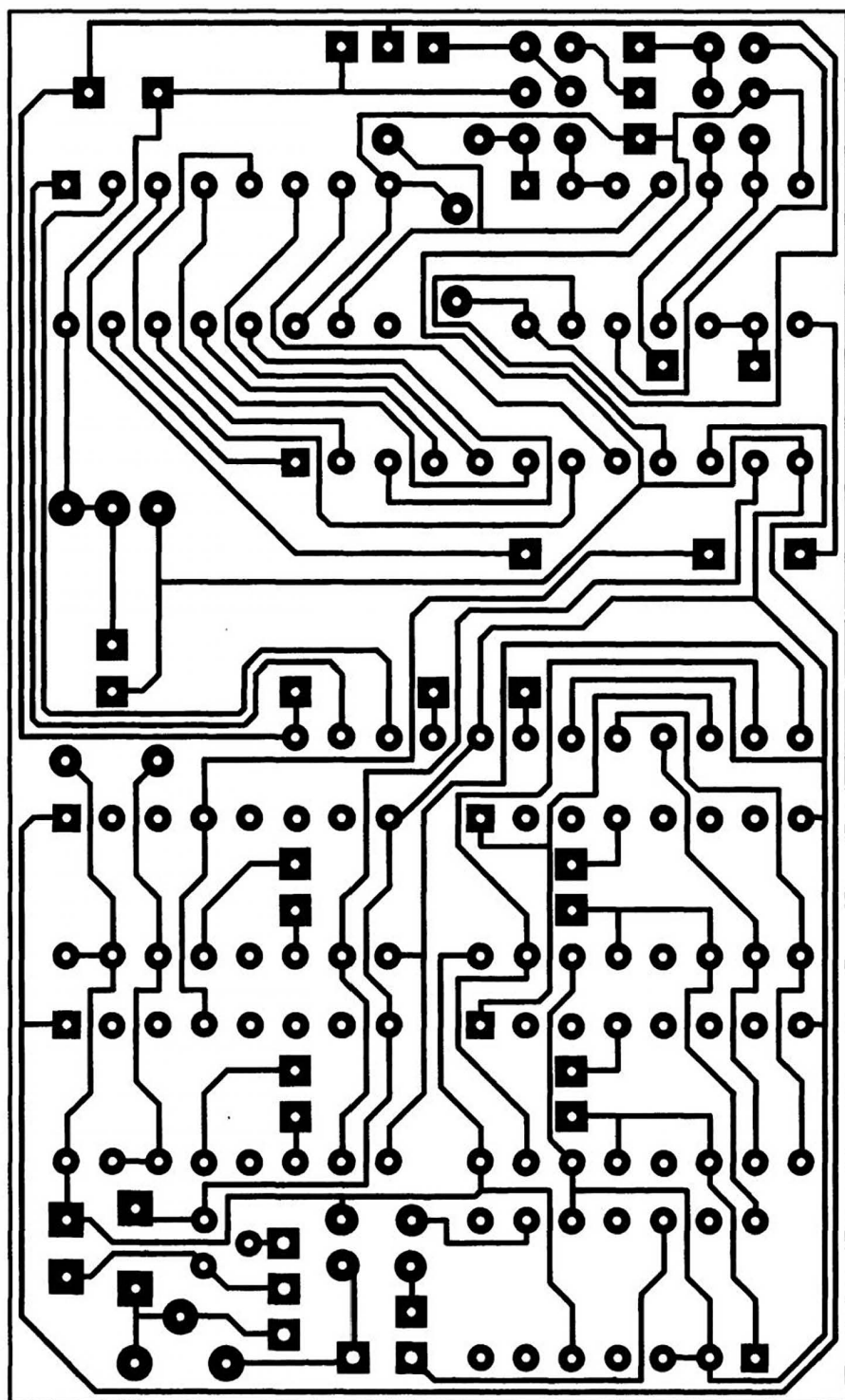
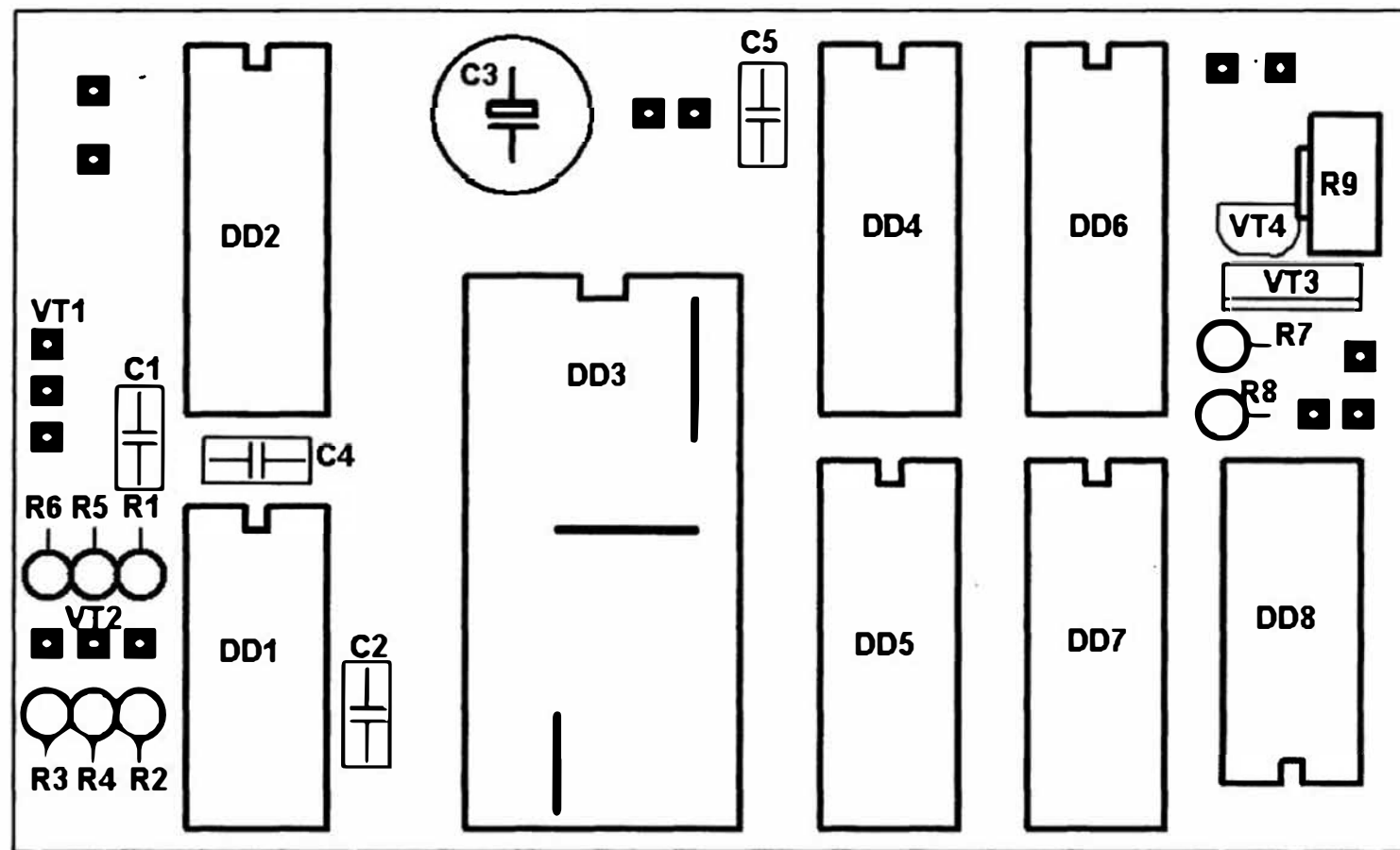


Рис. 5.2



Глава 6

Программируемые «говорящие» автоматы (синтезаторы речи)

6.1. 8-битный программируемый «говорящий» автомат

С

хема синтезатора изображена на рис. 6.1.

На элементах DD1.1—DD1.3 собран задающий генератор. Резистором R2 можно изменять частоту генератора и, соответственно, темп воспроизведения речи или мелодии. Счетчики DD2, DD3 осуществляют перебор адресов ПЗУ DD4, в котором записана оцифрованная звуковая информация. При включении питания происходит обнуление счетчиков схемой сброса R1C1. Перемычками JP1, JP2 выбирается тип используемого ПЗУ (и, соответственно, разрядность счетчиков). На элементах R3—R10 и C4, C5 собран простейший цифро-аналоговый преобразователь. Как показывает практика, удобнее всего использовать только шесть разрядов, отбросив самый младший и самый старший разряды. Дело в том, что старший разряд, как правило, не вносит значительной доли информации. А младший вносит в сигнал значительный шум (так называемые шумы дискретизации). В качестве усилителя мощности использован УНЧ LM386. Выбор данной микросхемы обусловлен следующими соображениями: малые габариты, простота использования и минимальные нелинейные искажения. С несколько худшими результатами можно использовать любой другой малогабаритный УНЧ с соответствующей схемой включения (например, K174УН4, K174УН7, K174УН14 или TDA2003, TDA2030 и т.д.). Резистором R9 регулируется громкость воспроизведения.

На транзисторах VT1, VT2 собрана схема управления питанием всей схемы. Рассмотрим работу схемы при питании от сети. Схема сетевого блока питания приведена на рис. 6.2. При нажатии кнопки SB1 на реле через транзистор VT1 подается напряжение и реле самоблокируется одной из своих обмоток. По окончании перебора адресов импульс со старшего разряда счетчика через инвертор DD1.5 поступает на базу транзистора VT1. Транзистор открывается, реле разблокируется и полностью отключает схему от сети.

Для упрощения трассировки платы пришлось переставить местами некоторые адреса. Перестановка адресов производится специальной

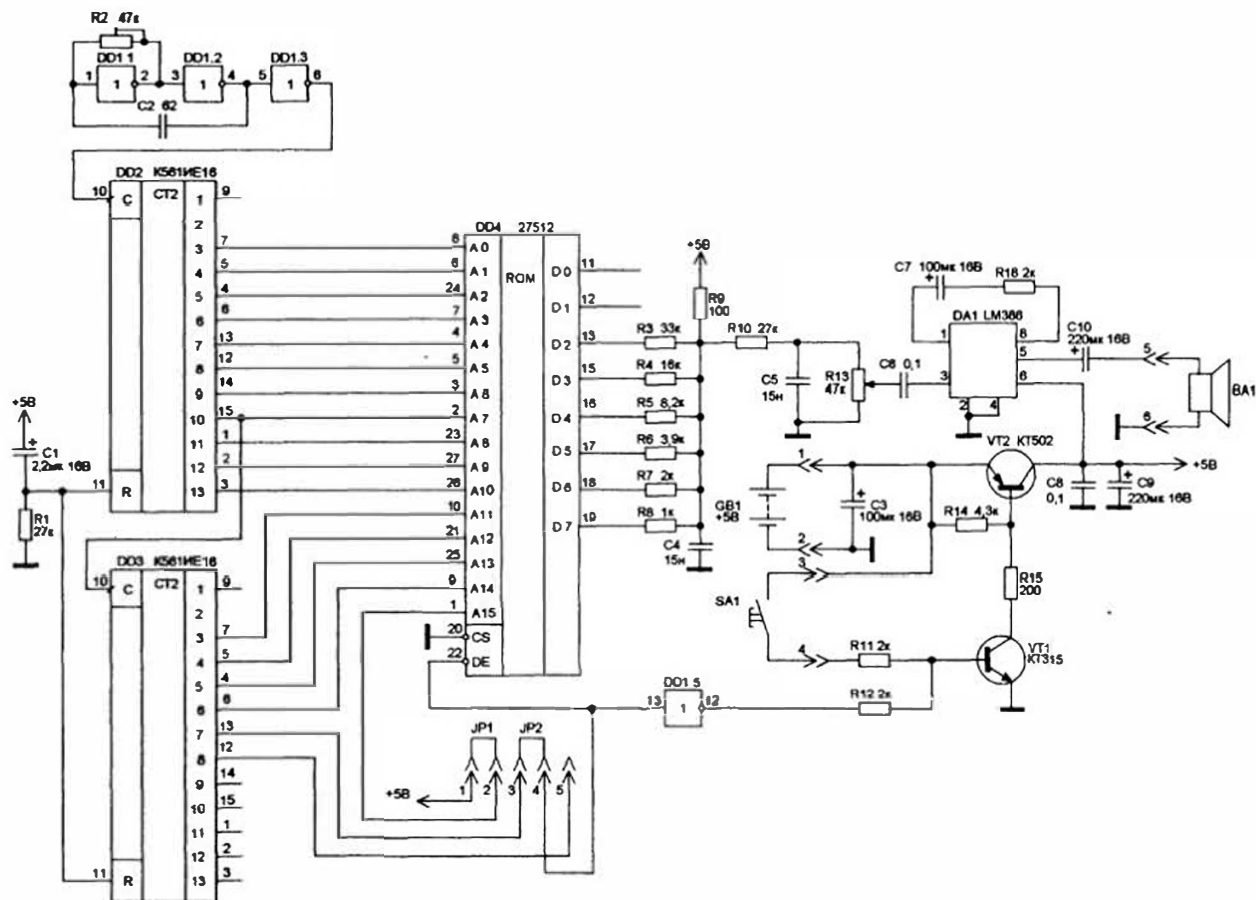
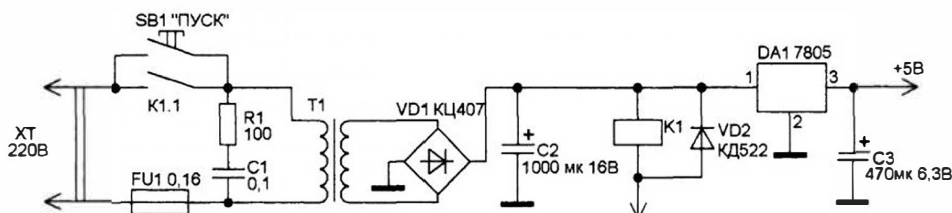


Рис. 6.2



программой, которая перекодирует исходный файл. Программа перекодировки находится на прилагаемом к книге компакт-диске.

Оцифрованный звуковой сигнал, записанный в ПЗУ, получают следующим образом. В качестве исходного берется обычный WAV – файл MS WINDOWS формата 8000 или 11025 Гц МОНО. Речевой (как, впрочем, и музыкальный) сигнал удобно получить с помощью программы ФОНОГРАФ той же MS WINDOWS. Файл загружают в любой текстовый редактор. Как правило, первые 100–200 байт не являются информативными. Они содержат служебную информацию, шумы и т.д. Файл выравнивают по размеру используемого ПЗУ, убирая первые 100–200 байт и последние «лишние» неинформативные байты. Далее отредактированный файл загружают в программатор и «зашивают» в ПЗУ.

В таблице 6.1 показано соответствие адресов для схемы, изображенной на рис. 6.1.

В качестве примера в таблице 6.2 (она находится на прилагаемом диске) приведены коды для прошивки ПЗУ 27C512 с записью звона колоколов и фразы: «Откройте, пожалуйста, дверь – к вам гости!».

Печатная плата устройства приведена на рис. 6.3, а расположение элементов на плате – на рис. 6.4.

Таблица 6.1

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
15	01	08	10	00	13	14	11	12	07	05	06	03	09	04	02

6.2. 4-битный программируемый «говорящий» автомат

Как показывает практика, для многих применений вполне приемлемого качества воспроизведения звука можно добиться, используя только четыре разряда (в телефонах с АОН, автоответчиках и т.д.). Поэтому, используя обычное 8-разрядное ПЗУ, можно попытаться записать вдвое больший объем информации. Схема подобного устройства изображена на рис. 6.5. Ее отличие от схемы, приведенной на рис. 6.1,

Рис. 6.3

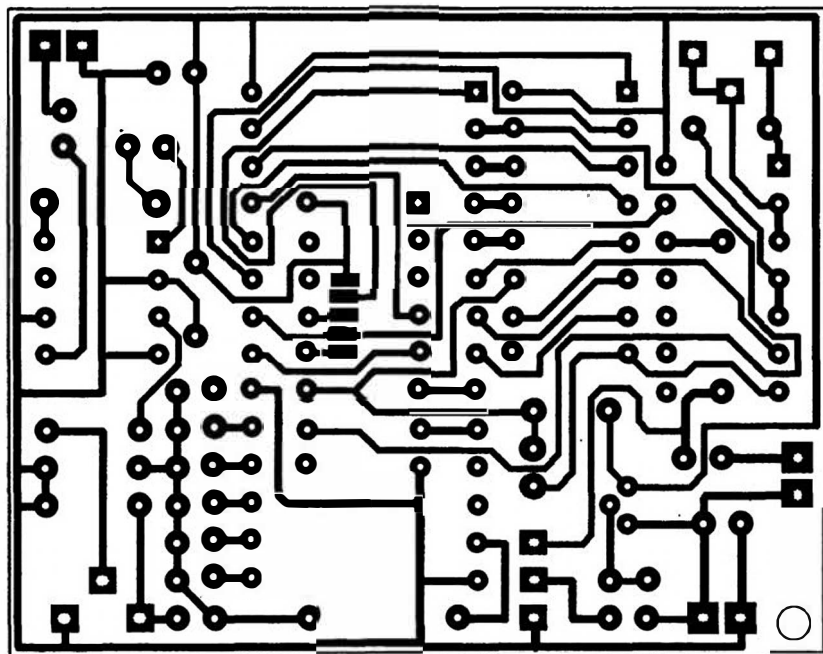


Рис. 6.4

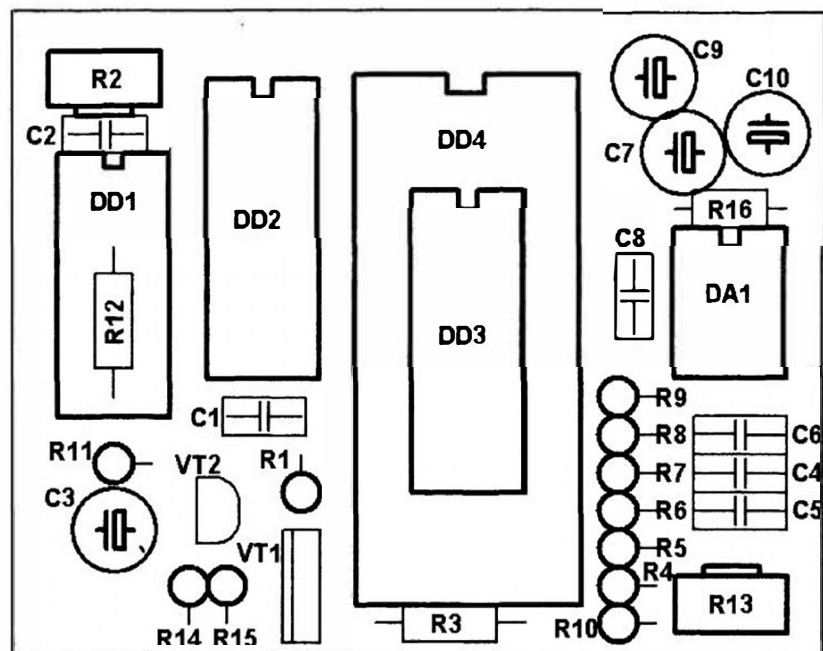
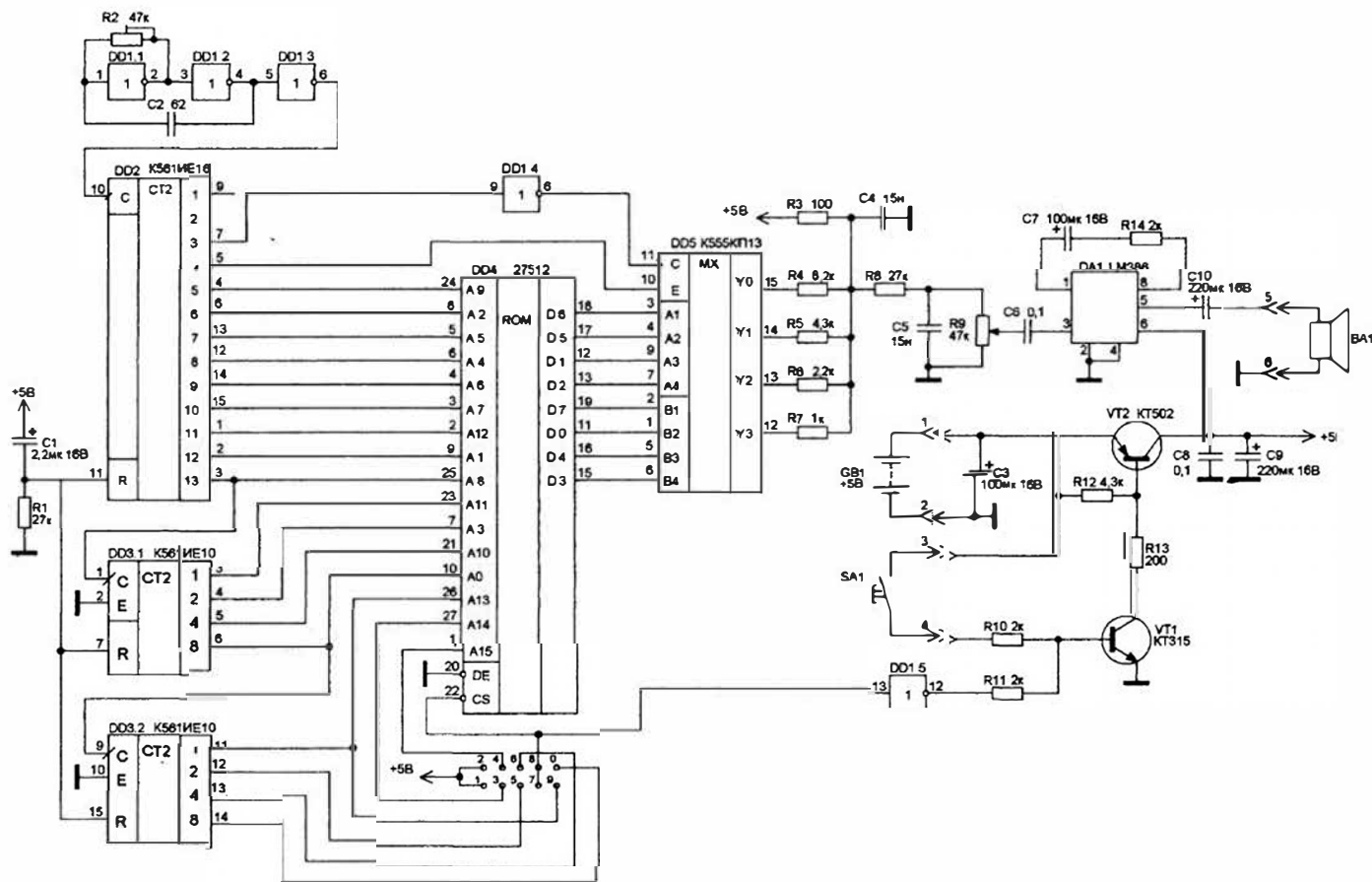


Рис. 6.5



заключается в введении в схему коммутатора DD5. Информация считывается из ПЗУ через коммутатор поочередно с младшей и старшей половинок байта. Во всем остальном работа схемы совпадает с предыдущей. Выбор типа ПЗУ осуществляется перемычками JP1—JP3. Разумеется, для данной схемы нельзя непосредственно использовать файл, полученный для схемы, изображенной на рис. 6.1. Для этого необходимо его обработать специальной программой, которая «округляет» разрядность данных до четырех и «перемешивает» полубайты. Кроме того, программа позволяет изменять порядок расположения адресов и данных, что упрощает трассировку печатной платы. На приведенных схемах порядок расположения адресов и данных изменен таким образом, что печать располагается только с одной стороны, что существенно удешевляет конечную стоимость изделий.

В таблице показано соответствие адресов для схемы, изображенной на рис. 6.5.

В качестве примера в таблице 6.3 (она находится на диске) приведены коды для прошивки ПЗУ 27C128 с записью звона колоколов и фразы: «Откройте, пожалуйста, дверь — к вам гости!».

Печатная плата устройства приведена на рис. 6.6, а расположение элементов на плате — на рис. 6.7.

6.3. 8-битный программируемый «говорящий» автомат с несколькими банками памяти

На рис. 6.8 изображена схема синтезатора речи, позволяющего выбрать желаемую фразу (мелодию) из восьми (четырех) банков памяти. На элементах DD4.1, DD4.2 собран тактовый генератор, задающий темп воспроизведения речи (мелодии). Регулировка частоты осуществляется переменным резистором R10. Выбор желаемого банка ПЗУ и, соответственно, фразы или мелодии осуществляется установкой старших разрядов адреса ПЗУ, формируемых приоритетным шифратором на микросхеме 74HC148. Сигнал E0 DD3 разрешает прохождение импульсов генератора на тактовый вход счетчика DD5 при появлении на одном из информационных входов шифратора сигнала логического «0». Сигнал G разрешает выбор ПЗУ при выборе любого банка. Счетчики DD5, DD6 осуществляют выбор младших адресов ПЗУ. По окончании перебора младших адресов счетчики обнуляются. Для исключения эффекта «дребезга» контактов сигналы, поступающие на вход шифратора, проходят через регистры-защелки на микросхемах DD1, DD2. При случайном нажатии более чем одной кнопки выбирается банк с более высоким приоритетом. Если какой-то банк выбран, то до окончания воспроизведения фразы (мелодии) выбор другого банка невоз-

Рис. 6.6

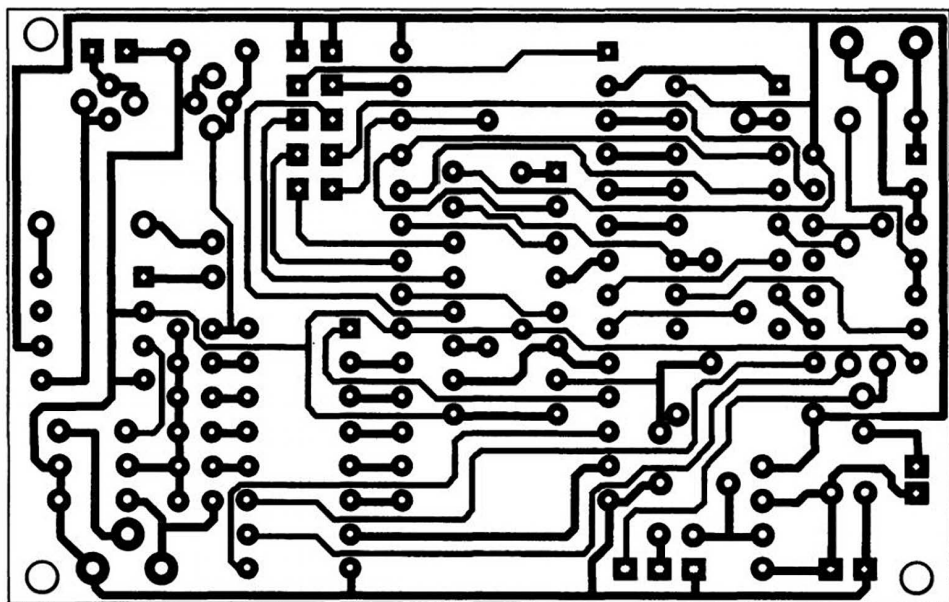
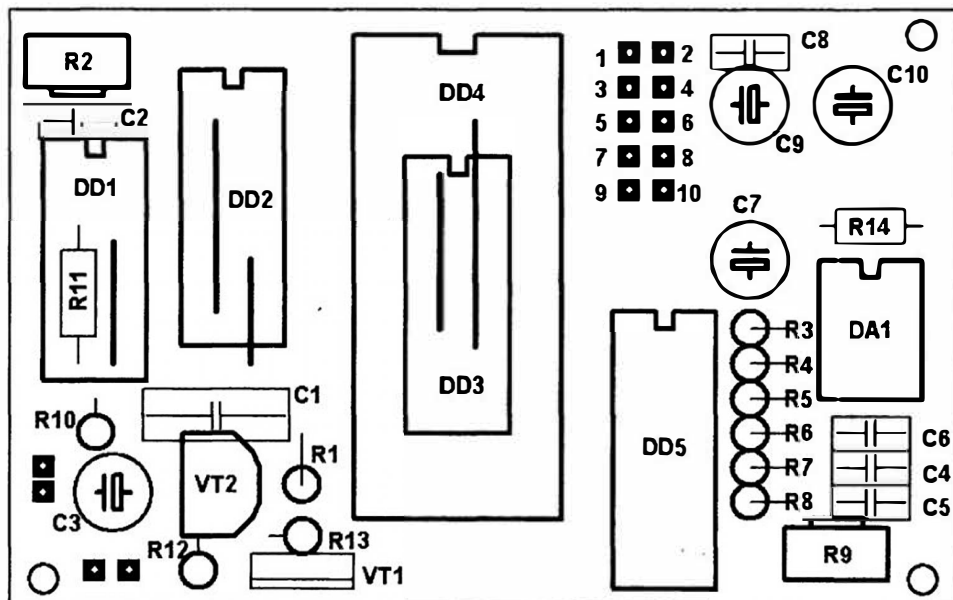


Рис. 6.7



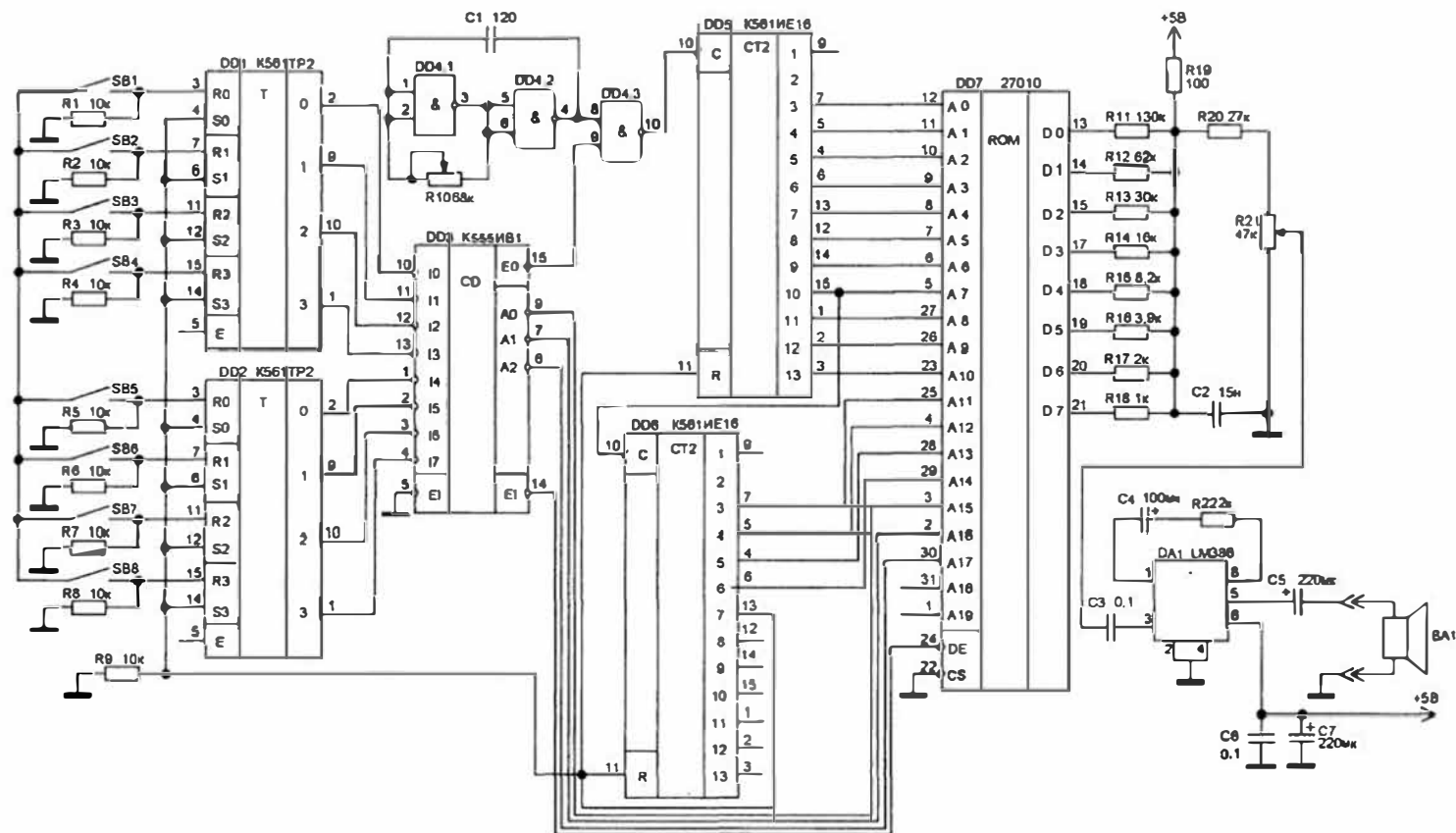


Рис. 6.9

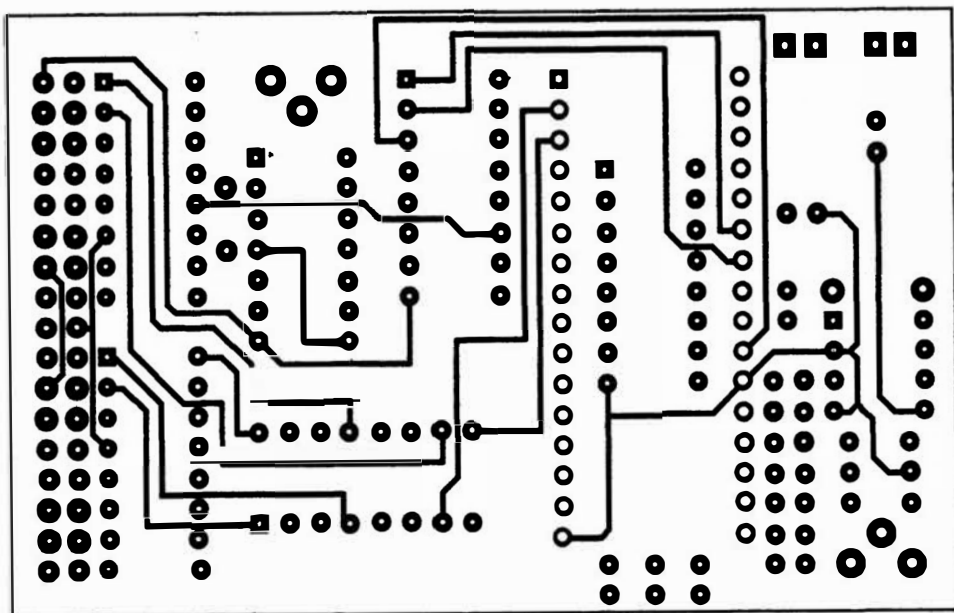


Рис. 6.10

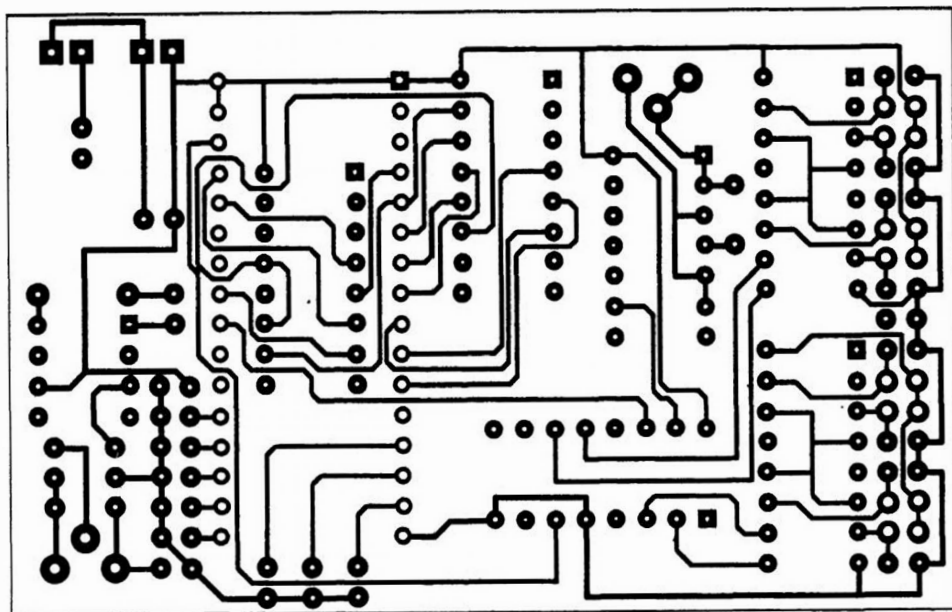
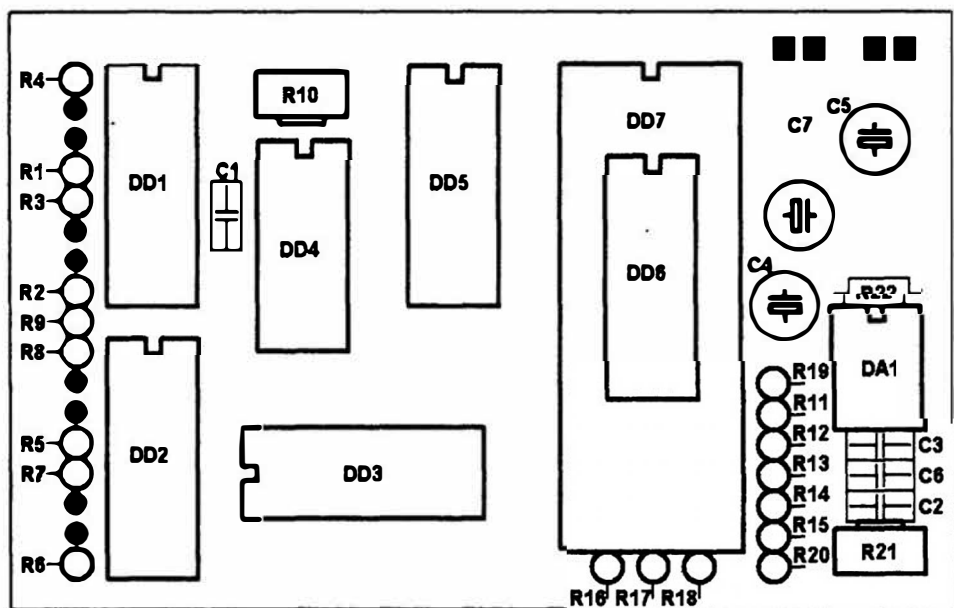


Рис. 6.11



возможен. По окончании воспроизведения происходит установка регистров-защелок в исходное состояние и устройство готово к выбору следующего банка. Количество банков можно уменьшить вдвое, если исключить из схемы регистр-защелку DD2 и элементы R5—R8. Неиспользуемые информационные входы шифратора необходимо подключить к источнику питания. Если емкость ПЗУ при этом оставить неизменной, то объем каждого банка возрастет вдвое. При этом количество младших адресов увеличивается на один, а у шифратора используются только младшие два разряда адреса. Приоритетный шифратор можно заменить микросхемой K555IB1, которая является полным функциональным аналогом и совпадает с ней по назначению выводов. При этом несколько возрастет потребляемая мощность устройства.

Рисунки обеих сторон печатной платы устройства приведены на рис. 6.9 и 6.10, а расположение элементов на плате – на рис. 6.11.

Глава 7

Миниатюрный блок питания

В

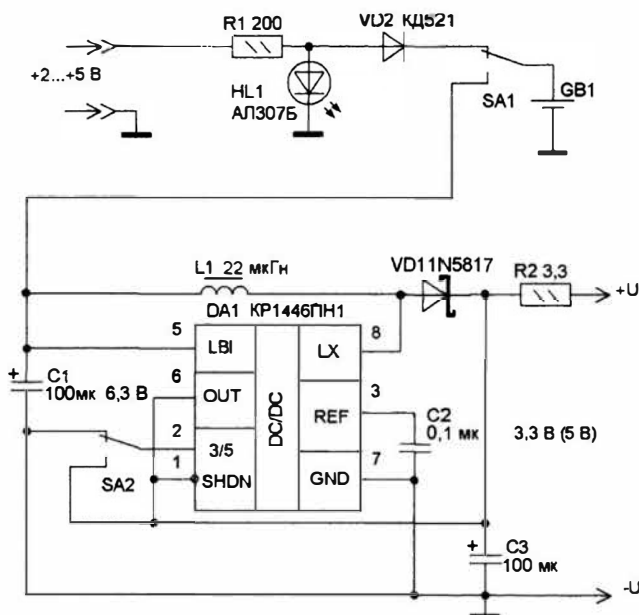
повседневной практике радиолюбителя (и не только!) возникает потребность в компактном источнике напряжения 3–5 В. Чтобы постоянно иметь под рукой такой источник, приходится носить с собой несколько аккумуляторов или пальчиковых батареек.

Появление миниатюрных интегральных преобразователей позволяет легко решить эту проблему. Удалось собрать компактное (55×30×10 мм) устройство с питанием всего от одной (!) пальчиковой батарейки или аккумулятора типоразмера АА или ААА. Выходное напряжение 3,3 В при токе до 200 мА или 5 В при токе до 100 мА.

Схема преобразователя изображена на рис. 7.1. Преобразователь построен на базе отечественной микросхемы КР1446ПН1, включенной по типовой схеме. Рассмотрим работу преобразователя подробно.

Преобразователь содержит простейшее зарядное устройство, позволяющее осуществлять зарядку аккумулятора. Светодиод HL1 пред-

Рис. 7.1



назначен для индикации режима зарядки аккумулятора и одновременно является стабилизатором напряжения. Резистор R1 служит для ограничения тока зарядки и выбирается в зависимости от емкости применяемого аккумулятора (0,1xI, мА).

Переключение режимов работы РАБОТА-ЗАРЯД осуществляется переключателем SA1 (на схеме расположения нижнее положение движка — ЗАРЯД, верхнее положение — РАБОТА), а выбор выходного напряжения — переключателем SA2 (на схеме расположения нижнее положение движка — выбор напряжения +5 В, верхнее положение — выбор напряжения +3,3 В).

Преобразователь собран на односторонней печатной плате размером 46x17 мм из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5–1 мм.

В устройстве применены резисторы МЛТ-0,125, полярные конденсаторы типа К50-35 (мини), неполярные конденсаторы — типа К10-7 или импортный аналог. Светодиод HL1 — любой типа АЛ307 или аналогичный. Дроссель L1 — готовый миниатюрный типа ЕС24 или самодельный. Диод VD1 преобразователя — 1N5817 или 1N5819. Диод VD2 — обычный кремниевый, тип — КД521 (КД522) с любым буквенным индексом. Переключатели — любые движковые на два положения, подходящие по размеру.

Микросхему преобразователя можно заменить импортным аналогом MAX756. При этом существенно увеличатся выходные токи (до 300 мА при напряжении 3,3 В и до 200 мА при напряжении 5 В) и несколько возрастет КПД. Следует, однако, учесть, что импортный аналог заметно (в несколько раз!) дороже микросхемы КР1446ПН1.

Печатная плата устройства приведена на рис. 7.2, а расположение элементов на плате — на рис. 7.3.

Рис. 7.2

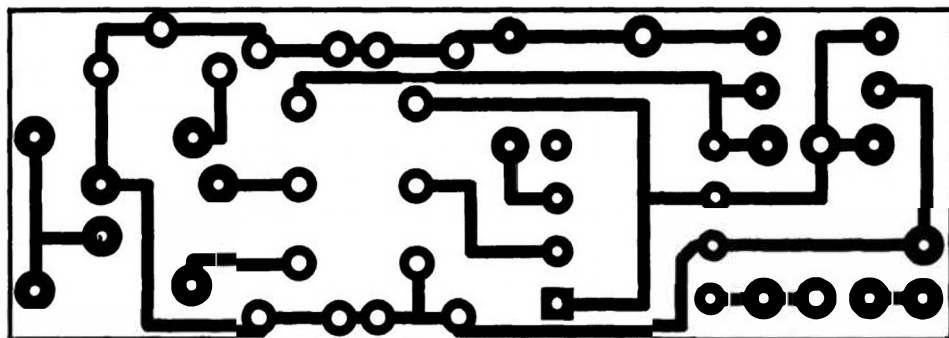
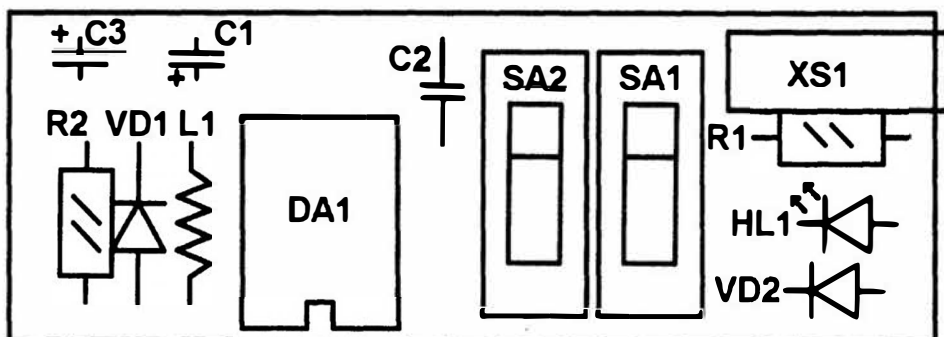


Рис. 7.3



Глава 8

Блок питания для переносной аппаратуры

Д

ля питания переносной аппаратуры в домашних условиях часто применяют сетевые блоки питания. Это не всегда бывает удобно, так как не всегда по месту применения есть свободная сетевая розетка. А если нужно иметь два или три разных источника питания? Одно из решений — сделать по возможности универсальный блок питания. А в качестве внешнего источника использовать, например, USB-порт компьютера. Как известно, в стандартном USB-разъеме предусмотрено питание для внешних устройств напряжением 5 В при токе около 500 мА. К сожалению, для работы большинства переносной аппаратуры требуется 9 или 12 В. Но появление специализированных микросхем преобразователей напряжения существенно упрощает задачу создания блоков питания с необходимыми параметрами. На рис. 8.1 изображена схема варианта блока питания, позволяющего получить 9 или 12 В питания из 5 В USB-порта.

Основа схемы — специализированная микросхема MC34063 (российский аналог — К1156ЕУ5). Микросхема MC34063 представляет собой схему управления DC/DC-преобразователем. Она содержит термокомпенсированный источник опорного напряжения (ИОН), компаратор, генератор с регулируемым рабочим циклом, схему ограничения тока, выходной каскад и сильноточный ключ. Данная микросхема специально разработана для применения в повышающих, понижающих и инвертирующих преобразователях с минимальным количеством элементов.

Напряжение, получаемое повышающим преобразователем, определяется двумя резисторами — R2 и R3. Подбор резисторов осуществляется из расчета, что на входе компаратора (вывод 5) должно быть напряжение 1,25 В. Расчет номиналов резисторов для схемы на рис. 8.1 можно производить по несложной формуле:

$$U_{\text{вых}} / (R2 + R3) = 1/25 \times R3.$$

Задав выходное напряжение и номинал резистора R3, можно легко вычислить номинал резистора R2.

Рисунок печатной платы преобразователя приведен на рис. 8.2, схема расположения элементов — на рис. 8.3.

Рис. 8.1

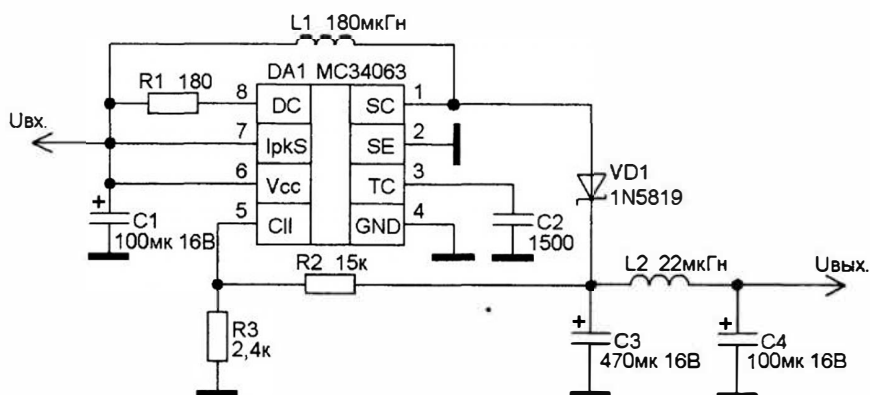


Рис. 8.2

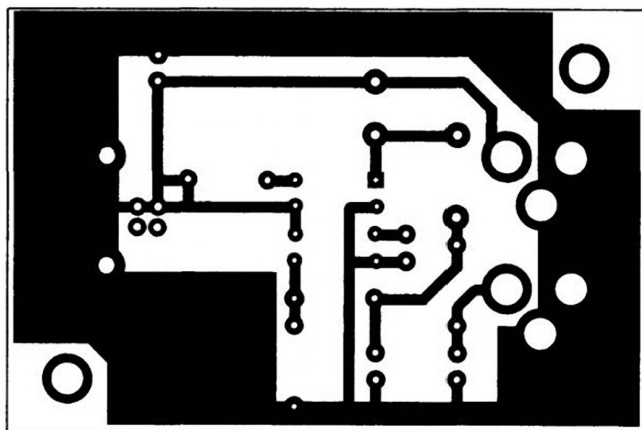
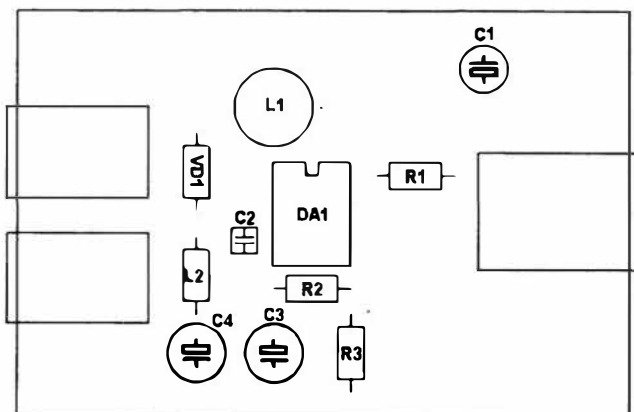


Рис. 8.3



Поскольку выходное напряжение задается резисторным делителем, можно усовершенствовать схему, добавив в нее переключатель, позволяющий получать различные напряжения по мере необходимости. Вариант преобразователя на два выходных напряжения (9 и 12 В) приведен на рис. 8.4. Рисунок печатной платы преобразователя приведен на рис. 8.5, схема расположения элементов — на рис. 8.6.

Резисторы, применяемые в устройстве, — любые, мощностью от 0,125 до 0,5 Вт, типа МЛТ или С2-29, неполярные конденсаторы — типа КД, КМ, К10-17 и т.п. Электролитические конденсаторы — типа К50-29, К50-35 или аналогичные. Индуктивность дросселя L1 — 120–180 мкГн, с рассеиваемой мощностью не менее 200 мВт. В качестве дросселя L2 применена интегральная индуктивность типа ЕС24 или аналогичная. Индуктивность этого дросселя — от 10 до 33 мкГн.

Рис. 8.4

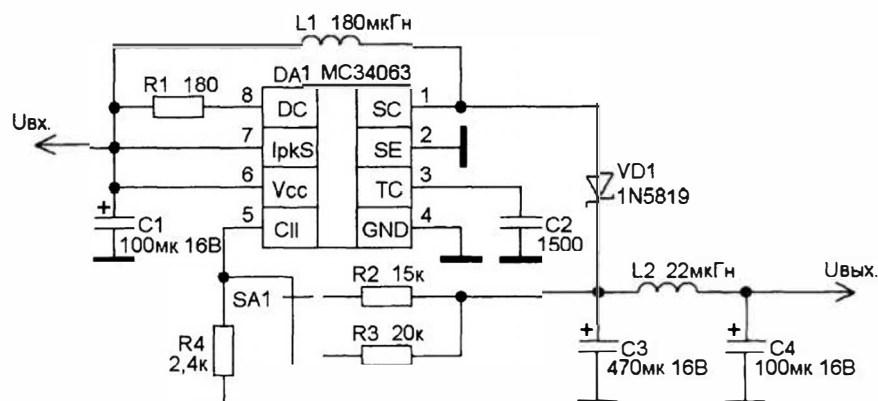


Рис. 8.5

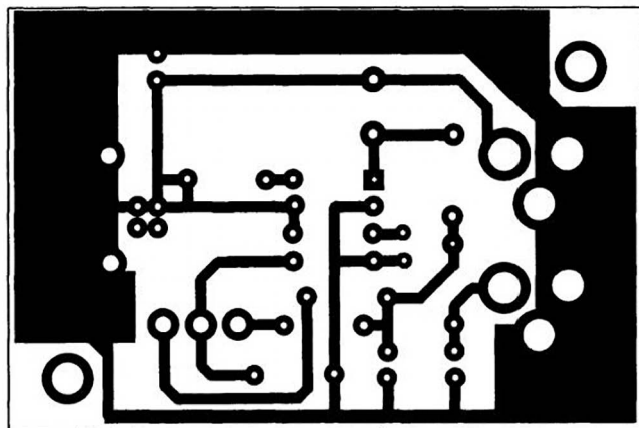
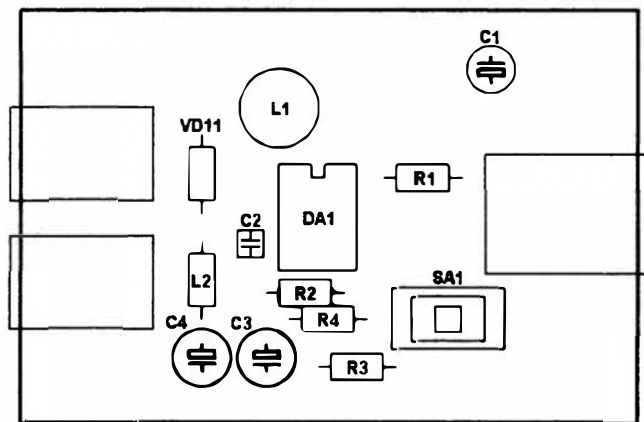


Рис. 8.6



Схемы на сверхъярких светодиодах

Преимущества светодиодов перед лампами накаливания очевидны: надежность, долговечность, стабильность работы, малое (в разы!) потребление энергии. Недостатков два: относительно высокая цена и сравнительно высокое рабочее напряжение. Впрочем, в последнее время появляются и светодиоды с малым напряжением питания (1,5 В и ниже).

Но и эти недостатки, судя по темпам развития полупроводниковых технологий, в скором времени совершенно нивелируются. Цены на сверхъяркие светодиоды постоянно снижаются. Поэтому применение сверхъярких светодиодов в радиолюбительских конструкциях — вполне закономерное и естественное явление.

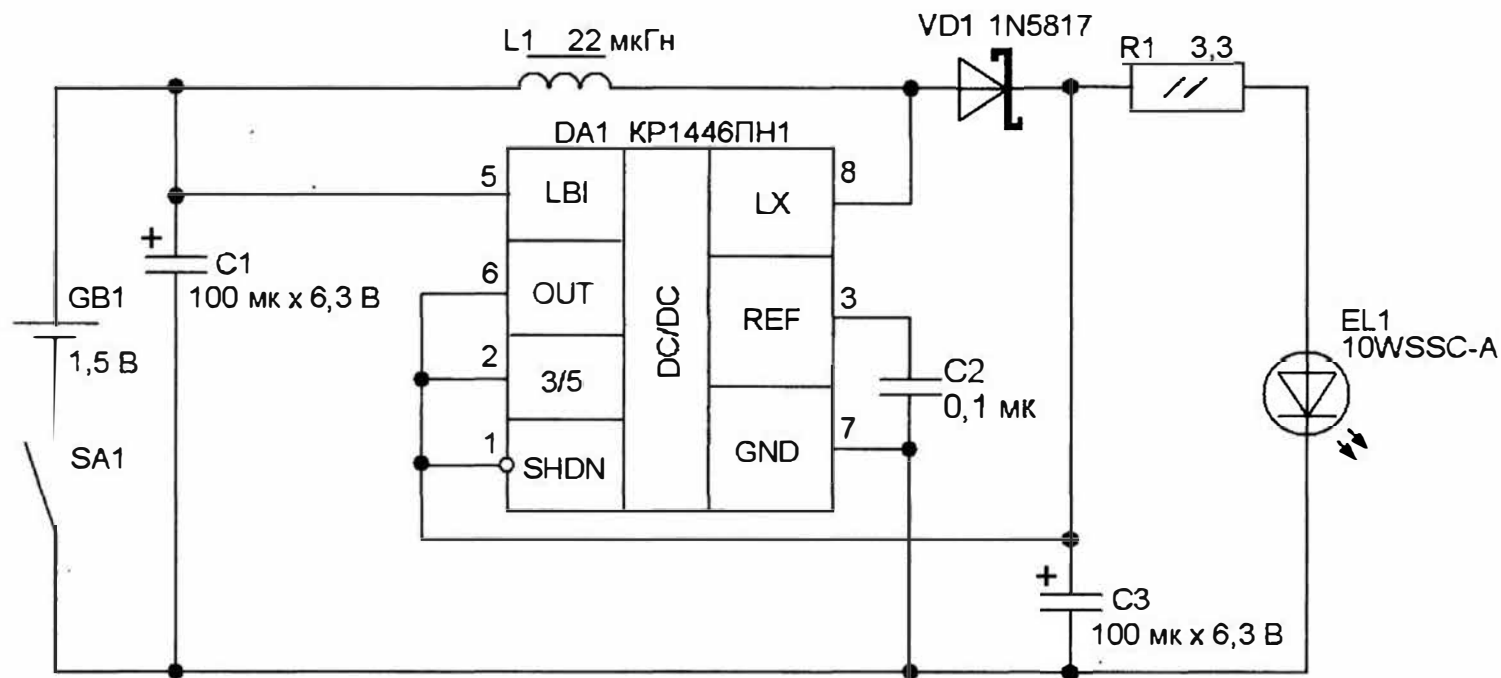
9.1. Светодиодный электронный фонарь

Изготовить светодиодный фонарь с питанием всего от одной пальчиковой батареи типоразмера АА или ААА — вполне радиолюбительская задача.

Но цены на диоды с рабочим напряжением менее 1,5 В (как правило, 2,4 В) пока в несколько раз превышают цены на «высоковольтные» диоды (3,3–5 В и выше). Однако последняя проблема в настоящее время достаточно просто решается применением интегрального преобразователя. Данное решение позволяет питать такой источник света всего от одной пальчиковой батарейки! Тем более что отечественной промышленностью несколько лет назад освоено производство такого преобразователя. Это микросхема (КР1446ПН1), которая является полным аналогом микросхемы MAX756 (MAX731) и имеет практически идентичные характеристики.

Принципиальная схема изображена на рис. 9.1. При разработке данной конструкции ставилась следующая задача: создать компактный экономичный переносный источник света, используя в качестве основы стандартный фонарь с питанием от двух пальчиковых батареек с минимальными переделками (а еще лучше — вообще без переделок!). Предполагалось также применение стандартных комплектующих, не требующих каких-либо механических работ (вроде намотки катушек или доработки светоизлучающих элементов).

Рис. 9.1



За основу конструкции был взят широко распространенный фонарь, в котором в качестве источника питания используются две пальчиковые батарейки (аккумуляторы) типоразмера АА. Подобные фонари производят многие фирмы, в том числе и «безымянные».

Схема преобразователя должна занимать место, не превышающее по размерам один пальчиковый элемент. Этого удалось добиться, изготовив печатную плату по длине и ширине, равную габаритам стандартного элемента питания типоразмера АА. Все элементы конструкции, за исключением светодиода, размещены на этой плате.

Плата преобразователя помещается в фонарь вместо второго элемента питания. С одного торца платы припаян контакт из луженой жести (была использована жесть из-под банки для сгущенного молока) для питания схемы, а с другого — светодиод. На выводы светодиода надет кружок из той же жести. Диаметр кружка должен быть чуть больше диаметра цоколя отражателя (на 0,2–0,5 мм), в который вставляется патрон. Один из выводов диода (минусовой) припаян к кружку, второй (плюсовой) проходит насквозь и изолирован кусочком трубочки из ПВХ или фторопласта. Назначение кружка — двойное. Он обеспечивает конструкции необходимую жесткость и одновременно служит для замыкания минусового контакта схемы. Из фонаря заранее удаляют лампу с патроном и помещают вместо нее схему со светодиодом. Выводы светодиода перед установкой на плату укорачивают таким образом, чтобы обеспечивалась плотная, без люфта, посадка «по месту». Обычно длина выводов (без учета пайки на плату) равна длине выступающей части полностью вкрученного цоколя лампы.

Схема соединения платы и аккумулятора приведена на рис. 9.2.

Далее фонарь собирают и проверяют его работоспособность. Если схема собрана правильно, то никаких настроек не требуется.

В конструкции фонаря применены, как и предполагалось, стандартные установочные элементы: малогабаритные конденсаторы типа К50-35, стандартные дроссели ЕС-24 индуктивностью 18–22 мкГн, светодиоды яркостью 5–10 кд диаметром 5 или 10 мм. Разумеется, возможно применение и других светодиодов с напряжением питания 2,4–5 В. Схема имеет достаточный запас по мощности и позволяет питать даже светодиоды с яркостью до 25 кд!

О некоторых результатах испытаний данной конструкции.

Доработанный таким образом фонарь проработал со «свежей» батарейкой без перерыва, во включенном состоянии, более 20 часов! Для сравнения — тот же фонарь в «стандартной» комплектации (то есть с лампой и двумя «свежими» батарейками из той же партии) проработал всего 4 часа.

И еще один важный момент. Если применять в данной конструкции перезаряжаемые аккумуляторы, то легко следить за состоянием уровня их разрядки. Дело в том, что преобразователь на микросхеме

Рис. 9.2

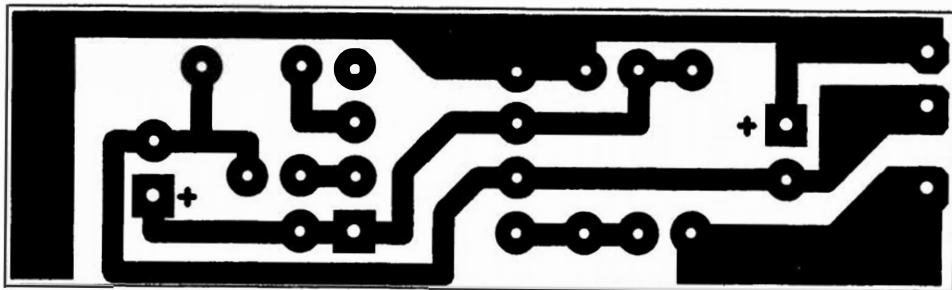


Рис. 9.3

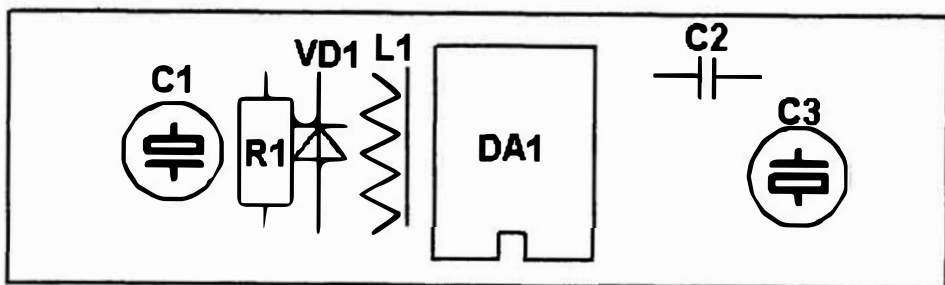
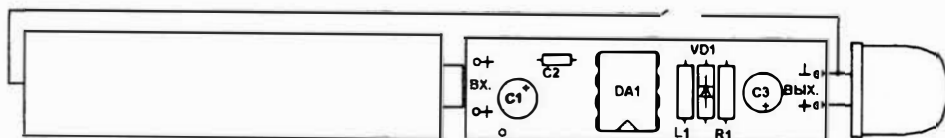


Рис. 9.4



КР1446ПН1 стабильно запускается при входном напряжении 0,8–0,9 В. И свечение светодиодов стабильно яркое, пока напряжение на аккумуляторе не достигло этого критического порога. Лампа гореть при таком напряжении, конечно, еще будет, но вряд ли можно говорить о ней как о реальном источнике света.

Печатная плата устройства приведена на рис. 9.3, а расположение элементов на плате – на рис. 9.4.

9.2. Миниатюрный электронный фонарь

Появление SMD-компонентов различных типоминалов, аналогов обычных элементов, позволяет создавать миниатюрные конструкции, ничем не уступающие по функциональности изделиям из обычных компонентов, но значительно меньшие по размеру.

На рис. 9.5 изображена схема миниатюрного светодиодного фонаря. Фонарь может работать от любого элемента питания напряжением не более 1,2 В. Основу конструкции составляет микросхема — преобразователь напряжения RH5RI331B фирмы RICON (российский аналог — 1446ПН21). Остальные компоненты схемы — SMD типоразмера 1210, электролитические конденсаторы C1 и C2 — танталовые типоразмера В.

Печатная плата фонаря приведена на рис. 9.6, схема расположения — на рис. 9.7.

Рис. 9.5

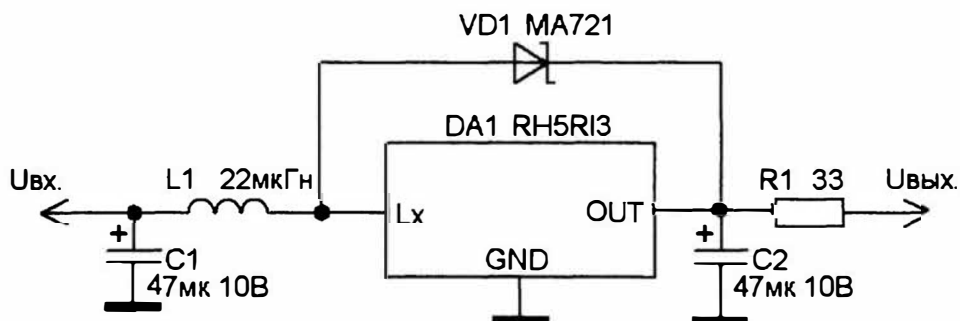


Рис. 9.6

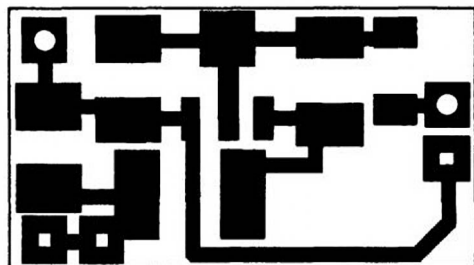
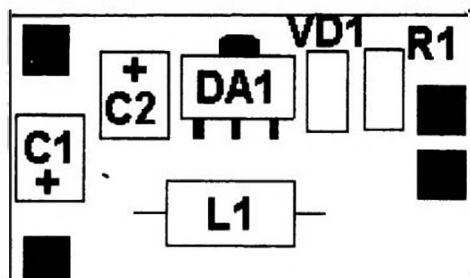


Рис. 9.7



9.3. Светодиодные светильники

Уникальные свойства сверхъярких светодиодов делают их чрезвычайно привлекательными в качестве источников света. Надежность, долговечность и сравнительно небольшой потребляемый ток светодиодов позволяют соединять их последовательно в цепь и питать подобную конструкцию напрямую от бытовой сети переменного тока. Пример подобных светильников на сверхъярких светодиодах приведен ниже.

На рис. 9.8 приведена схема лампы на 30 светодиодах. Конструктивно лампа выполнена таким образом, чтобы ее можно было использовать как замену обычной цокольной лампы.

Конденсатор C1 выполняет роль балластного реактивного сопротивления, ограничивающего входной ток до уровня 25–40 мА. Далее входное напряжение выпрямляется мостом VD1. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором C2. Последовательно включенные стабилитроны VD2–VD4 ограничивают напряжение, подаваемое на светодиоды, до уровня примерно 90 В (номинальное суммарное напряжение, которое необходимо приложить к 30 последовательно включенным светодиодам для надежной работы). Резистор R1 предназначен для быстрой разрядки конденсатора C1 после отключения питания. Номинал конденсатора C1 подбирается в зависимости от силы тока применяемых светодиодов. Номинал 0,47 мкФ соответствует току примерно 20–25 мА, 0,68 мкФ – току 35–40 мА, 1 мкФ – 50–60 мА.

Рисунок печатной платы для лампы приведен на рис. 9.9. Схема расположения элементов на плате – на рис. 9.10.

Схема светильника с большим количеством светодиодов (70 штук) приведена на рис. 9.11. Схема питания светильника практически ничем не отличается от схемы питания вышеописанной лампы на 30 светодиодах. Стабилитрон, ограничивающий прикладываемое к цепи светодиодов напряжение, заменен на КС620, и, соответственно, конденсатор C2 заменен на более высоковольтный.

Рисунок печатной платы для светильника приведен на рис. 9.12. Схема расположения элементов на плате – на рис. 9.13.

ВНИМАНИЕ! СХЕМЫ ИМЕЮТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВ НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ!

Рис. 9.8

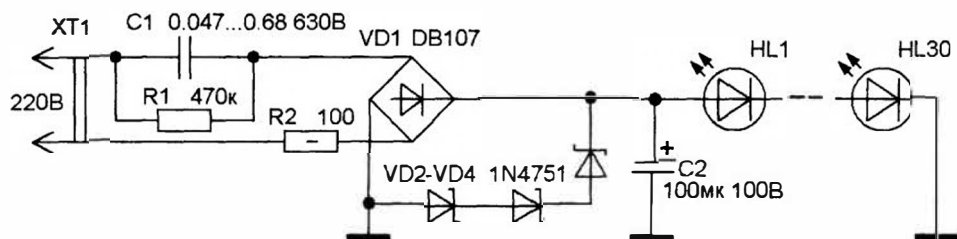
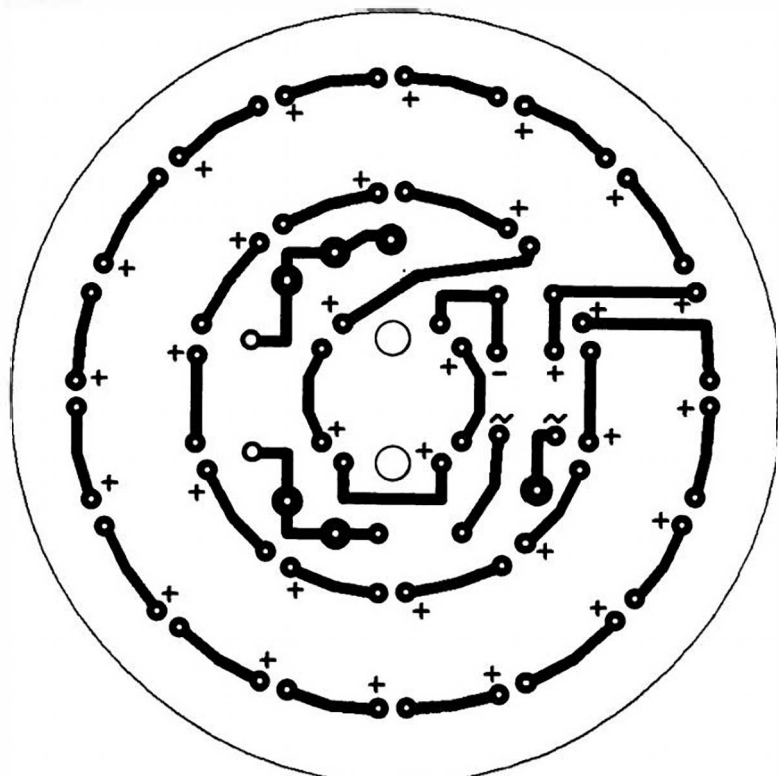


Рис. 9.9



Схемы на сверхярких светодиодах



Схемы на сверхярких светодиодах



Рис. 9.12

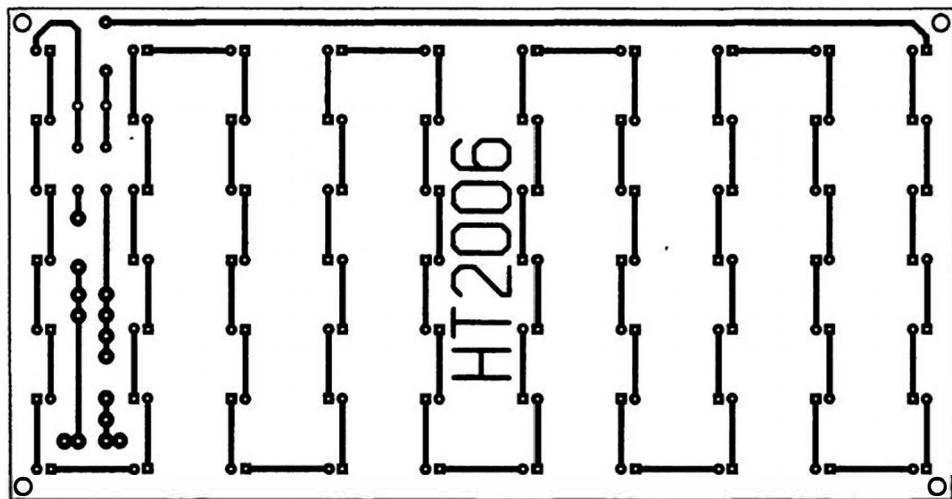
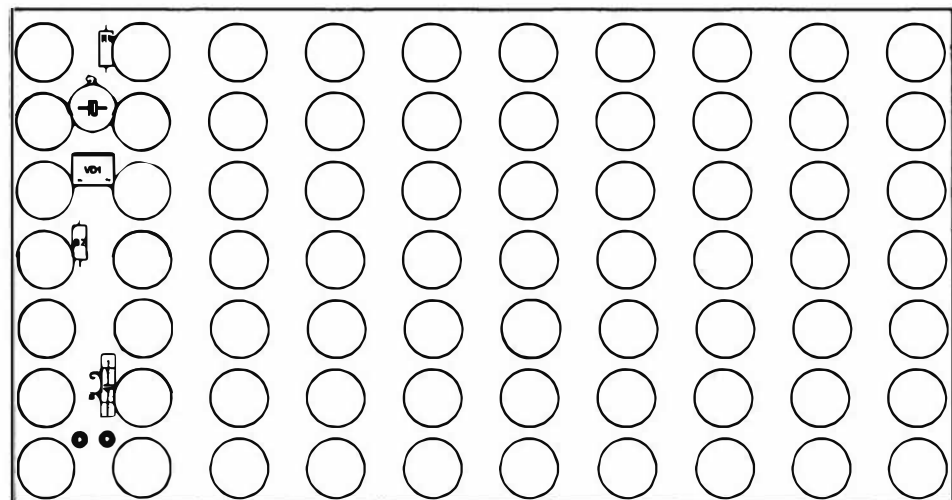


Рис. 9.13



Глава 10

Переносной УКВ-приемник

Схема простого УКВ-приемника всего на двух микросхемах, который можно взять с собой в дорогу, в лес или на дачу, приведена на рис. 10.1. Основу схемы составляет однокристалльный FM-радиоприемник КР174ХА34 в типовом включении. Приемник позволяет принимать сигналы станций как отечественного УКВ-диапазона (60–80 МГц), так и европейского FM-диапазона (88–108 МГц).

КР174ХА34-интегральная схема (ИС) радиоприемного устройства. ИС предназначена для приема и обработки сигналов с частотной модуляцией и усиления сигналов низкой частоты. При стереоприеме совместно с приемником применяется стереодекодер соответствующего стандарта (FM или УКВ).

ИС работает при напряжении питания 2,0–6,0В.

Настройка микросхемы на принимаемую станцию осуществляется путем изменения частоты настройки колебательного L1C4 контура гетеродина с помощью варикапа.

Требуемая избирательность по ПЧ обеспечивается RC-фильтрами и конденсаторами, подключаемыми к выводам 6, 7, 8, 10, 11 ИС.

На выводе 9 ИС формируется постоянное напряжение, обратно пропорциональное уровню несущей частоты. Это напряжение может быть использовано для индикации напряженности поля в магнитной антенне и для плавного включения режима «СТЕРЕО» в стереодекодере.

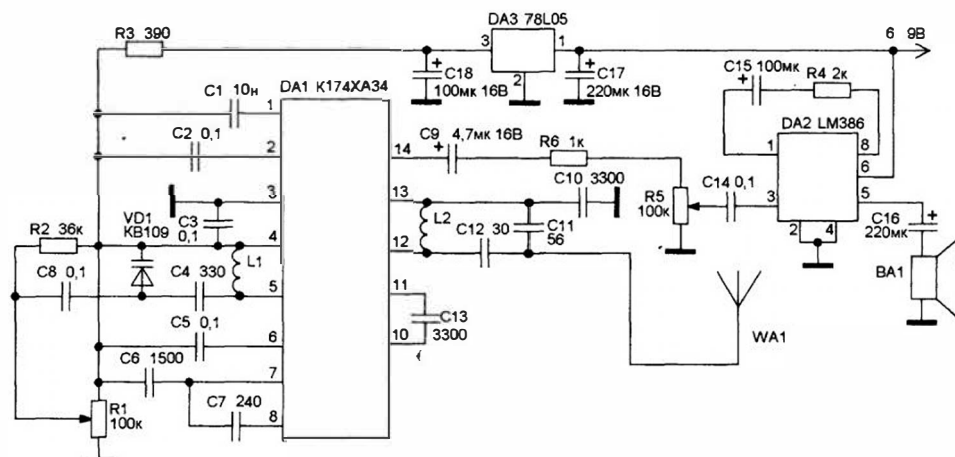
Вход от антенны подключен последовательно с конденсатором непосредственно к выводу 12. Катушка L2 — «удлиняющая», позволяет уменьшить длину приемной антенны.

К выводу 14 (выходное напряжение НЧ) через цепь C9R6R5C14 подключен миниатюрный усилитель на основе LM386. Выбор этого усилителя обусловлен простотой применения (минимум навесных элементов), не критичностью к параметрам источника питания, широким диапазоном питающих напряжений (3–18 В).

Между выводами 2 и 3 может быть подключена последовательно цепь отключения бесшумной настройки (БШН), состоящая из выключателя и резистора 10 кОм, при этом чувствительность приемника улучшается, но появляются межстанционные шумы и паразитные каналы приема.

Для надежной работы приемника его питание стабилизировано маломощным интегральным стабилизатором типа 78L05.

Рис. 10.1



Управление работой приемника осуществляется двумя переменными резисторами. С помощью резистора R1 осуществляется настройка приемника на станцию. Резистором R5 регулируется громкость.

Катушки L1 и L2 — бескаркасные, намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,5—0,6 мм на оправке диаметром 4 мм.

Для УКВ диапазона катушка L1 должна содержать 4 витка, катушка L2 — 6—8 витков.

Для FM диапазона катушка L1 должна содержать 6 витков, катушка L2 — 8—10 витков.

Рис. 10.2

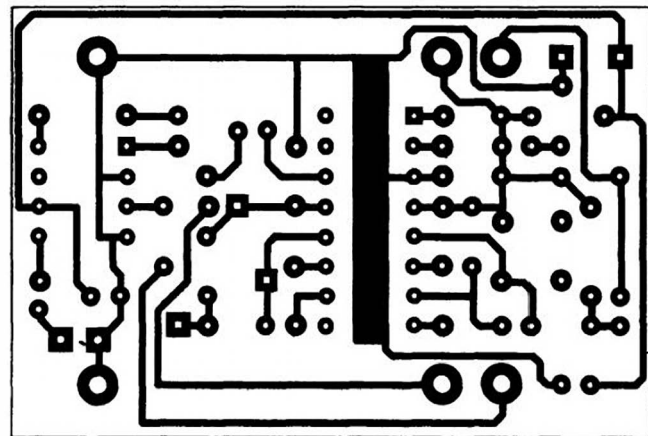
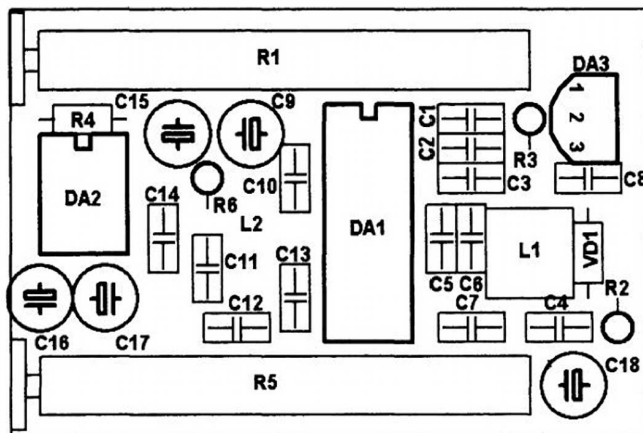


Рис. 10.3



Резисторы, применяемые в данной конструкции – любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, конденсаторы типа КД, КМ, К10–17 и т.п. Электролитические конденсаторы – типа К50–35 или аналогичные.

Переменные резисторы – многооборотные, типа СПЗ-36.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 10.2, схема расположения элементов на плате – на рис. 10.3.

Глава 11

Радиомикрофоны

В настоящее время радиомикрофоны широко применяются в быту в самых различных сферах — от домофонов до систем караоке. Преимущества радиомикрофонов очевидны: отсутствие соединительного кабеля, возможность автономного питания, дальность применения микрофона ограничена только мощностью используемого передатчика.

11.1. Простой радиомикрофон на транзисторах

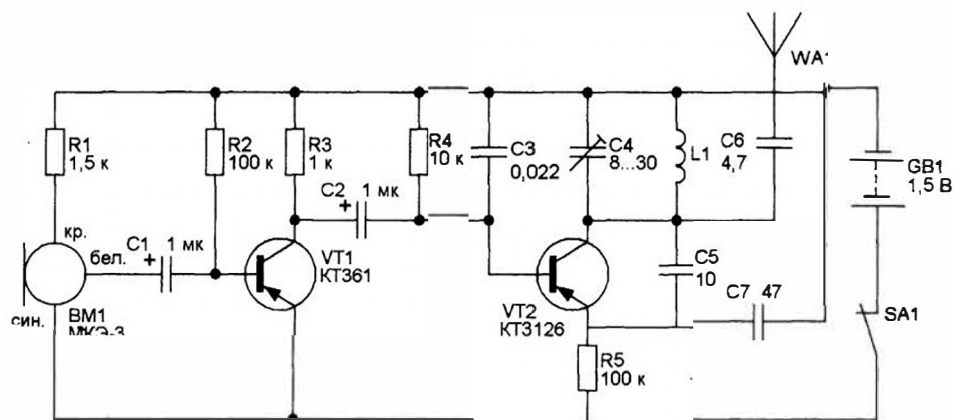
Схема простого радиомикрофона всего на двух транзисторах приведена на рис. 11.1.

Несмотря на кажущуюся простоту схемы, этот радиомикрофон обладает довольно высокими эксплуатационными характеристиками.

Генератор несущей собран по стандартной схеме «емкостная трехточка» на транзисторе VT2. Настройка на выбранную частоту осуществляется переменным конденсатором C4.

Сигнал микрофона усиливается каскадом на транзисторе VT1. Далее усиленный звуковой сигнал через разделительный конденсатор C2 поступает на базу транзистора VT2, осуществляя модуляцию несущей.

Рис. 11.1



Сигнал радиомикрофона можно принимать на любой радиовещательный УКВ-приемник.

Катушка L1 — бескаркасная, намотана проводом ПЭВ-1 диаметром 0,5–0,6 мм на оправке диаметром 4 мм. Число витков катушки — 5. В качестве антенны можно применить отрезок медного провода длиной 150–300 мм. Для питания радиомикрофона достаточно одного элемента питания напряжением 1,2–1,5 В.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 11.2, схема расположения элементов на плате — на рис. 11.3.

Рис. 11.2

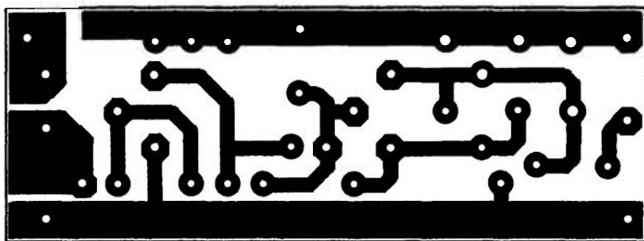
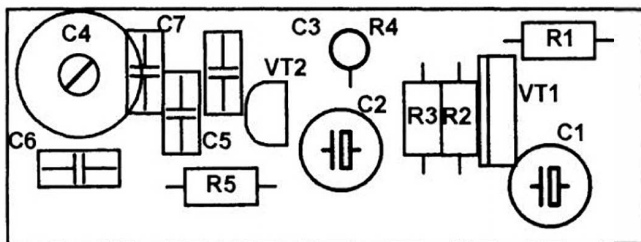


Рис. 11.3



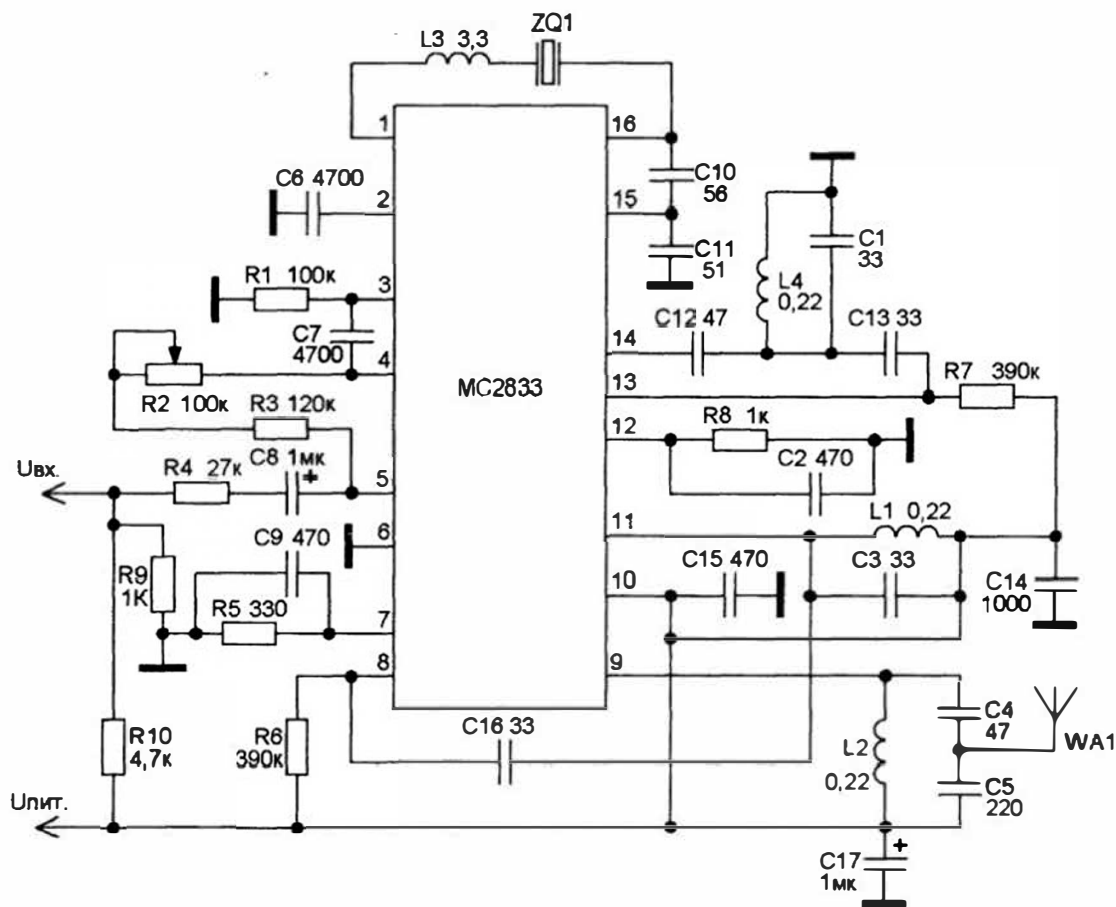
11.2. Радиомикрофон на микросхеме MC2833

Более сложный и совершенный радиомикрофон можно собрать на базе микросхемы MC2833. Эта микросхема разработана фирмой MOTOROLA специально для маломощных радиопередатчиков. Основное достоинство микросхемы — возможность использования в качестве генератора для несущей кварцевого резонатора. Причем можно использовать резонаторы, работающие не на основных гармониках.

Микросхема MC2833 содержит генератор опорной частоты, микрофонный усилитель и два усилительных каскада.

Принципиальная схема радиомикрофона приведена на рис. 11.4.

Рассмотрим работу микросхемы более подробно. Сигнал микрофона поступает на вход внутреннего микрофонного усилителя (вывод



5 микросхемы). Вывод 4 микросхемы – выход микрофонного усилителя. Включение между выводами 4 и 5 переменного резистора позволяет изменять коэффициент усиления и, соответственно, глубину модуляции несущей. Далее модулирующий сигнал через разделительный конденсатор С7 поступает на вход модулятора несущей (вывод 3). К выводам 1 и 16 подключается внешний кварцевый резонатор, определяющий частоту несущей. Если требования к стабильности не очень высоки, можно использовать RC-контур. Также можно использовать внешний генератор.

Промодулированный сигнал несущей через буфер поступает на вывод 14. Если используется основная гармоника резонатора, то далее сигнал просто усиливается по амплитуде внутренними или внешними усилительными каскадами и подается на антенну.

Если используется не основная гармоника, то для умножения частоты используются каскады, настроенные на соответствующую гармонику. Например, для получения частоты 49,7 МГц при опорной частоте кварца 16,5667 МГц (на приведенной схеме) необходимо использовать третью гармонику.

Варианты для других частот несущей приведены в таблице 11.1. Для частот несущих, отличных от приведенных в таблице, номиналы элементов для контуров необходимо пересчитать для резонансных частот этих контуров.

Резисторы, применяемые в данной конструкции, – любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, конденсаторы типа КД, КМ, К10–17 и т.п. Электролитические конденсаторы – типа К50-35 или аналогичные.

Рис. 11.5

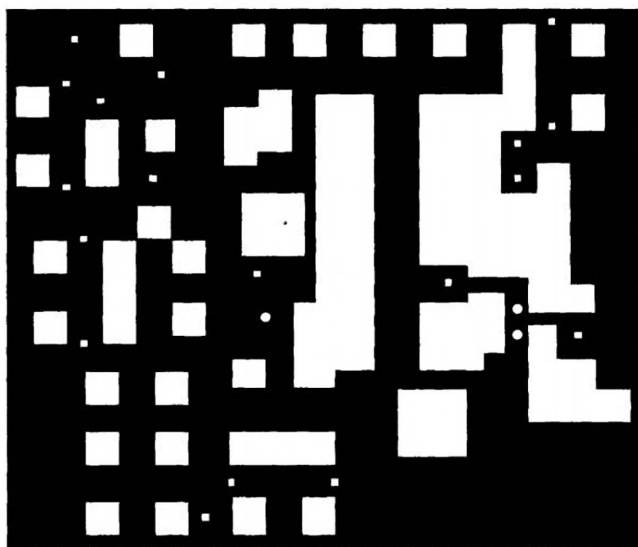


Рис. 11.6

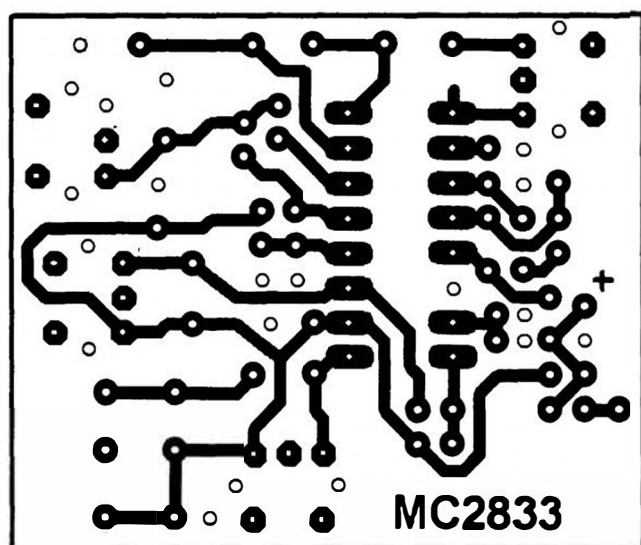
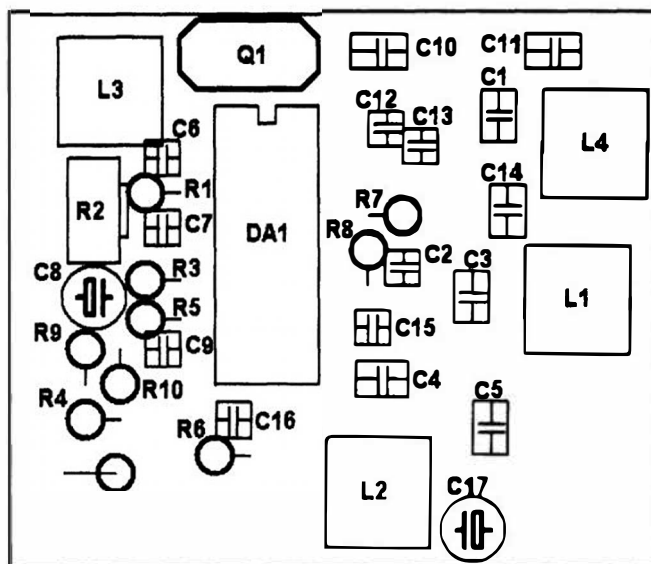


Рис.11.7



На рис.11.5, 11.6 приведены рисунки обеих сторон печатной платы, на 11.7 – схема расположения элементов на плате.

Таблица 11.1

Частота передатчика, МГц	Частота кварца, МГц	L1, мкГн	L12, мкГн	L3, мкГн	R5, Ом	R6, кОм	C1, пФ	C2, пФ	C3, пФ	C4, пФ	C5, пФ	C13, пФ	C16 пФ
49,7	16,5667	0,22	0,22	0,22	330	390	33	470	33	47	220	33	33
76	12,6	0,22	0,22	0,22	150	300	68	470	12	20	120	68	10
144,6	12,05	0,15	010	0,10	150	220	68	1000	18	12	33	47	10

Глава 12

Беспроводные стереотелефоны

Беспроводные стереотелефоны очень популярны среди любителей музыки. Они позволяют с комфортом слушать музыку, смотреть телепередачи со стереозвуком, играть в компьютерные игры, не мешая окружающим. Практически все ведущие фирмы, выпускающие звуковоспроизводящую аппаратуру, имеют в номенклатуре выпускаемых изделий беспроводные стереотелефоны. По способу передачи звука от источника к приемнику стереотелефоны делятся на две группы: радиотелефоны и телефоны с ИК-каналом. Каждый способ передачи имеет как достоинства, так и недостатки. Стереотелефоны с ИК-каналом экономичны, не «засоряют» радиоэфир... но работоспособны только в пределах прямой видимости, имеют ограниченный радиус действия (до нескольких десятков метров, что, впрочем, вполне достаточно для большинства вариантов использования). Радиотелефоны имеют гораздо больший радиус действия, позволяют с комфортом слушать музыку на значительном удалении от источника сигнала (в том числе и в другом помещении, вне пределов прямой видимости).

Цена на беспроводные стереотелефоны колеблется от \$70 до \$300. Между тем собрать такие стереотелефоны можно и своими руками из вполне доступных элементов.

Рассмотрим один из возможных вариантов конструкции беспроводных стереотелефонов с радиоканалом. Конструкция проектировалась таким образом, чтобы ее мог повторить даже начинающий радиолюбитель с минимальным набором приборов (достаточно иметь под рукой только мультиметр).

На рис. 12.1 изображена принципиальная схема передатчика, на рис. 12.2, 12.3 — рисунки обеих сторон печатной платы, на рис. 12.4 — схема расположения элементов на плате. Передатчик построен на базе микросхемы BA1404 фирмы ROHM, представляющей собой миниатюрный УКВ-стереопередатчик. Основные параметры микросхемы следующие:

напряжение питания	1—2 В
ток потребления	3—5 мА
диапазон рабочих частот	75—108 МГц
• выходная мощность	3—12 мВт

Катушки L1 и L2 — бескаркасные. Намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,61 мм на оправке диаметром 4 мм (можно использовать стандартное жало для паяльника — разумеется, холодное). Катушка L1

Рис. 12.1

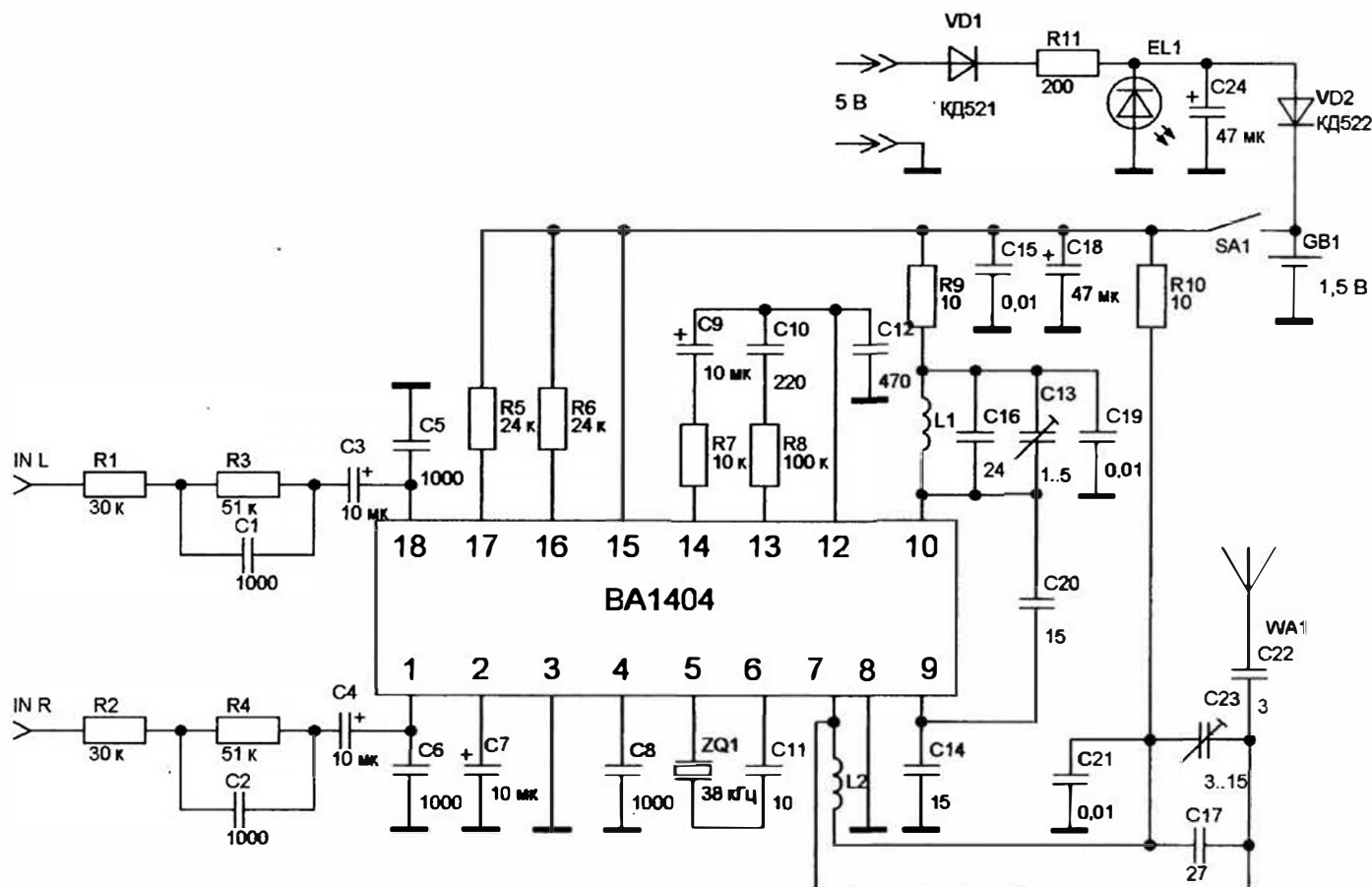


Рис. 12.3

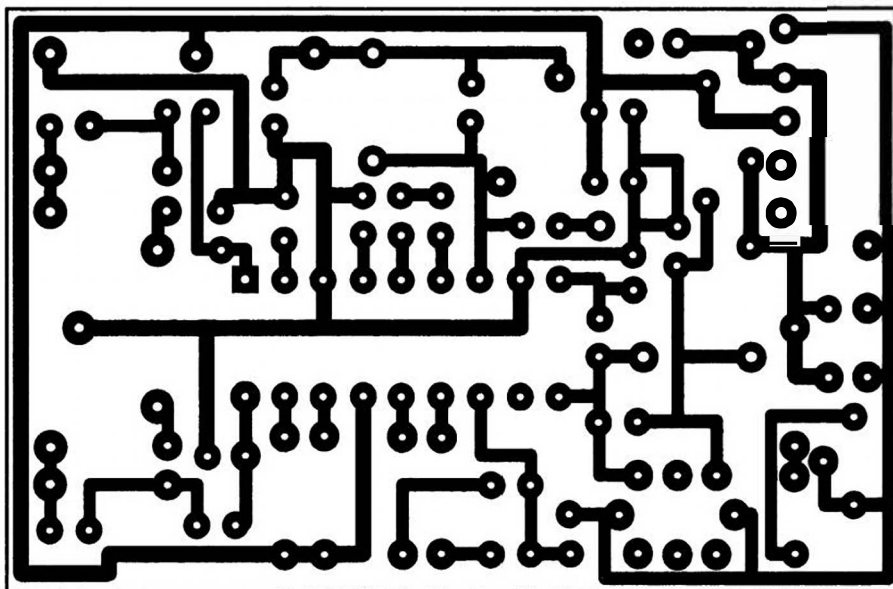
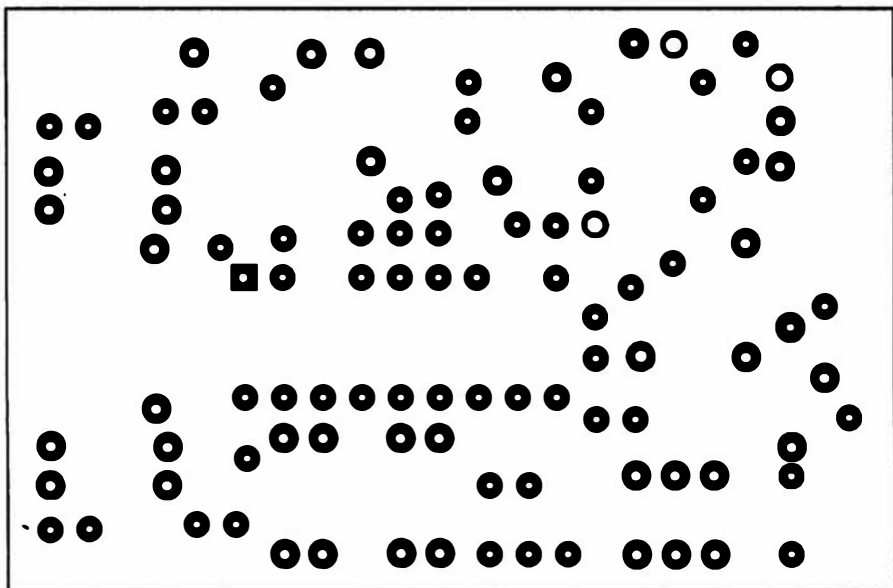


Рис. 12.2



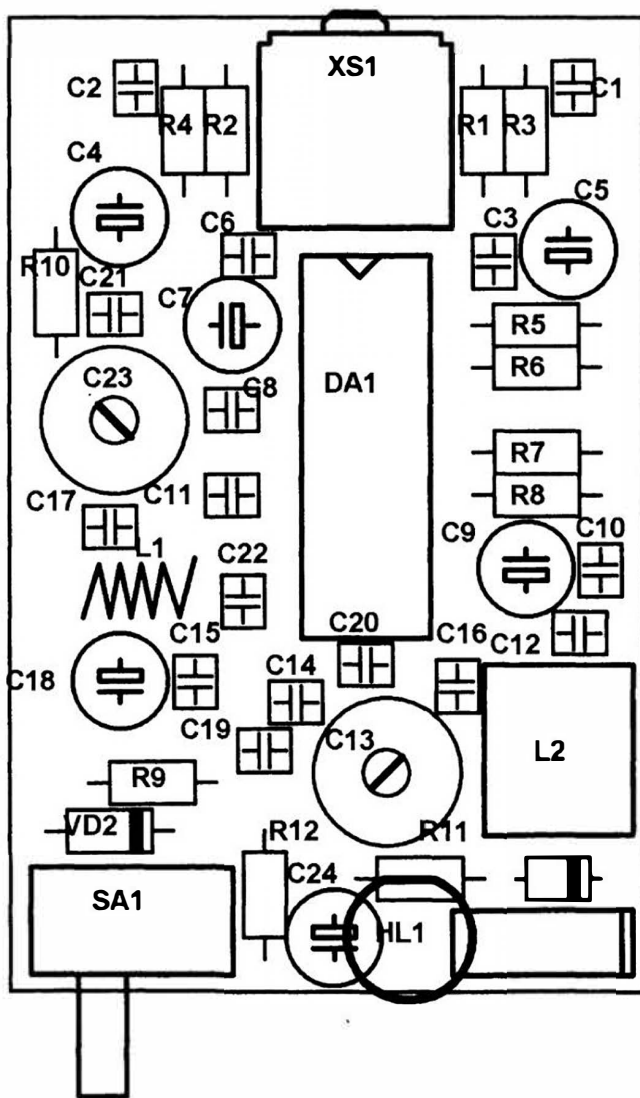
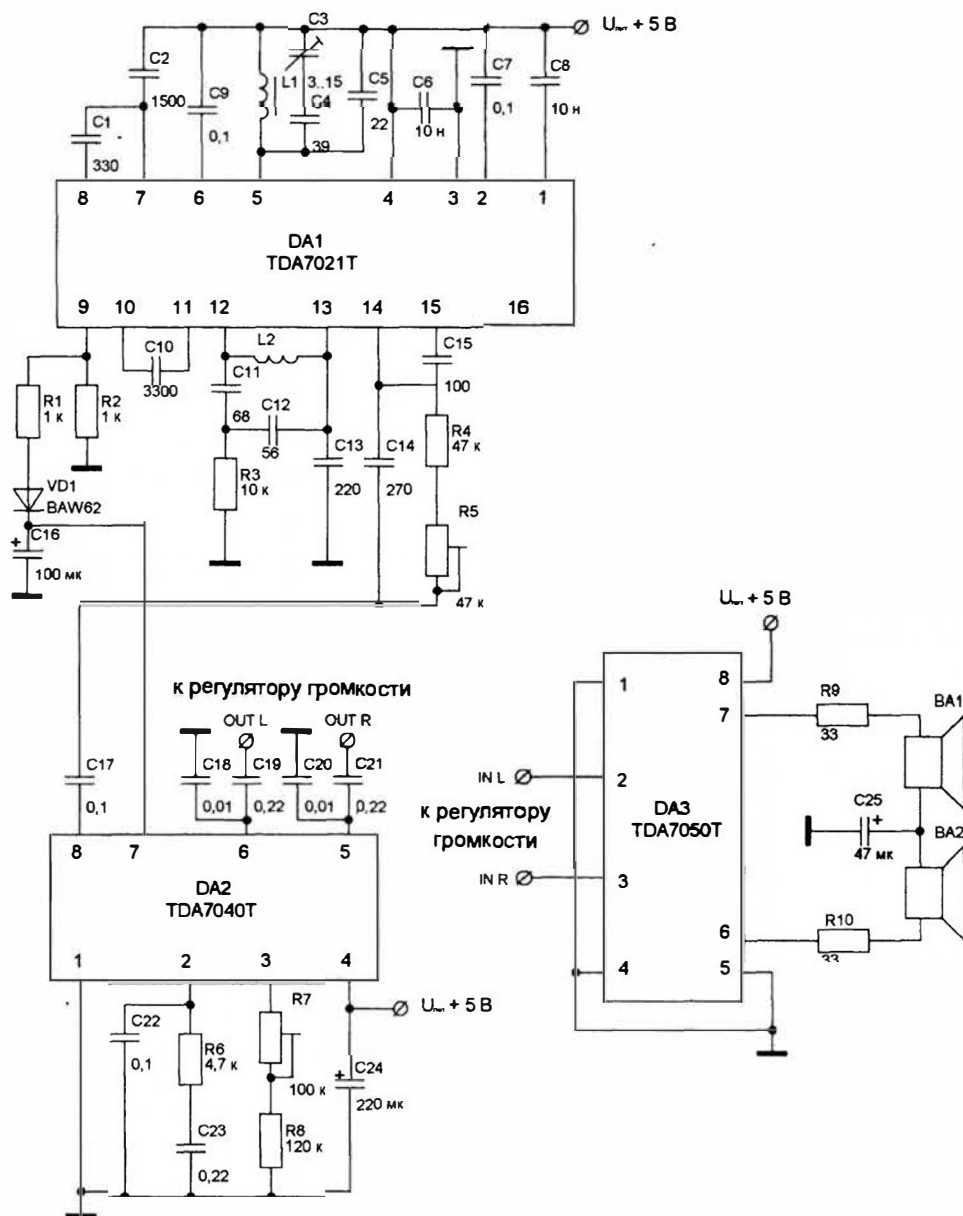


Схема приемника изображена на рис. 12.5, на рис. 12.6, 12.7 – обе стороны печатной платы, на рис. 12.8 – схема расположения элементов на плате. За основу взят стандартный набор микросхем фирмы PHILIPS в типовом включении. Схема хорошо зарекомендовала себя в УКВ-

Рис. 12.5



приемниках и обладает хорошей повторяемостью. Собственно приемник выполнен на микросхеме TDA7021T (российский аналог — КФ174ХА34). Стереодекoder выполнен на микросхеме TDA7050T. Усилитель низкой частоты — на микросхеме TDA7040T.

Рис. 12.8

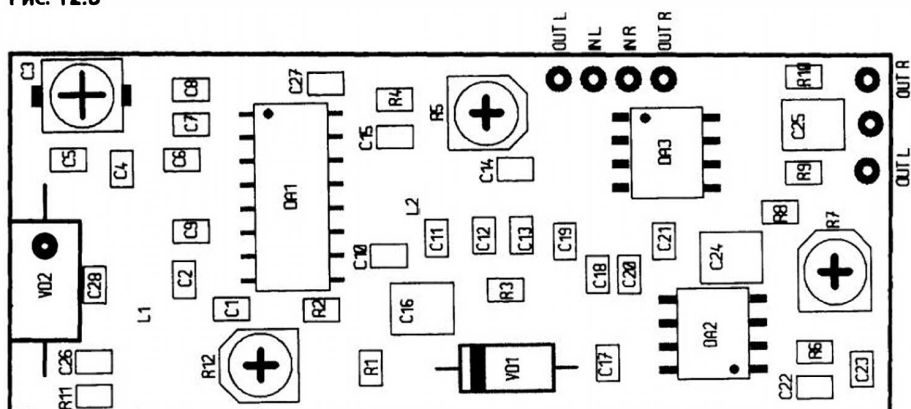


Рис. 12.7

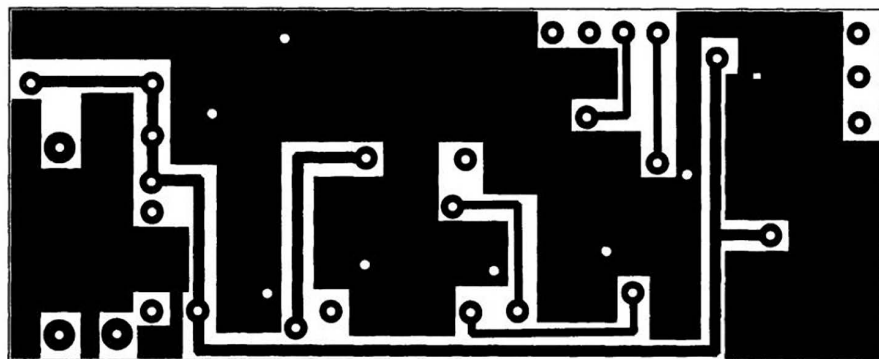


Рис. 12.6

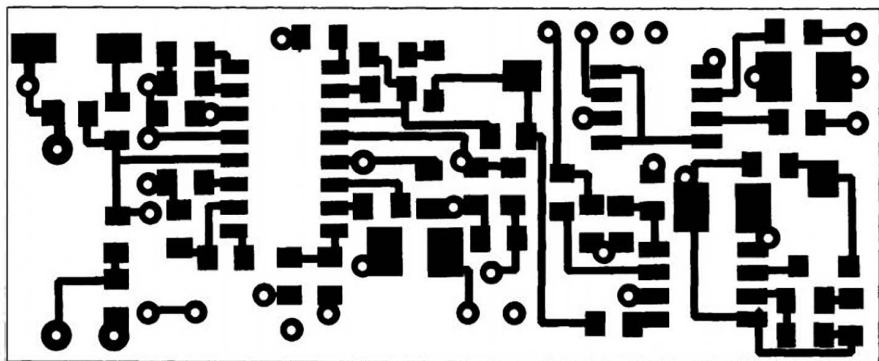


Рис. 12.9

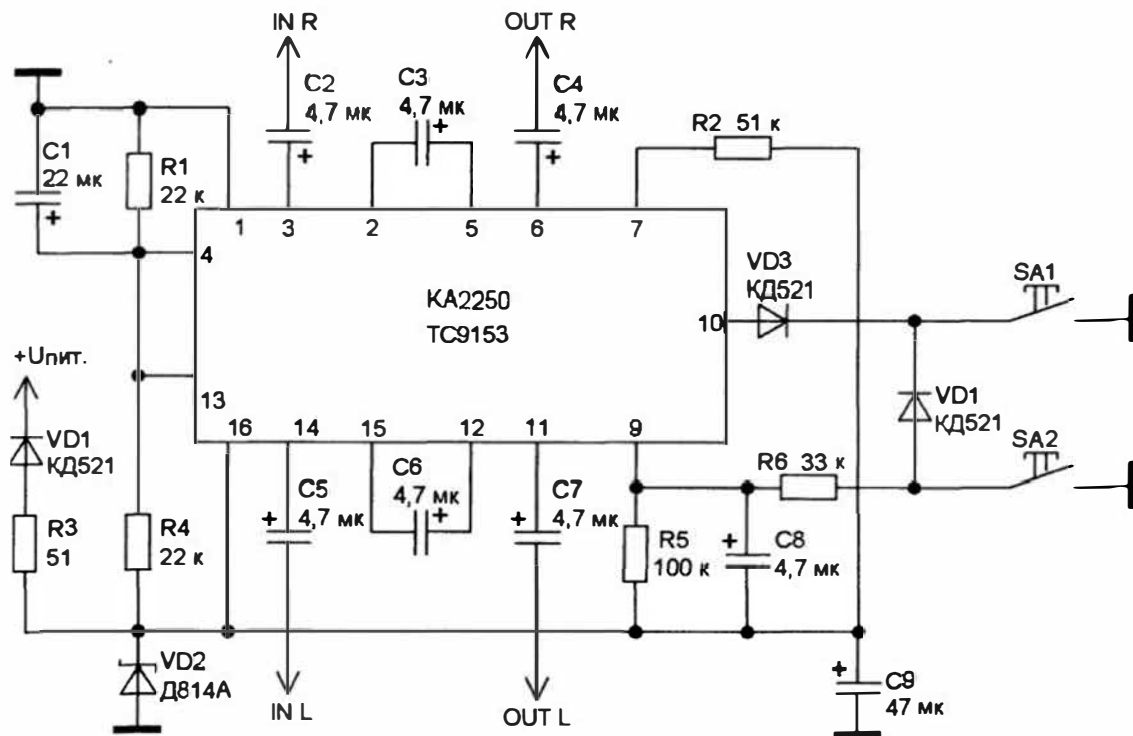


Рис. 12.10

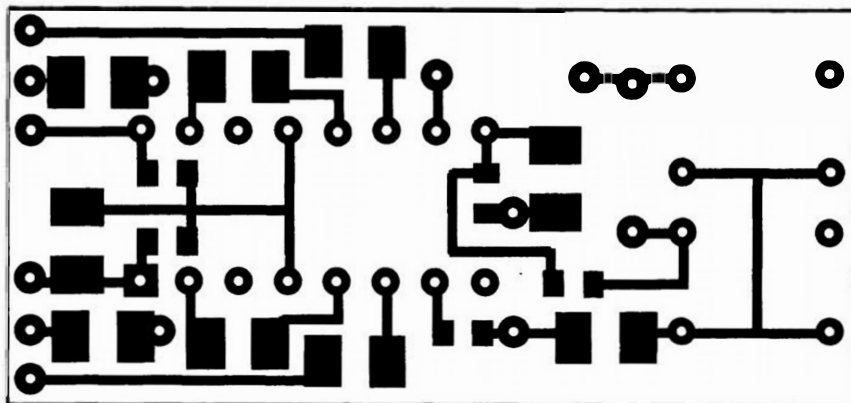


Рис. 12.11

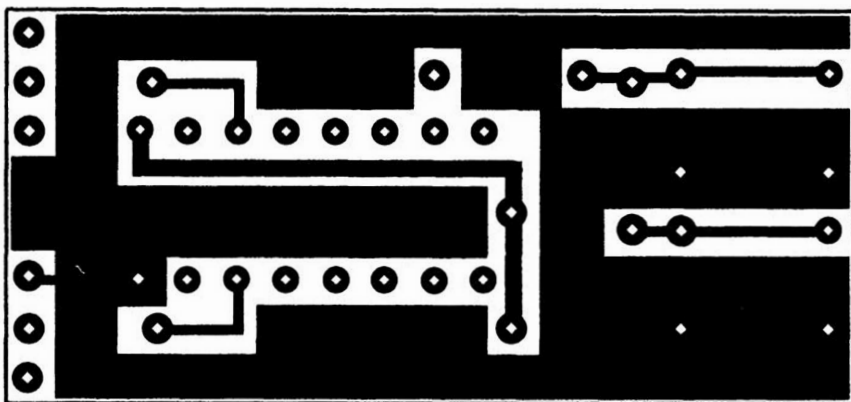
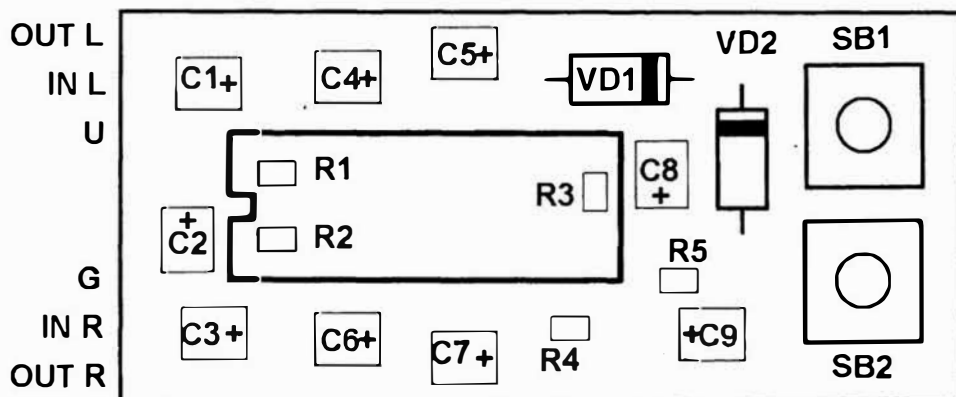


Рис. 12.12



Регулятор громкости — электронный, с кнопочным управлением. Выполнен на микросхеме фирмы Samsung KA2250. Аналоги этой микросхемы выпускают многие фирмы (в частности, TC9153 фирмы Toshiba). Схема регулятора приведена на рис. 12.9, на рис. 12.10, 12.11 — обе стороны печатной платы, на рис. 12.12 — схема расположения элементов на плате.

Питание приемника, усилителя и регулятора громкости осуществляется от одной(!) пальчиковой батарейки через преобразователь напряжения $1,5 \text{ В} \rightarrow 5 \text{ В}$, выполненный на микросхеме КР1446ПН1 (российский аналог микросхемы MAX756).

Схема преобразователя приведена на рис. 12.13, рисунок печатной платы — на рис. 12.14, на рис. 12.15 — схема расположения элементов на плате.

Рис. 12.13

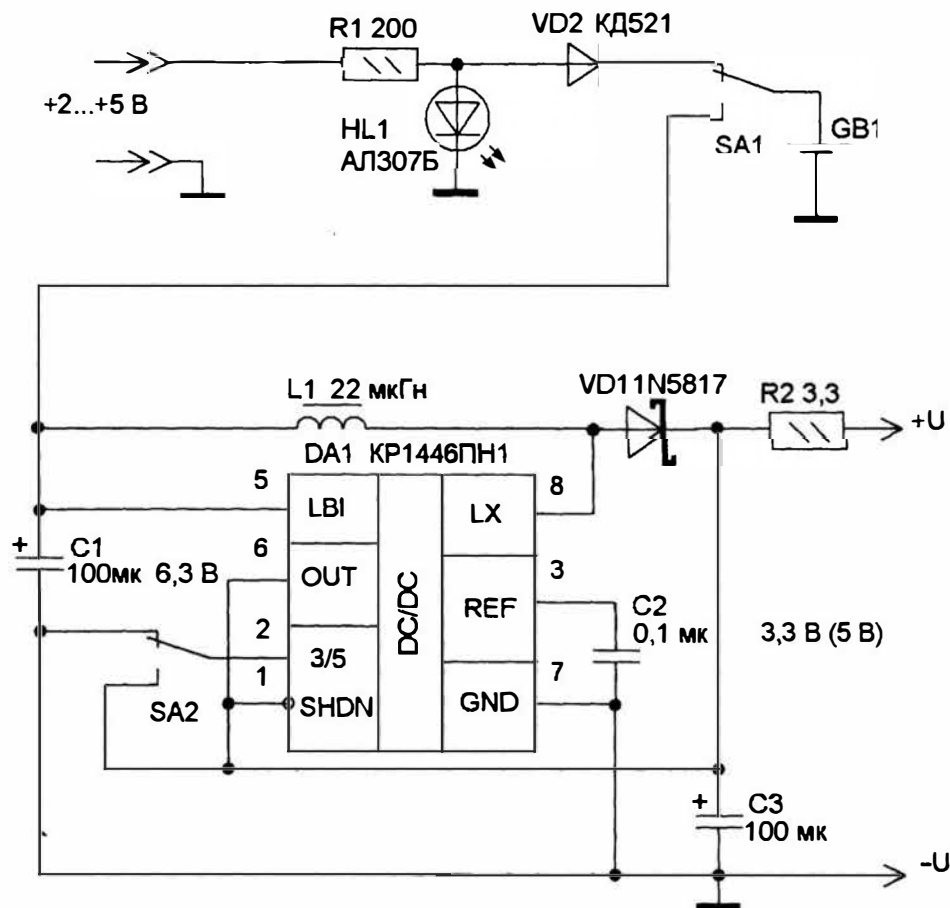


Рис. 12.14

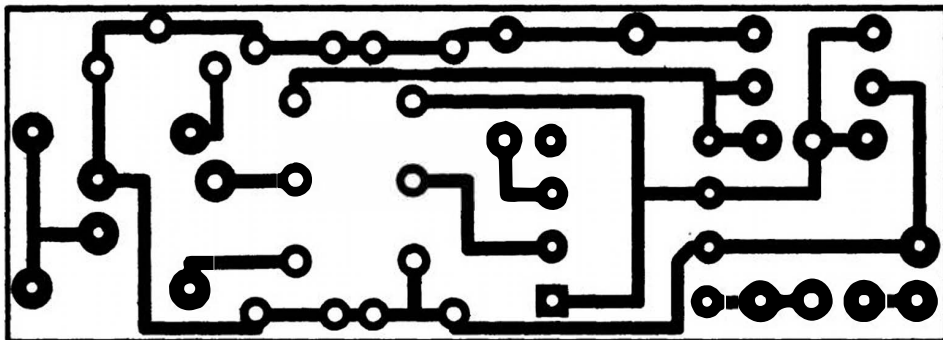
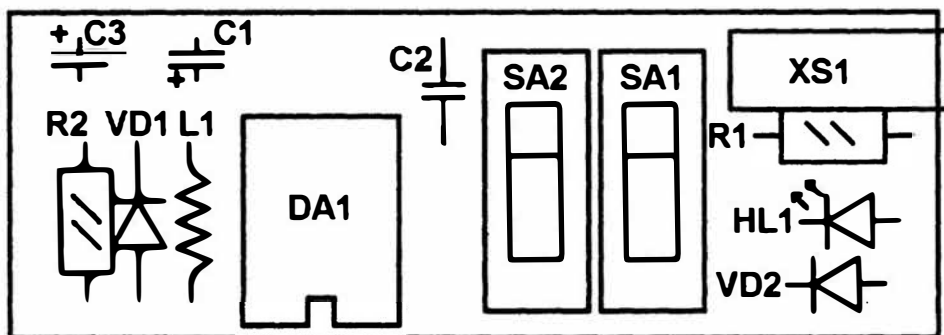


Рис. 12.15



Платы передатчика, приемника и регулятора громкости выполнены из двустороннего фольгированного стеклотекстолита, плата преобразователя — из одностороннего.

Передатчик и преобразователь выполнены на обычных компонентах. Все резисторы — типа МЛТ-0,125, электролитические конденсаторы — типа К50-35, неполярные конденсаторы — типа К10-7 или аналогичные.

Приемник и регулятор громкости выполнены с применением элементной базы для поверхностного монтажа. Типоразмеры элементов — 0805 или 1206. Катушка L1 приемника — стандартная, типа ЕС24 или аналогичная миниатюрная, индуктивностью 56 нГн. Катушка L2 — бескаркасная, намотана проводом ПЭВ-2 диаметром 0,61 мм на оправке диаметром 4 мм и содержит 7–8 витков, намотка — виток к витку. Резисторы и конденсаторы — типоразмера 0805, но допустимо и применение типоразмера 0812. Это сделано с целью миниатюризации конструкции, позволяющей встроить приемник в оголовье или наушники практически любых проводных стереотелефонов.

Настройка стереотелефонов осуществляется в следующей последовательности. Начинать следует с передатчика. Для его настройки очень удобно использовать приемник с цифровой шкалой. Необходимо выставить на приемнике нужную частоту (в данной конструкции выбрана частота 87,9 МГц). Далее к передатчику подключают источник звукового сигнала (магнитофон, CD-плеер и т.п.), включают питание передатчика и вращением ротора подстроечного конденсатора С13 устанавливают нужную частоту. Сигнал должен воспроизводиться чисто, без посторонних шумов и хрипов. Если в приемнике имеется индикация, следует убедиться в наличии стереосигнала. На этом этапе настройку передатчика можно считать законченной.

Следующий этап — настройка преобразователя напряжения. Здесь, как правило, никаких сложностей не возникает. При правильном и аккуратном монтаже преобразователь начинает работать сразу. Работоспособность преобразователя и правильность установки выходного напряжения проверяют мультиметром.

Затем приступают к настройке приемника. Как правило, правильно собранный приемник начинает работать сразу. Требуется лишь выставить необходимую частоту и частоту ГУН (генератора, управляемого напряжением) стереодекодера. Настройку начинают с подключения к приемнику преобразователя напряжения (разумеется, отключив питание!), регулятора громкости и наушников. Для уменьшения паразитных наводок регулятор следует подключить к приемнику с помощью экранированного провода.

Подав питание (включив перед этим передатчик и источник звукового сигнала), вращением ротора подстроечного конденсатора С3 устанавливают нужную частоту (по появлению звукового сигнала источника в наушниках). Необходимый уровень сигнала, без искажений, устанавливают резистором R5. Частоту ГУН стереодекодера устанавливают резистором R7. Для установки «на слух» удобно использовать фонограмму с четким разделением каналов. Громкость воспроизведения регулируют кнопочным регулятором.

После окончательной настройки всех компонентов все бескаркасные катушки и роторы подстроечных конденсаторов следует зафиксировать (парафином и т.п.).

«Интеллектуальное» зарядное устройство

В современной аппаратуре широко применяются аккумуляторы. Применение аккумуляторов имеет несомненные преимущества перед обычными пальчиковыми элементами: возможность многократной перезарядки, удобство применения (имеют те же габариты и эксплуатационные характеристики), широкая номенклатура и доступность, позволяющие удовлетворить любые запросы потребителей. Наибольшее распространение получили три типа аккумуляторов: NiCd (никель-кадмиевые), NiMH (никель-металлогидридные) и Li-ion (литий-ионные). Лучшие характеристики (емкость, экономичность, экологическая безопасность и пр.) имеют литий-ионные аккумуляторы. К сожалению, они пока еще достаточно дороги и малодоступны рядовому потребителю. Наибольшее распространение в настоящее время получили NiCd (никель-кадмиевые) и NiMH (никель-металлогидридные) аккумуляторы. На рынке представлен весь ряд аккумуляторов данного вида по габаритам и емкости — от 500 мА/ч до 3000 мА/ч. К сожалению, кроме несомненных положительных качеств данного типа аккумуляторов (доступность, дешевизна, широкая номенклатура) есть и один очень существенный недостаток — так называемый эффект памяти. Он заключается в том, что если аккумулятор не до конца разрядить и поставить на зарядку, то он будет отдавать энергию только до того уровня, с которого начался заряд. Для восстановления нормальной работы аккумулятора необходимо его сначала полностью разрядить, а затем снова зарядить до номинального уровня напряжения (как правило, $\sim 1,45$ В). На рынке представлено много различных зарядных устройств для аккумуляторов. Большинство из них представляют собой дешевые изделия, которые предназначены для простой подзарядки аккумуляторов и никак не устраняют «эффект памяти». Более дорогие устройства (как правило, стоимостью от \$30 и выше) устраняют данный эффект, но вряд ли могут быть рекомендованы для широкого применения ввиду высокой стоимости. При разработке этого зарядного устройства была сделана попытка достичь какого-то компромисса.

Рассматриваемое устройство предназначено для зарядки до четырех NiCd или NiMH аккумуляторов. Зарядка всех четырех аккумуляторов производится независимо друг от друга, т.е. вне зависимости от

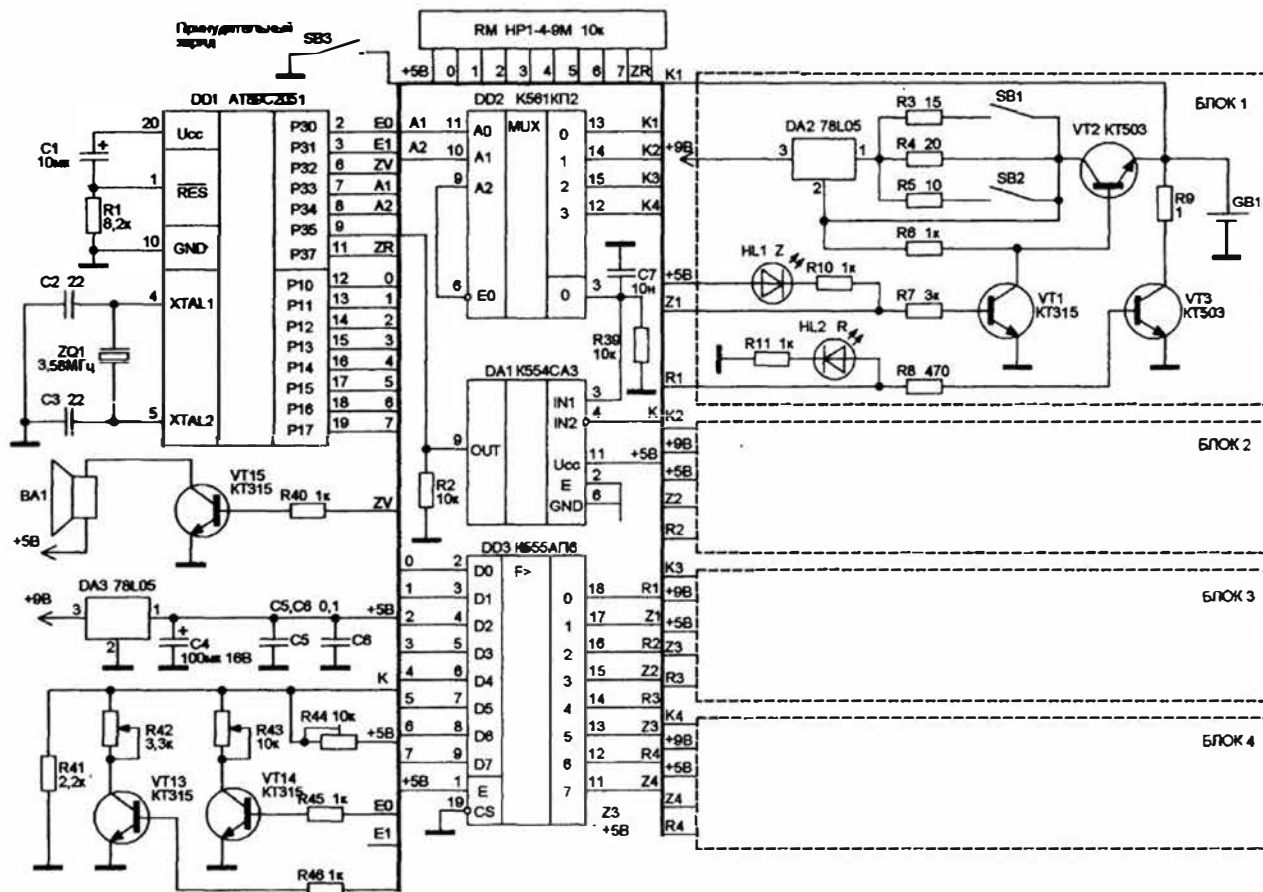
степени заряда и состояния каждого. Принципиальная схема устройства изображена на рис. 13.1. Функционально устройство можно разделить на две части — устройство управления (общего для всех заряжаемых аккумуляторов) и собственно блоки заряда (для каждого аккумулятора). Применение микроконтроллера позволило существенно упростить схему, сведя количество элементов к минимуму. В то же время возможность изменять алгоритм работы устройства программным путем обеспечивает необходимую гибкость и легкость работы с ним.

Устройство управления состоит из собственно микроконтроллера DD1, коммутатора DD2, компаратора DA1 и буфера DD3. Микроконтроллер DD1 управляет работой всего устройства в целом, обеспечивая независимую работу всех четырех блоков заряда. Коммутация эталонных пороговых напряжений для компаратора DA1 осуществляется с помощью коммутатора DD2. Эталонные напряжения формируются схемой, собранной на транзисторах VT13 и VT14. Конкретное эталонное напряжение формируется в зависимости от кода, определяемого сигналами E0 и E1, задаваемого микроконтроллером. Буфер DD3 обеспечивает необходимую развязку порта P1 от блоков зарядки. Блок зарядки состоит из следующих элементов: стабилизатора тока DA2; токозадающих резисторов R3–R5; транзисторных ключей VT1–VT3, осуществляющих коммутацию состояния блока «заряд–разряд–контроль»; двух светодиодов (зеленого и красного), индицирующих состояние данного блока (зеленый — разряд, красный — заряд). Дамперы JP1 и JP2 позволяют задать необходимый зарядный ток (в данном случае 600, 800 или 1200 мА).

Так как все блоки идентичны, рассмотрим работу устройства более подробно на примере одного зарядного блока. При включении устройства сигнал ($R1 = 1$) с микроконтроллера поступает на базу транзистора VT3 ($Z1 = 0$). Транзистор открывается, загорается зеленый светодиод, что свидетельствует о режиме «разряд» для данного аккумулятора. В режимах разрядки и зарядки напряжение на аккумуляторах измеряется 1 раз в 4 с. Цикл измерения ($Z1 = 0$, $R1 = 0$) равен примерно 1 с, т.е. время на обслуживание одного аккумулятора вместе с задержкой составляет 1 с. В это время происходит измерение напряжения на аккумуляторе, и в зависимости от результатов измерения программой принимается решение — продолжать разряд (заряд) или отключить аккумулятор по окончании зарядки. Это наглядно видно по свечению светодиодов. Мерцание красного светодиода свидетельствует о том, что данный элемент находится в режиме «заряд». Загорание зеленого светодиода свидетельствует о том, что данный элемент находится в режиме «разряд». Для каждого аккумулятора включение и выключение режимов происходит независимо от состояния других аккумуляторов.

Для получения наибольшего заряда и с учетом потерь напряжения в измерительных цепях принято эталонное напряжение, равное 1,45 В.

Рис. 13.1



Это подтвердилось в процессе макетирования с аккумуляторами разных фирм и различной емкости. Но его вполне можно изменить подстроечным резистором как в ту, так и в другую сторону. Сигнал К1 через коммутатор DD2 поступает на вход компаратора DA1, где сравнивается с эталонным напряжением (~ 1 В), формируемым схемой на транзисторах VT13 и VT14. При достижении заданного напряжения (1,4 В) компаратор выдает сигнал микроконтроллеру о завершении процесса разрядки. Схема переходит в режим «заряд» ($Z1 = 1$, $R1 = 0$), загорается красный светодиод. Транзистор VT1 открывается, начинает работать генератор тока DA2 и напряжение заряда через транзистор VT2 поступает на аккумулятор. При достижении заряда примерно 1,45 В заряд прекращается. Затем на некоторое время (примерно 8–10 с) включается режим «разряд» (загорается зеленый светодиод) с замером напряжения на аккумуляторе. Если напряжение не изменилось, то зарядка на этом заканчивается (не горят оба светодиода). Если же напряжение резко упало (до 1–1,1 В), что свидетельствует о неисправности элемента, то выдается звуковой сигнал, а зеленый светодиод начинает мигать. Эталонное напряжение в 0,7–0,8 В служит для обнаружения аккумулятора в ячейке. Если аккумулятора нет, то измеренное для данной ячейки напряжение будет меньше эталонного, и режимы разряда и заряда не включаются. В устройстве предусмотрен режим «принудительный заряд», когда возникает необходимость быстрой подзарядки аккумулятора.

При кодах $R_n = 0$, $Z_n = 1$ — режим измерения, оба светодиода погашены.

При кодах $R_n = 1$, $Z_n = 1$ — режим разрядки, мигает зеленый светодиод.

При кодах $R_n = 0$, $Z_n = 0$ — режим зарядки, мигает красный светодиод.

Выбор зарядных токов 1/10 от емкости аккумулятора осуществляется двумя джамперами JP1, JP2, за счет параллельного включения токозадающих резисторов. При отключенных джамперах ток около 60 мА выставляется подбором резистора R4. При включении JP1 зарядный ток увеличивается до 80 мА (подбором R3). При включении JP1 и JP2 ток возрастает до 110–120 мА (подбор R5). Для стабилизаторов напряжения 78L05 оговорен максимальный ток в 100 мА, но в режиме стабилизатора тока он пропускает и 120 мА при достаточно небольшом нагреве, в крайнем случае на него можно надеть небольшой теплоотвод.

В схеме применен резонатор на частоту 3,58 МГц, но можно применить любой другой с частотой от 3 до 8 МГц. В этом случае в программе придется изменить некоторые константы. Светодиоды — типа AL307, один красный, другой зеленый. В качестве звукоизлучателя можно использовать телефоны типа ТМ-2В или ЗП-31.

Наладка устройства сводится к установке эталонных напряжений.

Эталонные напряжения устанавливаются резисторами R41*, R42, R43, R44 по определенной методике. Это делается без микросхемы микроконтроллера. В контакты 2 и 3 панельки для нее вставляются или припаиваются к контактным площадкам два проводника и подсоединяются через резисторы номиналом 10 К к источнику +5 В. Затем подают питание на плату и, заземляя оба контакта панельки (код 00) вместе или поочередно (коды 01, 10), с помощью подстроечных резисторов выставляют указанные на схеме напряжения в точке «К» (4 вывод K554CA3A) (E0 — старший бит, E1 — младший бит).

В заключение можно отметить, что по данной схеме можно заряжать и аккумуляторы большей емкости, при этом используя стабилизаторы на больший ток (300–400 мА), соответственно заменив и ключевые транзисторы на более мощные. А также упростить саму схему зарядного устройства, исключив компаратор K554CA3A, так как в AT89C1051 уже имеется свой компаратор, это порт P1.1 (+) и P1.0 (–). Выходы же портов позволят подключить разрядно-зарядные блоки непосредственно к портам ОЭВМ без буфера 555АП6.

Так как все режимы задаются программно, то их можно легко модифицировать, добавлять новые по своему усмотрению.

Коды для прошивки ППЗУ контроллера приведены в таблице 13.1, HEX-файл для записи в контроллер — в таблице 13.2.

На рис. 13.2, 13.3 приведены рисунки обеих сторон печатной платы, на рис. 13.4 — схема расположения элементов на плате.

Таблица 13.1

```
; «ZU-2000»
; ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО
; НА 4 ЭЛЕМЕНТА
```

```
; M/K 89C2051
; FT=3.58MГц
```

```
; PORTH PORT PIN FUNKCIONAL
```

```
; 90H.0 P1.0 12 R1
; 90H.1 P1.1 13 Z1
; 90H.2 P1.2 14 R2
; 90H.3 P1.3 15 Z2
; 90H.4 P1.4 16 R3
; 90H.5 P1.5 17 Z3
; 90H.6 P1.6 18 R4
; 90H.7 P1.7 19 Z4
```

```
; 0B0H.0 P3.0 2 0-1V 1-1.3V 0-1.45V
```

```
; 0B0H.1 P3.1 3 1 0 0
```

```
; 0B0H.2 P3.2 6
```

```
; 0B0H.3 P3.3 7 0-ЭЛЕМЕНТ 1 1-ЭЛЕМЕНТ 2 0-ЭЛЕМЕНТ 3 1-ЭЛЕМЕНТ 4
```

```
; 0B0H.4 P3.4 8 0 0 1 1
```


; 0B0H.5 P3.5 9 ВХОД (ВЫХОД КОМПАРАТОРА)
; 0B0H.7 P3.7 11 ЗВУК

; R5 ЗАДЕРЖКА
; R6 ----"
; R7 ----"

; 21H.0-ВРЕМЯ РАЗРЯДА(КОЛИЧЕСТВО ЦИКЛОВ)
; 21H.1--"
; 21H.2-РАЗРЯД ЭЛЕМЕНТА
; 21H.3-0-ЗАРЯД, 1-РАЗРЯД, 0-ЗАМЕР, 1-ЭЛЕМЕНТ ОТКЛ.
; 21H.4-0 1 1 0
; 21H.5-ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
; 21H.6-ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
; 21H.7-РАЗРЯД ЭЛЕМЕНТА(ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА)

MOV 90H,#01010101B	; ЗАМЕР
MOV 0B0H,#10100010B	; 1B, ЭЛЕМЕНТ 1
MOV 21H,#00010000B	; ЗАМЕР
MOV 22H,#00010000B	; ЗАМЕР
MOV 23H,#00010000B	; ЗАМЕР
MOV 24H,#00010000B	; ЗАМЕР

LL1: NOP ; ЭЛЕМЕНТ 1

MOV A,22H ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 2 НА ПРИГОДНОСТЬ

JNB 0E0H.5,L1A ;

CPL 90H.5 ;

CALL SND ;

L1A: MOV A,23H ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 3 НА ПРИГОДНОСТЬ

JNB 0E0H.5,L1B ;

CPL 90H.3 ;

CALL SND ;

L1B: MOV A,24H ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 4 НА ПРИГОДНОСТЬ

JNB 0E0H.5,L1 ;

CPL 90H.1 ;

CALL SND ;

L1: CALL ZP ; ЗАДЕРЖКА 1 СЕК

JNB 0B0H.7,L3 ; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА

CLR 90H.7 ; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)

SETB 90H.6 ;

MOV 0B0H,#10100011B ; 0.7В, ЭЛЕМЕНТ 1

CALL ZZ ; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК

JB 0B0H.5,L24 ; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)

MOV A,21H ;

JB 0E0H.2,L3 ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД (ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД) ***

JB 0E0H.5,L16 ; ИЗЪЯТ ***

JB 0E0H.7,L21 ; В БРАК ***

L16: MOV 21H,#00010000B ; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)

L19: JMP KK1 ;

L3: JMP L11 ;

L24: MOV A,21H ;

	CLR 0E0H.2	;
	JB 0E0H.5,L23	; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
	JB 0E0H.6,L19	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛ.
	JB 0E0H.7,L20	; РАЗРЯД НА КАЧЕСТВО
	JNB 0E0H.3,L22	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ ЗАМЕР
	JMP L30	; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
L22:	JNB 0E0H.4,L31	; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
	MOV 0B0H,#10100000B	; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
	CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК
	JNB 0B0H.5,L15	; 1.45В > U ПРОВЕРИТЬ НАИМЕНЬШЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ
	JMP L17	;
L31:	SETB 90H.6	; ЗАМЕР
	MOV 0B0H,#10100000B	; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
	CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК
	JNB 0B0H.5,L32	; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
L17:	MOV 21H,#10011000B	; ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА
	SETB 90H.7	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
	SETB 90H.6	;
	JMP KK1	;
L21:	MOV 21H,#00100000B	; БРАК
L23:	CPL 90H.7	; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
	CALL SND	; ЗВУК
	JMP KK1	;
L20:	INC 21H	; ЦИКЛ РАЗРЯДА
	MOV A,21H	;
	ANL A,#03H	;
	CJNE A,#3,L25	;
	CLR 90H.7	; ЗАМЕР
	MOV 0B0H,#10100001B	; 1.3В
	CALL ZZ	;
	JNB 0B0H.5,L21	; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
	MOV 21H,#01000000B	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
	JMP KK1	;
L30:	CLR 90H.7	; ЗАМЕР
L15:	MOV 0B0H,#10100010B	; 1.0В, ЭЛЕМЕНТ 1
	CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК.
	JNB 0B0H.5,L11	; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
	MOV 21H,#00011100B	; РАЗРЯД
L25:	SETB 90H.7	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
	JMP KK1	;
L11:	MOV 21H,#00000100B	; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
L32:	CLR 90H.6	;
	CLR 90H.7	;
KK1:	NOP	; ЭЛЕМЕНТ 2
	MOV A,21H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 1 НА БРАК
	JNB 0E0H.5,K1A	;
	CPL 90H.7	;

CALL SND	;
K1A: MOV A,23H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 3 НА БРАК
JNB 0E0H.5,K1B	;
CPL 90H.3	;
CALL SND	;
K1B: MOV A,24H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 4 НА БРАК
NB 0E0H.5,K1	;
CPL 90H.1	;
CALL SND	;
K1: CALL ZP	; ЗАДЕРЖКА 1СЕК.
JNB 0B0H.7,K3	; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
CLR 90H.5	; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
SETB 90H.4	;
MOV 0B0H,#10101011B	; 0.7В,ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JB 0B0H.5,K24	; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
MOV A,22H	;
JB 0E0H.2,K3	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧЕНИЯ РАЗРЯДА(ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД)
JB 0E0H.5,K16	; ЭЛЕМЕНТ ИЗЪЯТ
JB 0E0H.7,K21	; БРАК
K16: MOV 22H,#00010000B	; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
K19: JMP NN1	;
K3: JMP K11	;
K24: MOV A,22H	;
CLR 0E0H.2	;
JB 0E0H.5,K23	; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
JB 0E0H.6,K19	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
JB 0E0H.7,K20	; РАЗРЯД НА ПРОВЕРКУ КАЧЕСТВА
JNB 0E0H.3,K22	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАМЕРА
JMP K30	; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
K22: JNB 0E0H.4,K31	; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
MOV 0B0H,#10101000B	; 1.45В,ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
JNB 0B0H.5,K15	; 1.45В > U (ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД)
JMP K17	;
K31: SETB 90H.4	; ЗАМЕР
MOV 0B0H,#10101000B	; 1.45В,ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
JNB 0B0H.5,K32	; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
K17: MOV 22H,#10011000B	;
SETB 90H.5	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
SETB 90H.4	; ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА
JMP NN1	;
K21: MOV 22H,#00100000B	; БРАК
K23: CPL 90H.5	; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
CALL SND	; ЗВУК
JMP NN1	;
K20: INC 22H	; ЦИКЛ РАЗРЯДА
MOV A,22H	;

ANL A,#03H	;
CJNE A,#03H,K25	;
CLR 90H.5	; ЗАМЕР
MOV 0B0H,#10101001B	; 1.3В
CALL ZZ	;
JNB 0B0H.5,K21	; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
MOV 22H,#01000000B	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
JMP NN1	;
K30: CLR 90H.5	; ЗАМЕР
K15: MOV 0B0H,#10101010B	; 1.0В, ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JNB 0B0H.5,K11	; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
MOV 22H,#00011100B	;
K25: SETB 90H.5	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
JMP NN1	;
K11: MOV 22H,#00000100B	; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
K32: CLR 90H.4	;
CLR 90H.5	;
<hr/>	
NN1: NOP	; ЭЛЕМЕНТ 3
MOV A,21H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 1 НА БРАК
JNB 0E0H.5,N1A	;
CPL 90H.7	;
CALL SND	;
N1A: MOV A,22H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 2 НА БРАК
JNB 0E0H.5,N1B	;
CPL 90H.5	;
CALL SND	;
N1B: MOV A,24H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 4 НА БРАК
JNB 0E0H.5,N1	;
CPL 90H.1	;
CALL SND	;
N1: CALL ZP	; ЗАДЕРЖКА 1СЕК
JNB 0B0H.7,N3	; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
CLR 90H.3	; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
SETB 90H.2	;
MOV 0B0H,#10110011B	; 0.7В, ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JB 0B0H.5,N24	; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
MOV A,23H	;
JB 0E0H.2,N3	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД (ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД)
JB 0E0H.5,N16	; ИЗЪЯТ
JB 0E0H.7,N21	; БРАК
N16: MOV 23H,#00010000B	; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
N19: JMP MM1	;
N3: JMP N11	;
N24: MOV A,23H	;
CLR 0E0H.2	;
JB 0E0H.5,N23	; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
JB 0E0H.6,N19	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН

JNB 0E0H.7,N20	; РАЗРЯД НА КАЧЕСТВО
JNB 0E0H.3,N22	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ ЗАМЕР
JMP N30	; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
N22: JNB 0E0H.4,N31	; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
MOV 0B0H,#10110000B	; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JNB 0B0H.5,N15	; 1.45В > U (ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД)
JMP N17	;
N31: SETB 90H.2	; ЗАМЕР
MOV 0B0H,#10110000B	; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JNB 0B0H.5,N32	; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
N17: MOV 23H,#10011000B	;
SETB 90H.3	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
SETB 90H.2	; (ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА)
JMP MM1	;
N21: MOV 23H,#00100000B	; БРАК
N23: CPL 90H.3	; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
CALL SND	; ЗВУК
JMP MM1	;
N20: INC 23H	; ЦИКЛ РАЗРЯДА
MOV A,23H	;
ANL A,#03H	;
CJNE A,#03H,N25	;
CLR 90H.3	; ЗАМЕР
MOV 0B0H,#10110001B	; 1.3В
CALL ZZ	;
JNB 0B0H.5,N21	; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
MOV 23H,#01000000B	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
JMP MM1	;
N30: CLR 90H.3	; ЗАМЕР
N15: MOV 0B0H,#10110010B	; 1.0В, ЭЛЕМЕНТ 1
CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JNB 0B0H.5,N11	; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
MOV 23H,#00011100B	;
N25: SETB 90H.3	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
JMP MM1	;
N11: MOV 23H,#00000100B	; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
N32: CLR 90H.2	;
CLR 90H.3	;
MM1: NOP	; ЭЛЕМЕНТ 4
MOV A,21H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 1 НА БРАК
JNB 0E0H.5,M1A	;
CPL 90H.7	;
CALL SND	;
M1A: MOV A,22H	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 2 НА БРАК
JNB 0E0H.5,M1B	;

	CPL 90H.5	
	CALL SND	; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 3 НА БРАК
	JNB 0E0H.5,M1	
	CPL 90H.3	
	CALL SND	
M1:	CALL ZP	; ЗАДЕРЖКА 1 СЕК
	JNB 0B0H.7,M3	; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
	CLR 90H.1	; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
	SETB 90H.0	
	MOV 0B0H,#10111011B	; 0.7В, ЭЛЕМЕНТ 1
	CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК
	JB 0B0H.5,M24	; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
	MOV A,24H	
	JB 0E0H.2,M3	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД (ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД)
	JB 0E0H.5,M16	; ИЗЪЯТ
	JB 0E0H.7,M21	; БРАК
M16:	MOV 24H,#00010000B	; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
M19:	JMP LL1	
M3:	JMP M11	
M24:	MOV A,24H	
	CLR 0E0H.2	
	JB 0E0H.5,M23	; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
	JB 0E0H.6,M19	; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
	JB 0E0H.7,M20	; РАЗРЯД НА КАЧЕСТВО
	JNB 0E0H.3,M22	; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАМЕРА
	JMP M30	; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
M22:	JNB 0E0H.4,M31	; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
	MOV 0B0H,#10111000B	; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
	CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК
	JNB 0B0H.5,M15	; 1.45В > U (ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД)
	JMP M17	
M31:	SETB 90H.0	; ЗАМЕР
	MOV 0B0H,#10111000B	; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
	CALL ZZ	; ЗАДЕРЖКА 0.1 СЕК
	JNB 0B0H.5,M32	; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
M17:	MOV 24H,#10011000B	
	SETB 90H.1	; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
	SETB 90H.0	; (ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА)
	JMP LL1	
M21:	MOV 24H,#00100000B	; БРАК
M23:	CPL 90H.1	; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
	CALL SND	; ЗВУК
	JMP LL1	
M20:	INC 24H	; ЦИКЛ РАЗРЯДА
	MOV A,24H	
	ANL A,#03H	
	CJNE A,#03H,M25	
	CLR 90H.1	; ЗАМЕР
	MOV 0B0H,#10111001B	; 1.3В
	CALL ZZ	

```

JNB 0B0H.5,M21          ; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
MOV 24H,#01000000B      ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
JMP LL1                  ;

M30: CLR 90H.1           ; ЗАМЕР
M15: MOV 0B0H,#10111010B ; 1.0В,ЭЛЕМЕНТ 1
CALL'ZZ                 ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
JNB 0B0H.5,M11          ; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
MOV 24H,#00011100B      ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
M25: SETB 90H.1          ;
JMP LL1                  ;

M11: MOV 24H,#00000100B  ; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
M32: CLR 90H.0           ;
CLR 90H.1               ;
JMP LL1                  ;

;-----
SND: MOV R5,#03H         ; ЗВУК -0,7СЕК
LZ1:  MOV R6,#0FFH       ;
LZ:   CPL 0B0H.2         ;
LCALL Z                  ;
DJNZ R6,LZ               ;
DJNZ R5,LZ1              ;
JNB 0B0H.2,S1            ;
CPL 0B0H.2               ;
S1:   RET                 ;

;-----
Z:    MOV R7,#0F0H       ; ЗАДЕРЖКА < 0.8СЕК.
Z1:   DJNZ R7,Z1         ;
RET   ;

ZZ:   MOV R6,#78H        ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
ZZ2:  CALL Z             ;
DJNZ R6,ZZ2              ;
RET   ;

ZP:   MOV R5,#0AH        ; ЗАДЕРЖКА 1СЕК.
ZP1:  CALL ZZ            ;
DJNZ R5,ZP1              ;
RET   ;

```

END

Таблица 13.2

```

:1000000075905575B0A27521107522107523107565
:10001000241000E52230E505B2951202FFE52330F9
:10002000E505B2931202FFE52430E505B291120214
:10003000FF12031E30B71EC297D29675B0A31203EB
:100040001720B514E52120E20C20E50320E74075D8
:1000500021100200CE0200C7E521C2E220E53320D4
:10006000E6F020E73530E3030200B430E40C75B06D
:10007000A012031730B53F020085D29675B0A012CA
:10008000031730B545752198D297D2960200CE75E8

```

:100090002120B2971202FF0200CE0521E521540370
:1000A000B4031FC29775B0A112031730B5E17521D3
:1000B000400200CEC29775B0A212031730B5087582
:1000C000211CD2970200CE752104C296C29700E58A
:1000D0002130E505B2971202FFE52330E505B29322
:1000E0001202FFE52430E505B2911202FF12031E51
:1000F00030B71EC295D29475B0AB12031720B51459
:10010000E52220E20C20E50320E7407522100201E1
:100110008A020183E522C2E220E53320E6F020E7EF
:100120003530E30302017030E40C75B0A8120317F8
:1001300030B53F020141D29475B0A812031730B513
:1001400045752298D295D29402018A752220B295E3
:100150001202FF02018A0522E5225403B4031FC2E2
:100160009575B0A912031730B5E175224002018AD6
:10017000C29575B0AA12031730B50875221CD29526
:1001800002018A752204C294C29500E52130E5057A
:10019000B2971202FFE52230E505B2951202FFE5A3
:1001A0002430E505B2911202FF12031E30B71EC2C1
:1001B00093D29275B0B312031720B514E52320E251
:1001C0000C20E50320E74075231002024602023F9F
:1001D000E523C2E220E53320E6F020E73530E303F3
:1001E00002022C30E40C75B0B012031730B53F0298
:1001F00001FDD29275B0B012031730B54575239842
:10020000D293D292020246752320B2931202FF02C9
:1002100002460523E5235403B4031FC29375B0B10E
:1002200012031730B5E1752340020246C29375B040
:10023000B212031730B50875231CD293020246751B
:100240002304C292C29300E52130E505B297120261
:10025000FFE52230E505B2951202FFE52330E50502
:10026000B2931202FF12031E30B71DC291D29075D5
:10027000B0BB12031720B513E52420E20B20E503E1
:1002800020E73E75241001120202F6E524C2E220A6
:10029000E53220E6F120E73330E3030202E430E404
:1002A0000C75B0B812031730B53C020288D2907585
:1002B000B0B812031730B541752498D291D290018D
:1002C00012752420B2911202FF01120524E5245474
:1002D00003B4031EC29175B0B912031730B5E275AD
:1002E00024400112C29175B0BA12031730B50775D8
:1002F000241CD2910112752404C290C29101127D76
:10030000037EFFB2B2120312DEF9DDF530B20282A3
:10031000B2227FF0DFFE227E787112DEFC227D0A9F
:050320007117DDFC2255
:00000001FF

Рис. 13.2

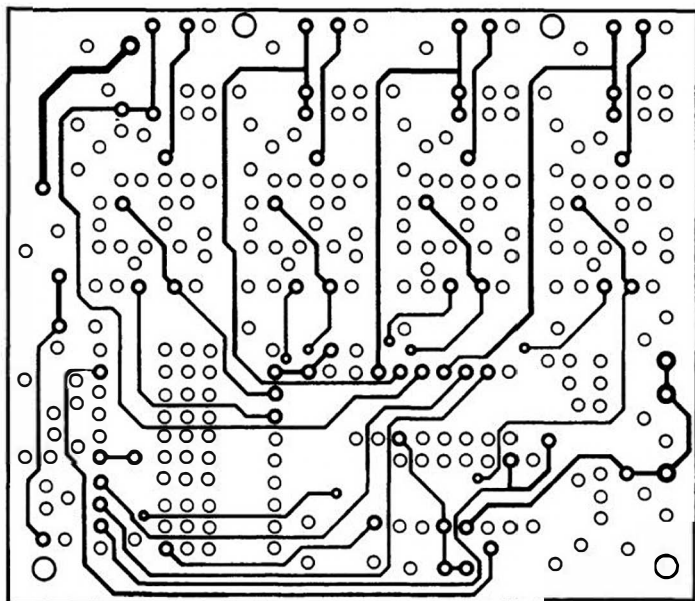


Рис. 13.3

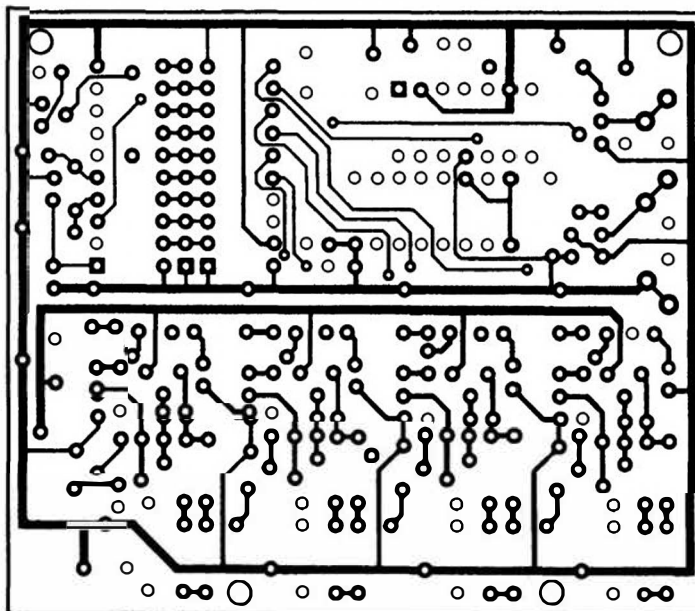
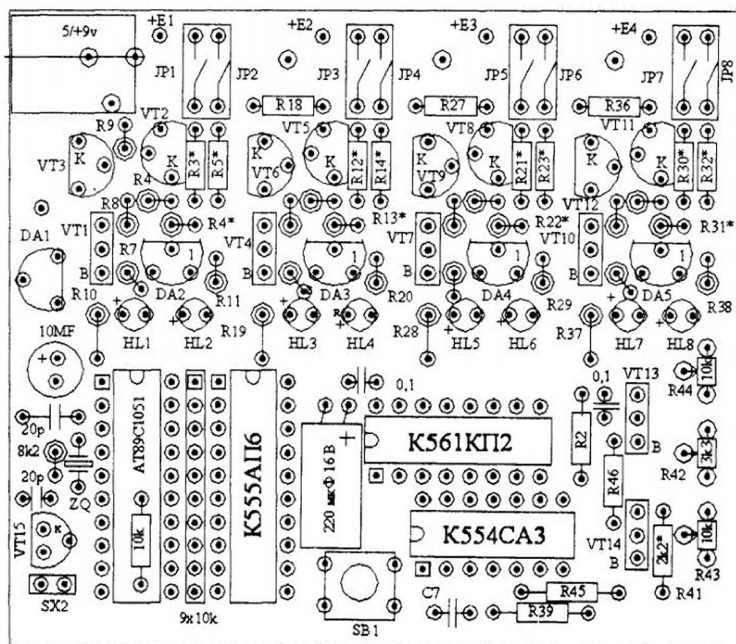


Рис. 13.4



Глава 14

Миниатюрная система видеонаблюдения

В повседневной практике часто возникает необходимость дистанционного наблюдения за какими-либо удаленными объектами (дача, складское помещение, входная дверь в подъезд и т.д.).

Подводить к передатчику с видеокамерой провода (для питания устройства и получения сигнала изображения и звука) не всегда представляется возможным. Иногда проще и удобнее использовать миниатюрные телевизионный передатчик и видеокамеру с питанием от аккумуляторной батареи.

Передатчик работает в диапазонах МВ (VHF) и ДМВ (UHF). Сигнал, формируемый передатчиком, может быть принят любым бытовым телевизором.

Передатчик собран на одной микросхеме и двух СВЧ-транзисторах. Он обеспечивает идеальное качество цветной картинки на расстоянии около 50 м от передатчика. Максимальный радиус действия зависит от чувствительности телевизора, применяемых антенн и для цветного изображения составляет 300 м, а черно-белого — более 500 м.

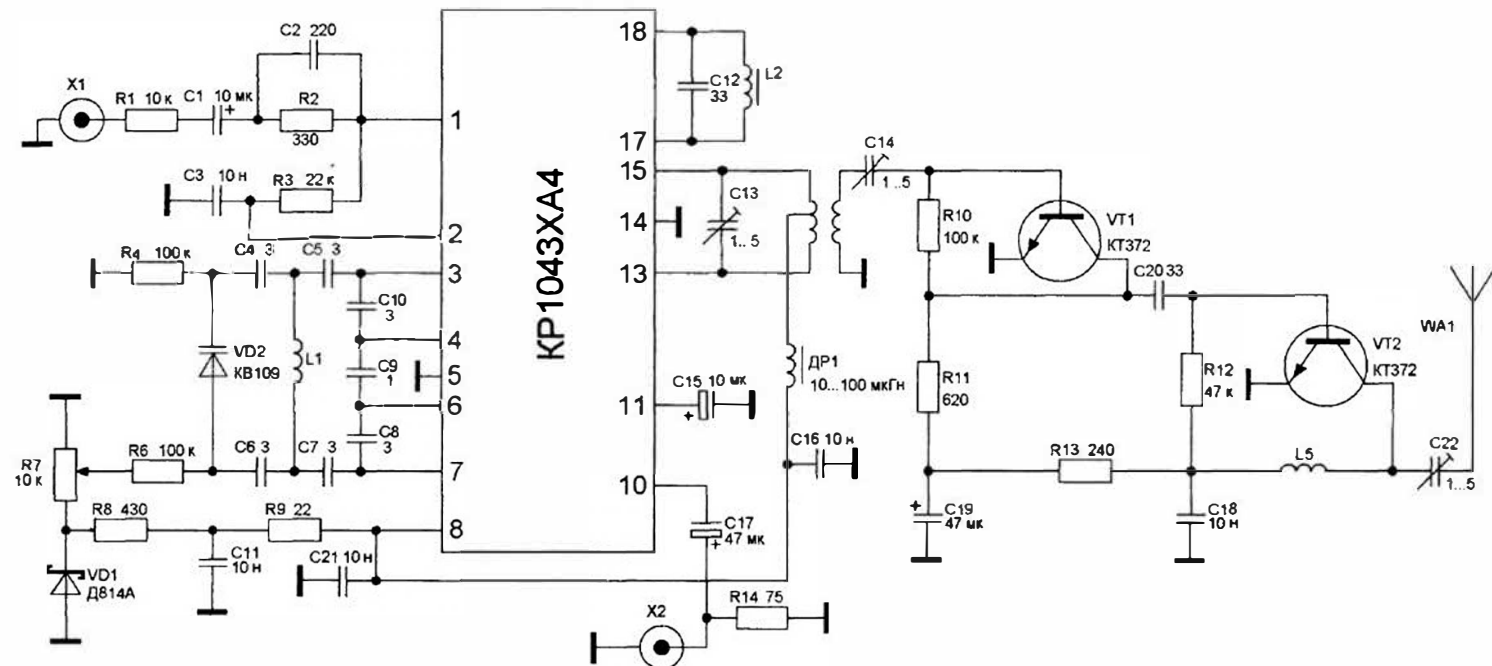
Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 14.1.

Катушки передатчика бескаркасные, намотаны на оправке диаметром 3 мм. Катушки L1, L4, L5 содержат по 1,5 витка (кольцо с выводами вниз) провода ПЭВ 0,5 мм, а катушка L3 2+2 витка того же провода и состоит из двух половин, между которыми помещается катушка L4. Зазор между катушками L3 и L4 — около 1 мм. Катушка L2 взята от контура режекции звука любого телевизора. Контур L2 C12 настроен на частоту поднесущей звука 6,5 МГц, поэтому конденсатор C12 может быть другой емкости, какая была в составе контура телевизора. Дроссель типа ДПМ-0.1, ЕС24 10–50 мкГн или самодельный, намотанный на резисторе типа МЛТ-0.25 и содержащий 50 витков провода ПЭВ-2 диаметром примерно 0,1 мм, зафиксированного лаком. Провод желательно мотать секциями для уменьшения собственной емкости дросселя.

В конструкции применимы любые СВЧ-транзисторы с граничной частотой более 2 ГГц и мощностью не менее 50 мВт. В данной конструкции используются транзисторы КТ372 (А, Б).

Почти все пассивные элементы передатчика — SMD-компоненты для поверхностного монтажа типоразмера 0805. Топология печатного монтажа допускает и применение элементов типоразмера 1206.

Рис. 14.1



Детали передатчика размещены на печатной плате размером 60×34 мм из двустороннего фольгированного стеклотекстолита.

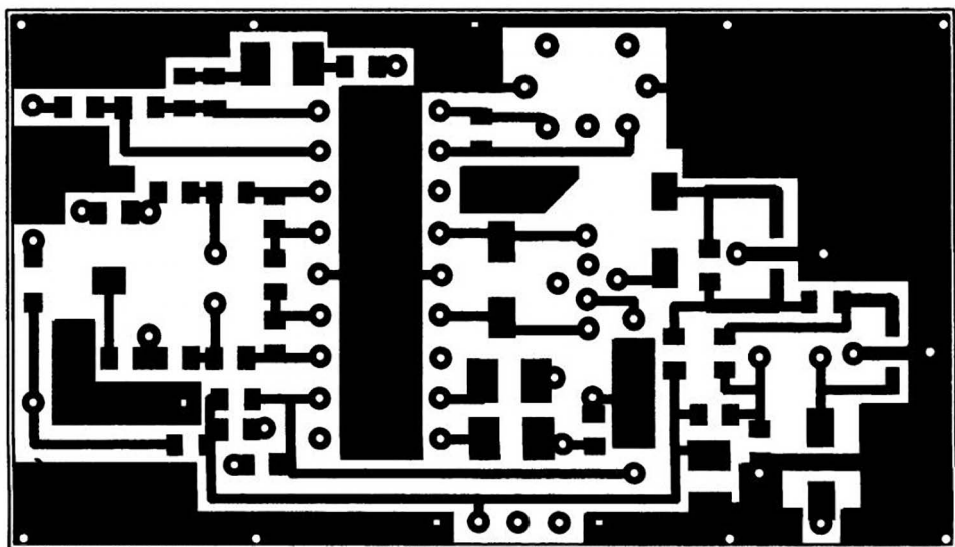
Принципиальная схема спроектирована с таким расчетом, чтобы по ней можно было легко вычертить разводку печатной платы. При этом следует учитывать, что ширина проводников должна быть не менее 1 мм. Важно, чтобы выводы микросхемы 5 и 14 соединялись друг с другом под микросхемой и с массой кратчайшим путем. Следует стремиться к тому, чтобы и остальные проводники были минимальной длины. Обязательна пайка обоих выводов эмиттера СВЧ-транзисторов.

Плата сверху закрывается латунным экраном высотой 20–25 мм с отверстиями напротив элементов регулировки (R7, C13, 14, 21, L2) и вывода антенны. Экран пропаивается по контуру снизу платы. Для установки антенны на плате распаивается латунная втулка с внутренней резьбой M2, куда и вворачивается штырь антенны.

Антенна представляет собой кусок голой медной проволоки от осветительного провода сечением 2,5 мм². Длина антенны подбирается экспериментально и составляет приблизительно 30 см. Плата размещена в подходящем корпусе, в кожухе которого просверлено отверстие для антенны.

Настройка сводится к установке рабочей точки модулятора резистором R7 (при этом изменяется также рабочая частота) по отсутствию зеленых контуров и розовых «тянучек» на изображении, контуров и согласования с антенной. В последнюю очередь настраивается контур L2 на частоту 6,5 МГц (можно на слух по чистой передаче звука). Выход-

Рис. 14.2



ной сигнал передатчика должен иметь мощность, достаточную для приема «на вход» телевизора с расстояния около метра. После окончательной настройки катушки можно залить парафином или полиэтиленом с помощью клеевого пистолета.

На рис. 14.2 и 14.3 приведены рисунки обеих сторон печатной платы, на рис. 14.4 — схема расположения элементов на плате.

Рис. 14.3

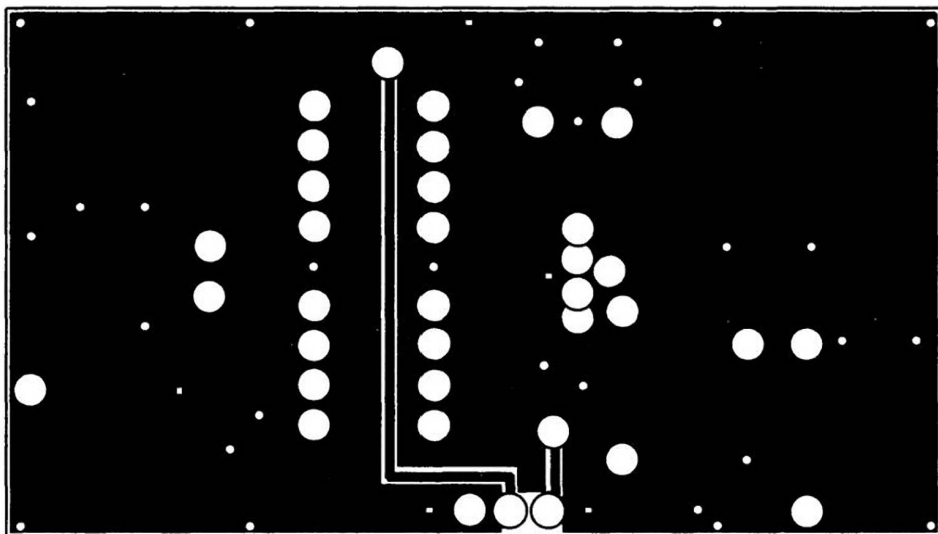
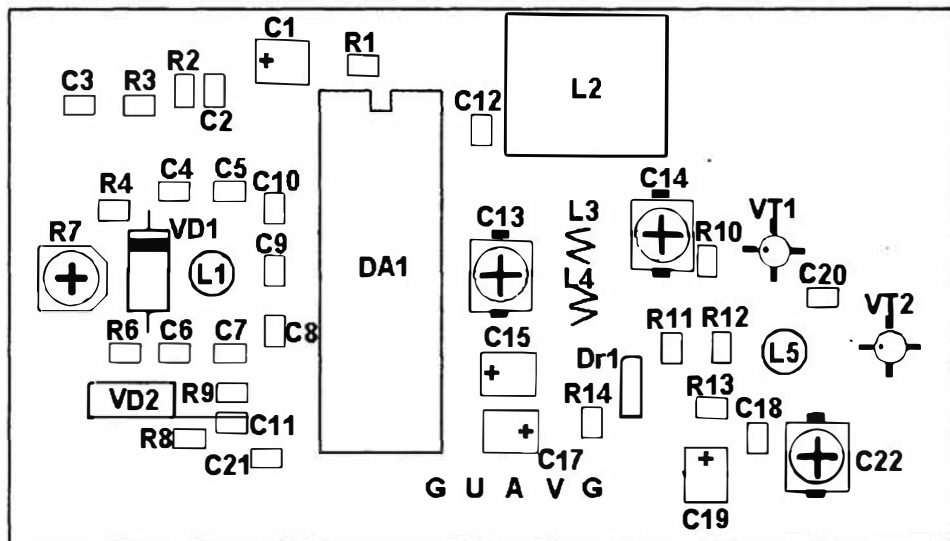


Рис. 14.4



Глава 15

Микроконтроллерная система ДУ

Конструирование систем дистанционного управления — одно из любимейших занятий радиолюбителей. Системы дистанционного управления (СДУ) широко применяются в повседневной жизни. Для большинства окружающих нас бытовых приборов (телевизоров, звуковых и видеомагнитофонов, музыкальных центров и т.д.) разработаны специализированные комплекты СДУ, применение которых для других целей связано с определенными трудностями. Появление недорогих микроконтроллеров позволяет создать с минимальными аппаратными затратами универсальную 16 (64)-командную СДУ. Универсальность СДУ обеспечивается тем, что и шифратор, и дешифратор можно запрограммировать для конкретных целей на любое (в разумных пределах, разумеется!) количество команд.

В качестве основы и шифратора, и дешифратора был выбран 8-битовый КМОП-микроконтроллер семейства AVR фирмы ATMEL ATTiny2313.

Для реализации функций передачи данных применен встроенный в микроконтроллер универсальный асинхронный приемопередатчик (UART).

Основные характеристики UART:

- генерация произвольных скоростей передачи (от 2400 бод до 115200);
- 8(9) бит данных;
- фильтрация шумов;
- определение переполнения;
- детектирование ошибки кадра;
- определение неверного стартового бита;
- 3 отдельных прерывания.

Подробно принцип работы UART описан в [1].

Скорость передачи определяется по формуле:

$$\text{BAUD} = F_{\text{ck}} / (16 \times (\text{UBBR} + 1)),$$

где BAUD — скорость передачи (бод); F_{ck} — частота тактового генератора микроконтроллера; UBBR — содержимое регистра скорости передачи UART.

Как видно из формулы, для тактовой частоты микроконтроллера 4 МГц и выбранной скорости передачи 9600 бод значение UBRR будет равно примерно 23. Это создает незначительную погрешность (примерно 0,2%). На работу СДУ эта погрешность практически не влияет, поскольку в логической схеме приемника для обработки одного бита принимаемой последовательности производится 16 выборок входного сигнала.

Если применить более экзотический кварц на частоту 3,6864 МГц (при UBRR = 23), то ошибка передачи-приема кодовой последовательности будет равна нулю! Вообще в схеме можно применить любой имеющийся в наличии кварц в диапазоне частот от 1 МГц до 11,059 МГц, пересчитав значение UBRR по вышеприведенной формуле для выбранной скорости передачи.

Текст программы приведен для значения кварца, равного 3,6864 МГц. Скорость передачи — 19200 бит/с.

При постоянном кварце скорость можно изменять, меняя значения регистра UBRR.

Принципиальная схема шифратора-передатчика СДУ с ИК-каналом представлена на рис. 15.1. Микроконтроллер включен по типовой схеме, рекомендованной фирмой-производителем. Порт В использован для подключения клавиатуры. Четыре младших бита уставовлены на выход, четыре старших — на вход. Принцип работы клавиатуры следующий. На выходы младших битов порта В (PB0—PB3) поочередно подается логический «ноль» (появляется низкий уровень на соответствующем выводе) и производится чтение старшего полубайта порта В. Если нажата какая-либо из 16 кнопок клавиатуры, то на одном из старших битов (P4—P7) появится низкий уровень. Программа определит наличие команды, код команды (заранее определенный пользователем!) будет записан в регистр передачи данных и выдан в последовательный порт (вывод PD1 — выход данных UART). Нажатие какой-либо кнопки клавиатуры (и, соответственно, наличие какой-то команды управления) индицируется светодиодом VD7, подключенным к выводу 9 микроконтроллера через токоограничивающий резистор R7.

Как видно из программы, число возможных передаваемых кодов равно числу кнопок на клавиатуре, т.е. 16, однако в приведенной программе приемника распознаются только 4 — вперед, назад, вправо, влево (см. таблицу управляющих кодов, таблицу кодов клавиатуры).

И приемник, и передатчик можно настроить на какие угодно 8-битные коды, число возможных однобайтных кодов равно 40320. Для этого в программе передатчика нужно поменять константы в разделах (2) и (4), а в программе приемника — в разделе (2).

С выхода TXD сигнал СДУ через резистор R7 поступает на базу составного транзистора VT1, включенного по схеме эмиттерного повто-

рителя. С эмиттера VT1 сигнал через токоограничивающий резистор поступает на анод ИК-светодиода VD6.

По умолчанию на выходе TXD устанавливается высокий уровень, однако программа работает циклически, и если нет сигналов с клавиатуры, то по умолчанию по UART передается пустой бит.

На микросхеме DA1 собран блок питания шифратора-передатчика. Поскольку микроконтроллер ATTiny2313 выполнен по КМОП-технологии, то оказалось возможным осуществить питание всей схемы всего от одной батарейки или аккумулятора типоразмера AA или даже AAA! В схеме блока питания предусмотрена возможность применения аккумулятора. Для этих целей на элементах R1, R2 собрано простейшее зарядное устройство. Переключателем SA1 осуществляется переключение режимов РАБОТА-ЗАРЯД.

Программа управления передатчиком приведена в табл. 15.3, HEX-файл для записи в контроллер передатчика — в таблице 15.4.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 15.2, схема расположения элементов — на рис. 15.3.

Принципиальная схема приемника-дешифратора СДУ представлена на рис. 15.4.

Промодулированный ИК-сигнал поступает на вход фотоприемника, выполненного на элементах VD1, C1, C2, C3, DA1. Микросхема DA1 K1056УП1 представляет собой трехкаскадный усилитель сигналов с комплиментарными выходами. С выхода DA1 сигнал поступает на вход RXD микроконтроллера. Если сигнал, принятый приемником, совпадает с одной из запрограммированных пользователем команд, то на выходах порта В появляется дешифрованная команда для исполнительного устройства. В данном случае в качестве исполнительных устройств применены два мощных драйвера DA1 и DA2 TA7291P фирмы TOSHIBA, управляющих двумя двигателями игрушки на гусеничном ходу. Наличие управляющей команды индицируется светодиодом VD2.

Программа управления приемником приведена в таблице 15.5, HEX-файл для записи в контроллер приемника — в таблице 15.6.

Рисунок печатной платы дешифратора приведен на рис. 15.5, схема расположения элементов — на рис. 15.6. Схема ИК-приемника приведена на рис. 15.7. Рисунок печатной платы ИК-приемника приведен на рис. 15.8, схема расположения элементов — на рис. 15.9.

Вместо ИК-канала в СДУ может быть применен радиоканал на любой из разрешенных диапазонов. Никаких аппаратных и программных изменений такая замена не повлечет.

Схема приемника и передатчика для радиоканала приведены на рис. 15.13 и 15.10 соответственно. Рисунки печатных плат и схемы расположения элементов на платах приемника приведены на рис. 15.14 и 15.15, рисунки печатных плат и схемы расположения элементов на платах передатчика приведены на рис. 15.11 и 15.12.

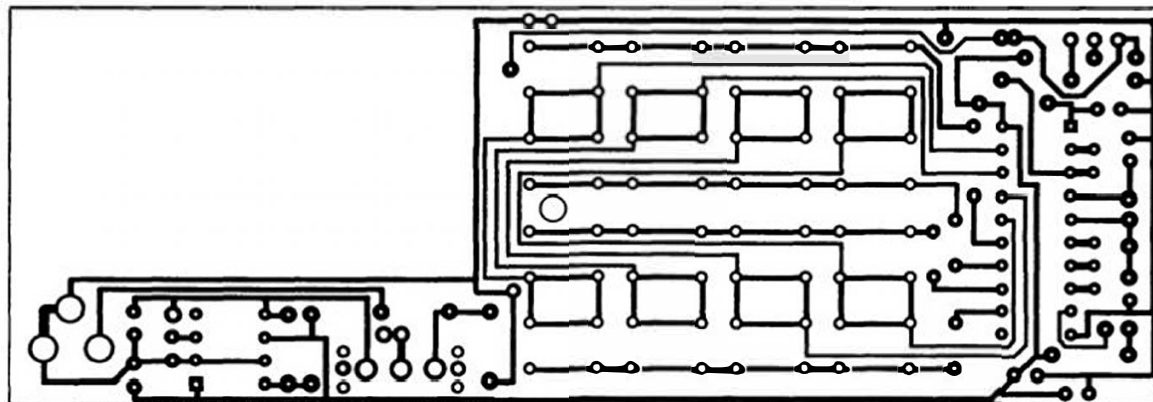


Рис. 15.3

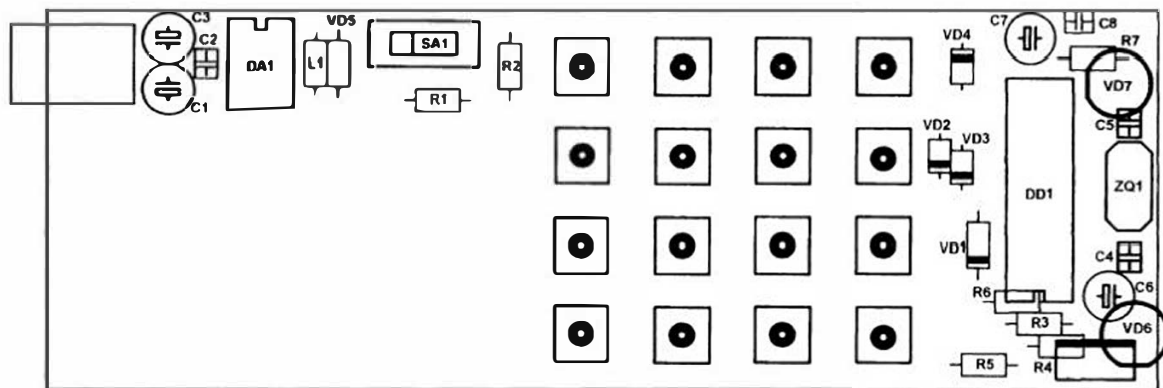


Рис. 15.4

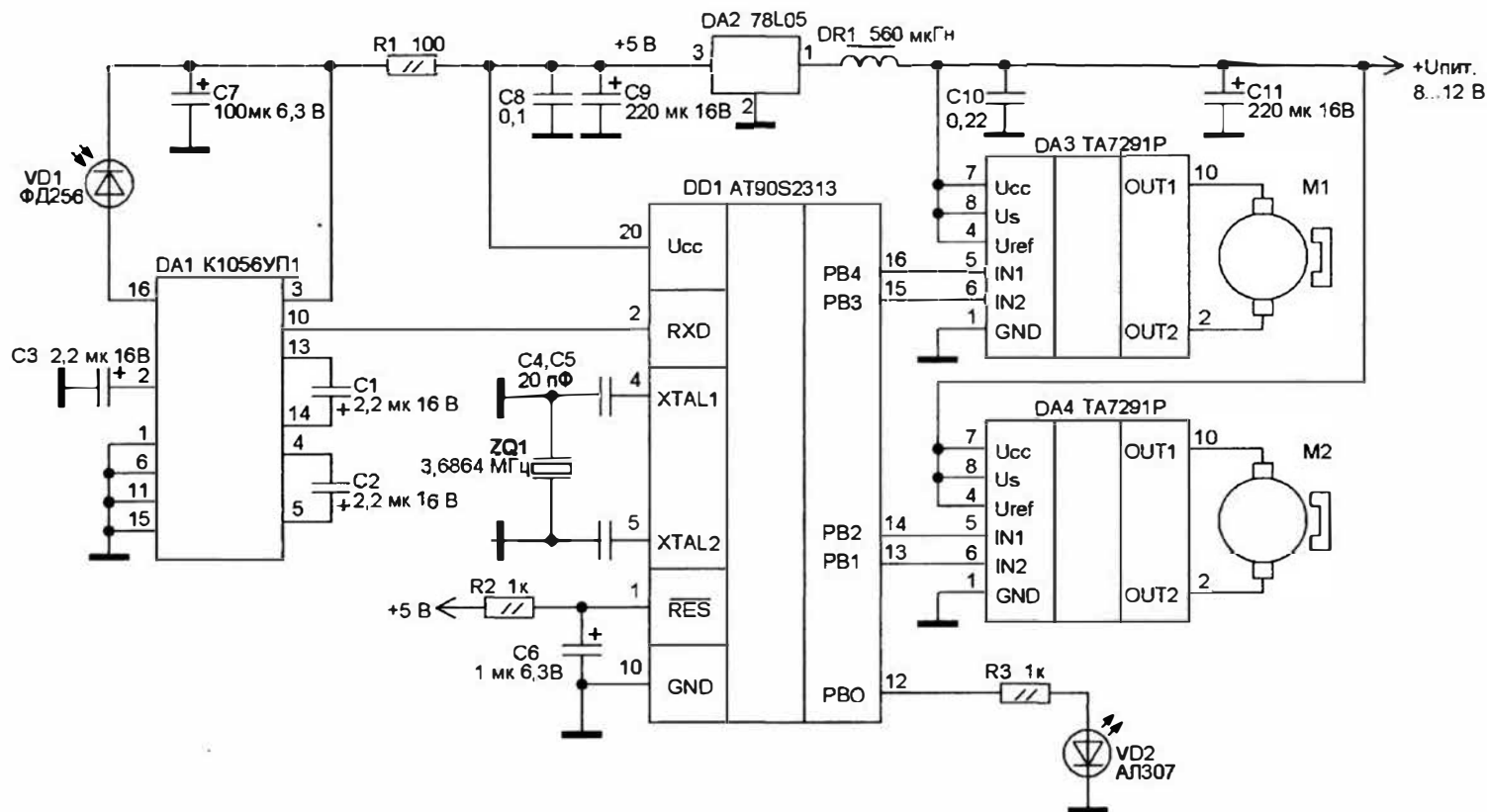


Рис. 15.5

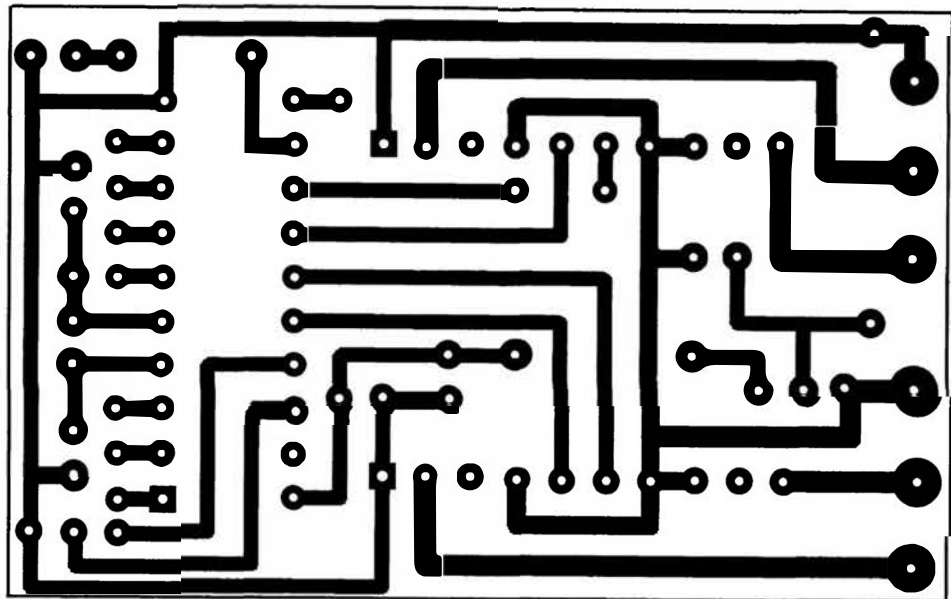


Рис. 15.6

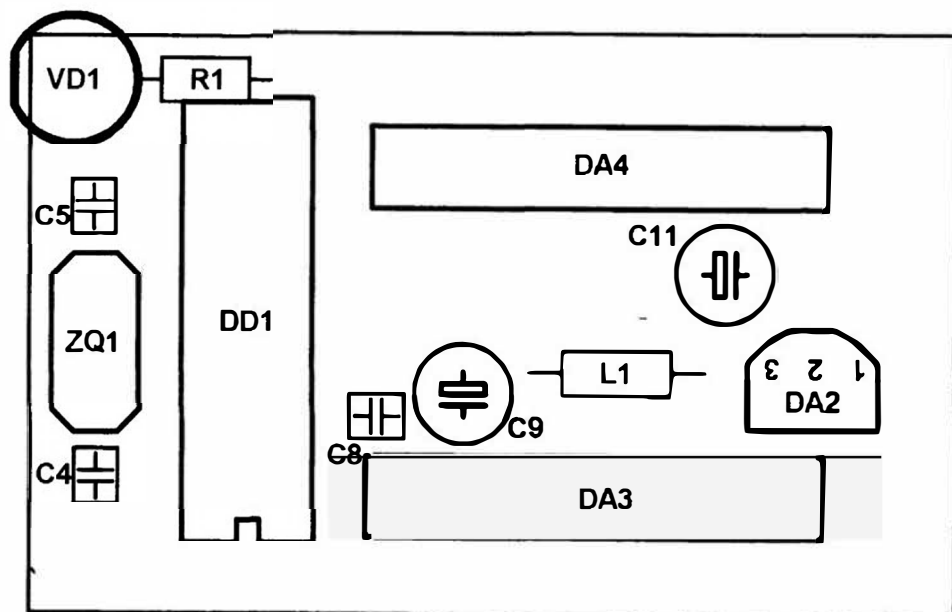


Рис. 15.7

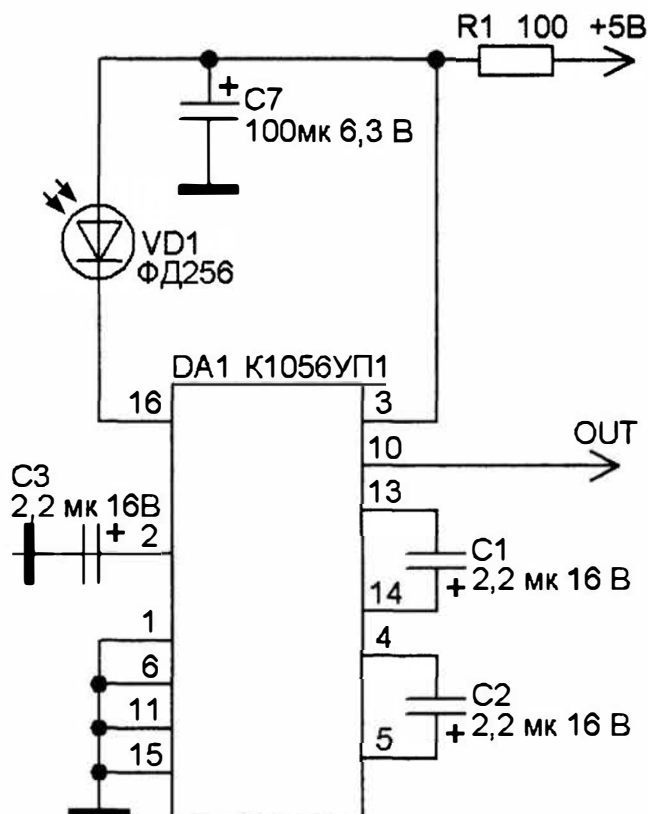


Рис. 15.8

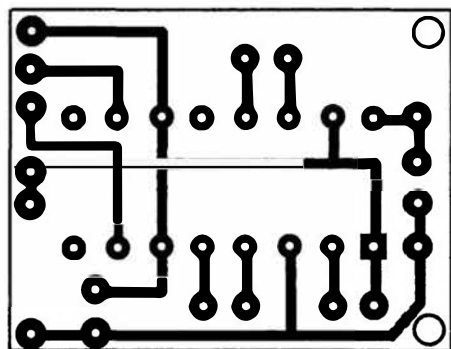


Рис. 15.9

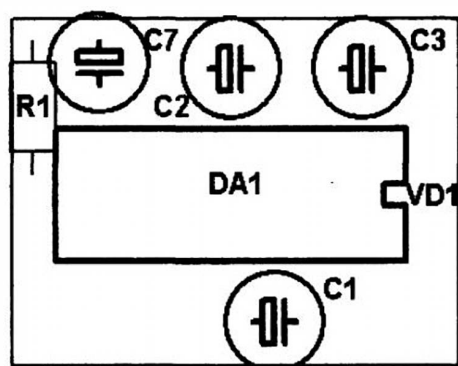


Рис. 15.10

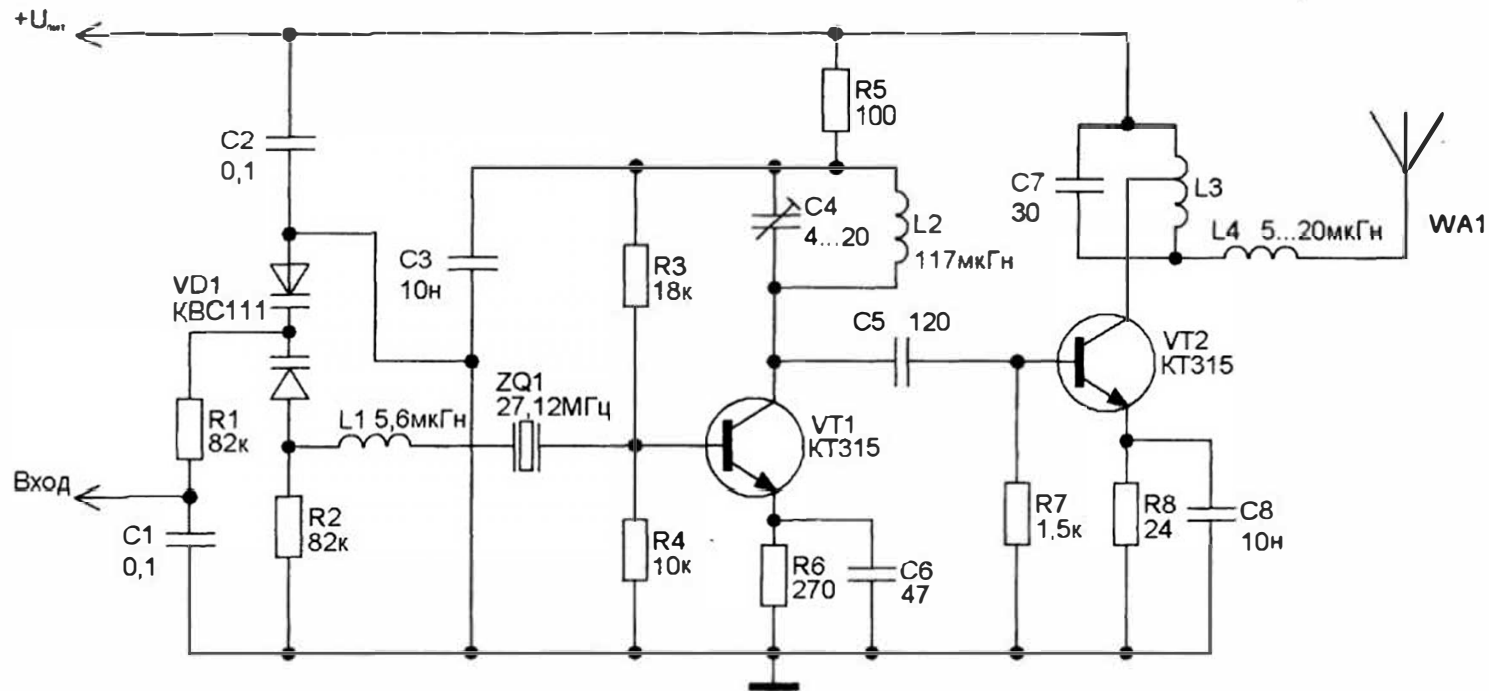


Рис. 15.11

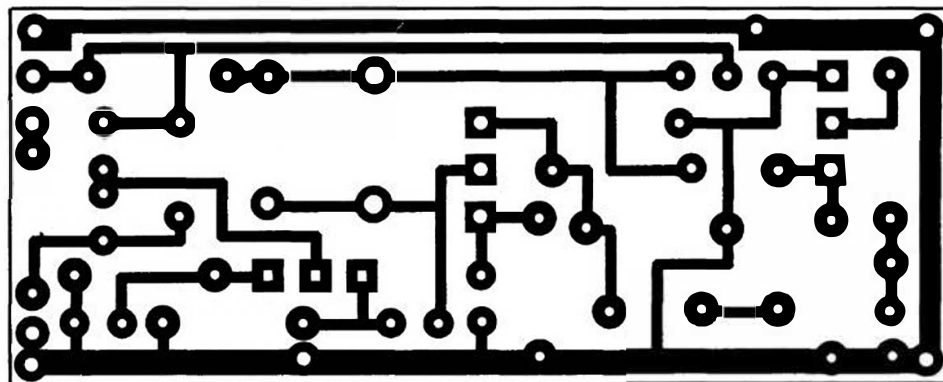


Рис. 15.12

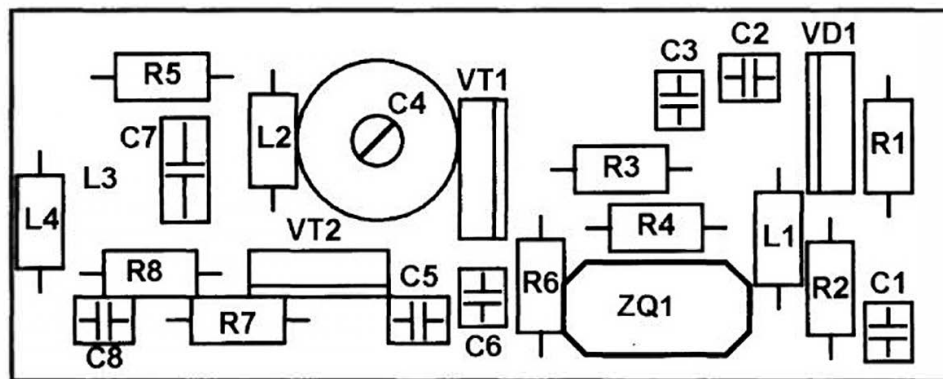


Рис. 15.13

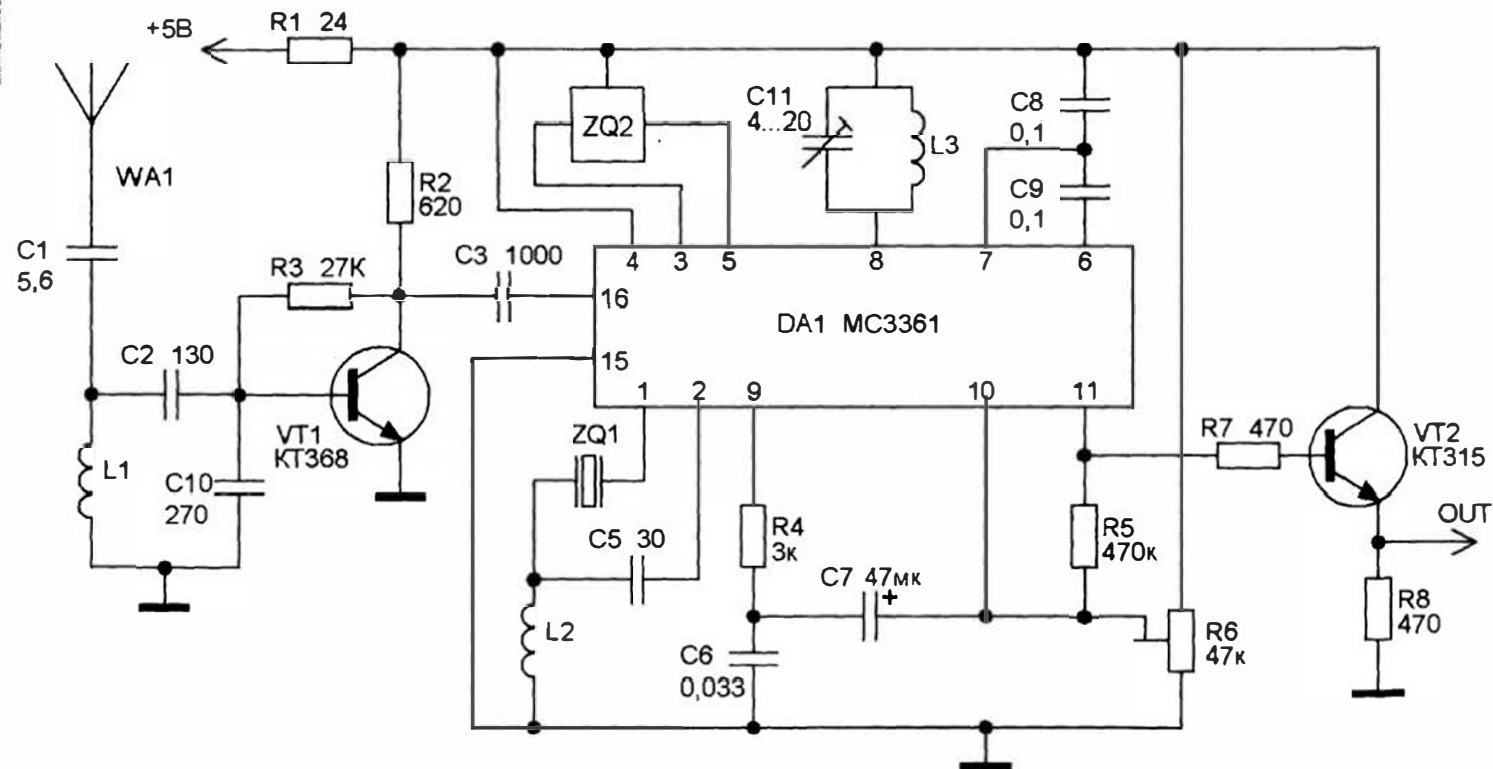


Рис. 15.14

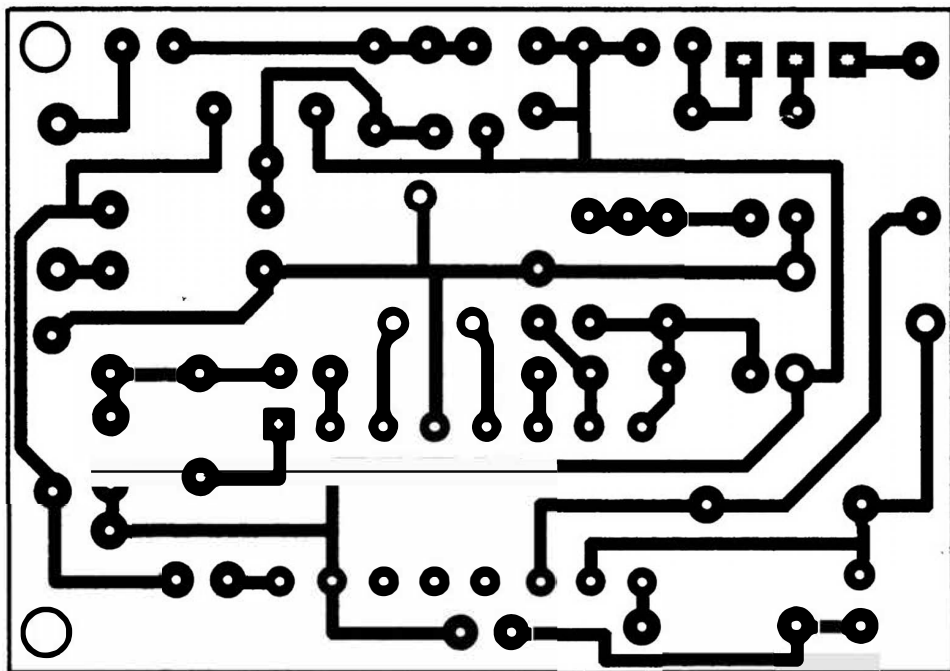


Рис. 15.15

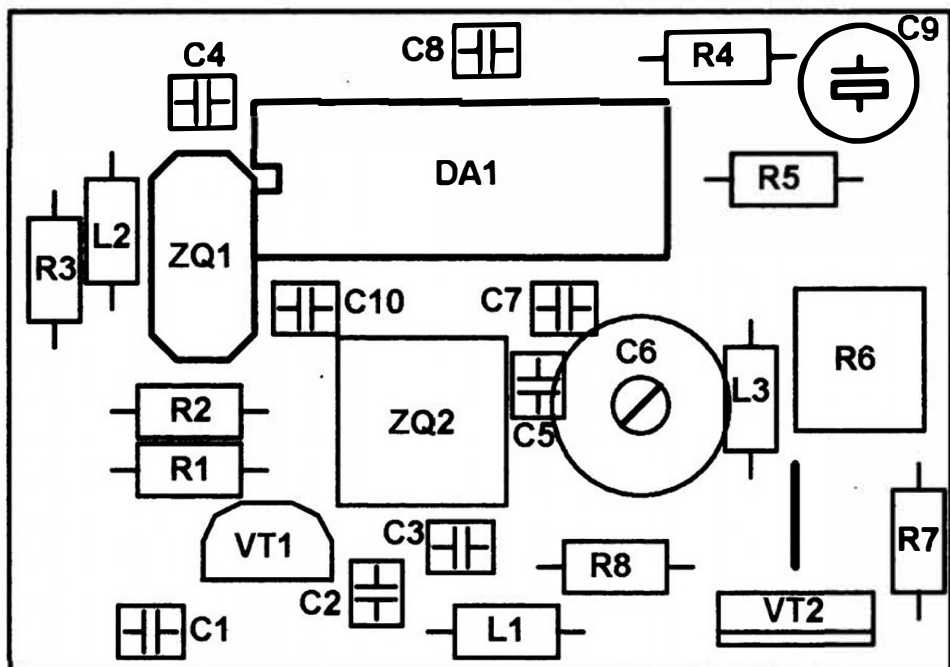


Рис. 15.16

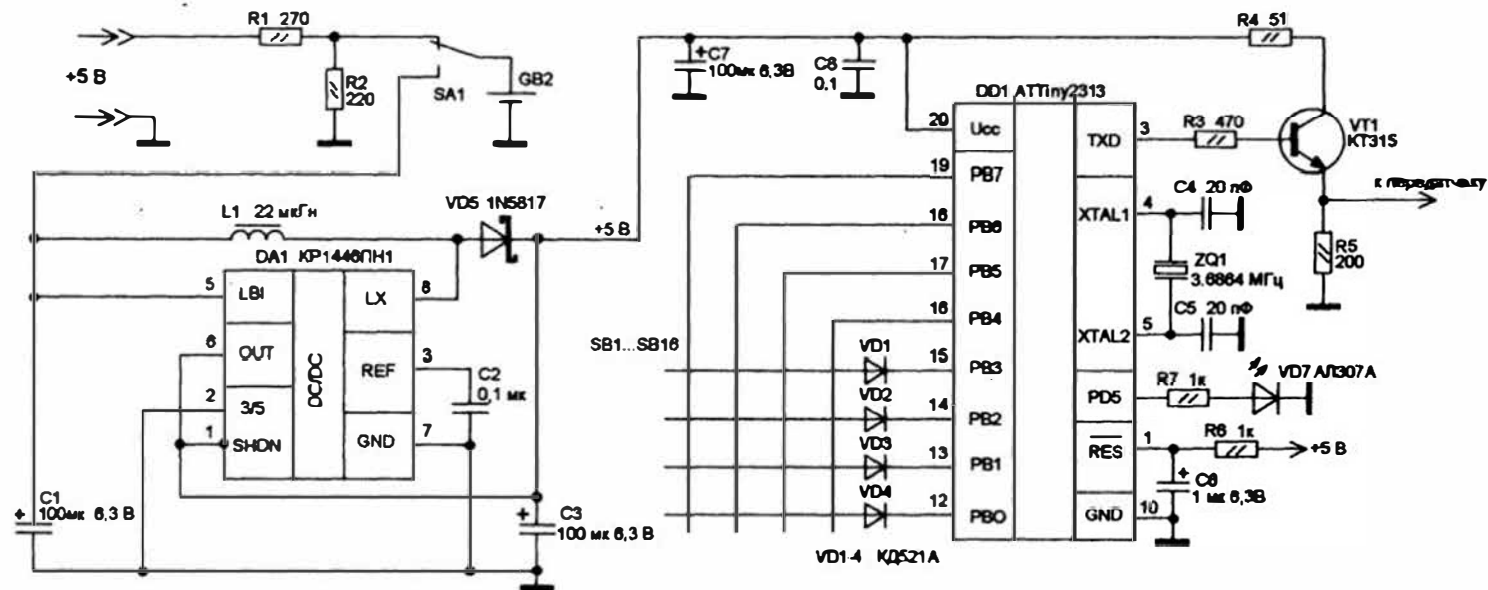
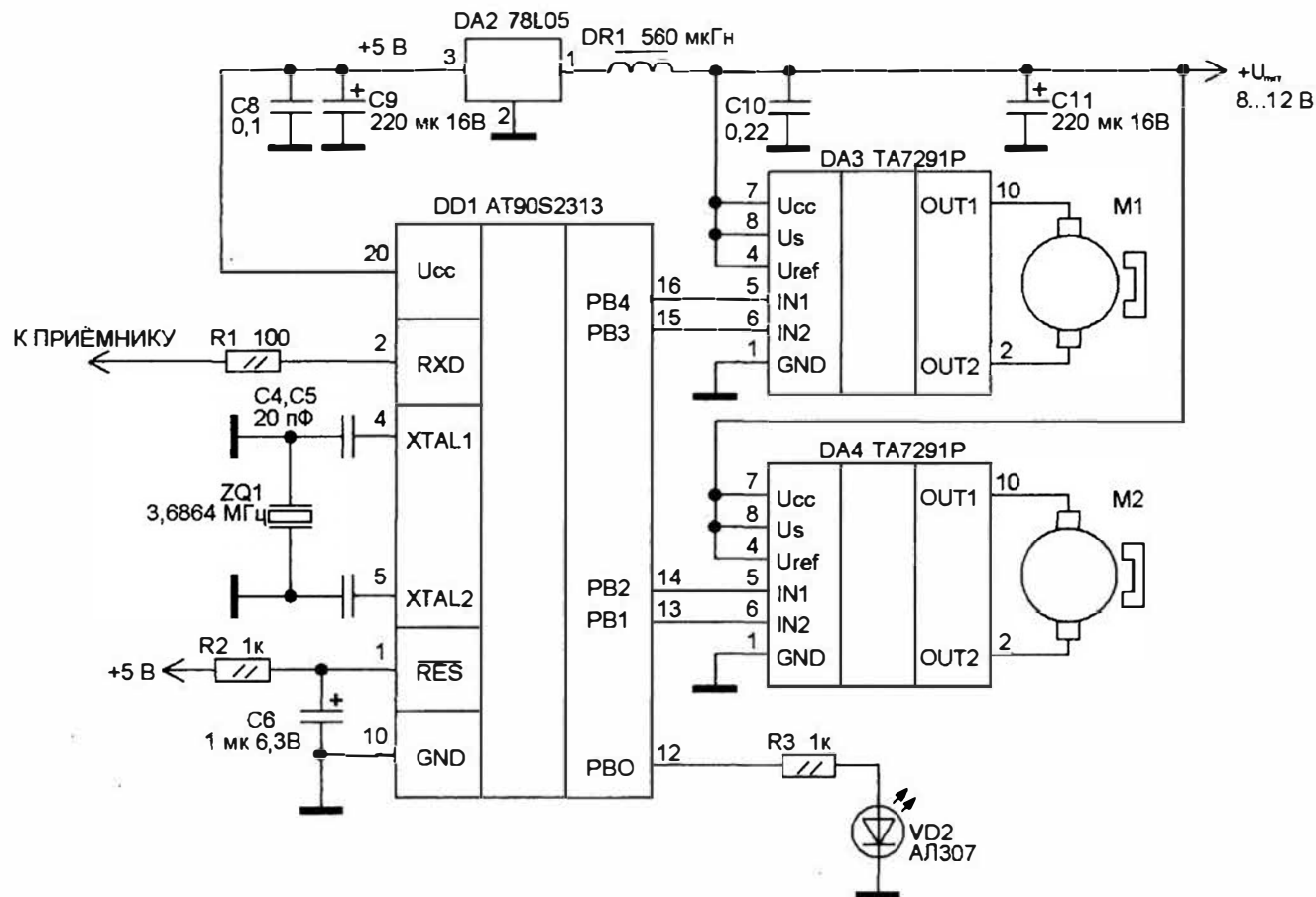


Рис. 15.17



Схемы шифратора и дешифратора для варианта с радиоканалом приведены на рис. 15.16 и 15.17 соответственно.

Платы СДУ выполнены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Резисторы, примененные в конструкции, — типа С2-29 или МЛТ-0.125, конденсаторы — К50-35, дроссели — стандартные типа ЕС-24 или самодельные. Транзистор VT1-КТ972 с любым буквенным индексом, возможная замена — на транзистор КТ829 (А–Г) или составленный из двух типа КТ315. Микросхема КР1446ПН1 без каких-либо изменений в рисунке печатной платы может быть заменена на МАХ756 в корпусе DIP-8, а К1056УП1 — на ТВА2800. Микросхема ТВА2800 имеет 14 выводов, а микросхема К1056УП1 — 16. Выводы 8 и 9 микросхемы К1056УП1 не используются. Назначение выводов 1–7, 8–14 (ТВА2800) и 1–7, 9–16 (К1056УП1) совпадает.

Управляющие коды приведены в таблице 15.1.

Коды клавиш приведены в таблице 15.2.

Таблица 15.1. Таблица управляющих кодов

Байт кода	Команда
00001000	Вперед (оба двигателя вперед)
00000100	Вправо (правый двигатель вперед, левый — назад)
00000001	Назад (оба двигателя назад)
00010000	Влево (левый двигатель вперед, правый — назад)

Таблица 15.2. Таблица кодов клавиш

Клавиша		Байт кода
Вывод 1	Вывод 2	
PB 0	PB 4	00000001
PB 0	PB 5	00000010
PB 0	PB 6	00000100
PB 0	PB 7	00001000
PB 1	PB 4	00010000
PB 1	PB 5	00100000
PB 1	PB 6	01000000
PB 1	PB 7	10000000
PB 2	PB 4	01000001
PB 2	PB 5	10000001
PB 2	PB 6	10000010
PB 2	PB 7	01000010

Окончание табл. 15.2

Клавиша		Байт кода
Вывод 1	Вывод 2	
PB 3	PB 4	00001111
PB 3	PB 5	11110000
PB 3	PB 6	11000011
PB 3	PB 7	00111100

Таблица 15.3

.include «tn2313def.inc»	
.ORG 000	;начало программы
rjmp reset	
reset:	;инициализация
.def tmp =r20	;обозначаем r20 переменной tmp
ldi tmp,0b00001001	;Инициализация UART
out UCR,tmp	;TXEN=1, TXB8=1 UART настроен на передачу 8-битных сигналов
=====	
ldi tmp, 11	;(1) задаем скорость передачи, записывая в регистр
	;UBRR соответствующее значение.
out UBRR,tmp	;19200 бит/с при fclk=3,6864МГц
=====	
ldi r31,0b0001111	;Устанавливаем первые 4 вывода порта b
out ddrb,r31	;на выход
ldi r31,0b11110000	;Устанавливаем последние 4 вывода порта b
out portb,r31	;на вход (высокий уровень по умолчанию)
ldi r31,0b00100000	;Устанавливаем 5 вывод порта d на выход ;(светодиод)
out ddrd,r31	;
ldi r18,0b00000000	;обнуляем регистр r18
rjmp scan	;переходим к основной программе
=====	
trans:	;подпрограмма передачи через UART
cbi portd,5	;Зажигаем светодиод
sbis USR, UDRE	;Если бит UDRE в USR установлен, то пропустить
	;следующую команду
rjmp trans	;Вернуться на метку trans
out UDR,r17	;Вывести в регистр данных передатчика UART регистр r17
=====	
scan:	;основная программа
=====	
sbi portd,5	;Гасим светодиод
=====	
cpi r17,0b00000001	;сравниваем
breq p0;	;содержимое регистра r17
cpi r17,0b00000010	;с константами
breq p0;	;Если совпало, то переходим
cpi r17,0b00000100	;к соответствующему
breq p0;	;состоянию выводов
cpi r17,0b00001000	;(p0 - низкий уровень на 0 выводе порта B)
breq p0;	;(p1 - низкий уровень на 1 выводе порта B)
cpi r17,0b00010000	

```

breq p1;
cpi r17,0b00100000
breq p1;
cpi r17,0b01000000
breq p1;
cpi r17,0b10000000
breq p1;

; (p2 - низкий уровень на 2 выводе порта B)

cpi r17,0b01000001
breq p2;
cpi r17,0b10000001
breq p2;
cpi r17,0b10000010
breq p2;
cpi r17,0b01000010
breq p2;

; (p3 - низкий уровень на 3 выводе порта B)

cpi r17,0b11110000
breq p3;
cpi r17,0b00001111
breq p3;
cpi r17,0b11000011
breq p3;
cpi r17,0b00111100
breq p3;

;=====
sbi portb,0      ;если содержимое r17 не совпало
sbi portb,1      ;и переход не произошел,
sbi portb,2      ;то устанавливаем высокий
sbi portb,3      ;уровень на 0,1,2,4 выводах порта B
;=====
; (3) опрос клавиатуры
cbi portb,0      ;устанавливаем низкий уровень на 0 выводе порта B
nop              ;пустая операция
p0: sbis pinb,4   ;опрашиваем
rjmp v1          ;4,5,6,7 выводы
sbis pinb,5      ;порта B.
rjmp v2          ;Если найден низкий уровень,
sbis pinb,6      ;то переходим к соответствующей подпрограмме
rjmp v3          ;
sbis pinb,7      ;
rjmp v4          ;
sbi portb,0      ;возвращаем высокий уровень на 0 выводе порта B
;----- -//-
cbi portb,1
nop
p1: sbis pinb,4
rjmp v5
sbis pinb,5
rjmp v6
sbis pinb,6
rjmp v7
sbis pinb,7
rjmp v8
sbi portb,1
;----- -//-
cbi portb,2
nop

```

```

p2:  sbis pinb,4
      rjmp v9
      sbis pinb,5
      rjmp v10
      sbis pinb,6
      rjmp v11
      sbis pinb,7
      rjmp v12
      sbi portb,2
;===== -//-
      cbi portb,3
      nop
p3:  sbis pinb,4
      rjmp v13
      sbis pinb,5
      rjmp v14
      sbis pinb,6
      rjmp v15
      sbis pinb,7
      rjmp v16
      sbi portb,3
;=====
      ldi r17,0b00000000      ;обнуляем r17
;=====
      rjmp trans              ;переходим к подпрограмме передачи через UART
;=====                    ;(4) подпрограммы, записывающие в r17 коды в
                               ;зависимости от нажатой клавиши

v1:  ldi r17,0b00000001      ;назад
      rjmp trans

v2:  ldi r17,0b00000010
      rjmp trans

v3:  ldi r17,0b00000100      ;вправо
      rjmp trans

v4:  ldi r17,0b00001000      ;вперед
      rjmp trans

v5:  ldi r17,0b00010000      ;влево
      rjmp trans

v6:  ldi r17,0b00100100
      rjmp trans

v7:  ldi r17,0b01000000
      rjmp trans

v8:  ldi r17,0b10000000
      rjmp trans

v9:  ldi r17,0b01000001
      rjmp trans

v10: ldi r17,0b10000001
      rjmp trans

```



```

v11:      ldi r17,0b10000010
          rjmp trans
v12:      ldi r17,0b01000010
          rjmp trans
v13:      ldi r17,0b11110000
          rjmp trans
v14:      ldi r17,0b00001111
          rjmp trans
v15:      ldi r17,0b11000011
          rjmp trans
v16:      ldi r17,0b00111100
          rjmp trans
.EXIT                                ;конец

```

Таблица 15.4

```

:020000020000FC
:1000000000C049E04AB94BE049B9FFE0F7B8F0EF67
:10001000F8BBF0E2F1BB20E004C095985D9BDFCFFA
:100020001CB9959A113021F1123011F1143001F1FF
:100030001830F1F0103139F1103229F1103419F182
:10004000103809F1113451F1113841F1123831F100
:10005000123421F1103F69F11F3059F1133C49F17D
:100060001C3339F1C09AC19AC29AC39AC098000051
:10007000B49B2AC0B59B2AC0B69B2AC0B79B2AC096
:10008000C09AC1980000B49B27C0B59B27C0B69BFF
:1000900027C0B79B27C0C19AC2980000B49B24C058
:1000A000B59B24C0B69B24C0B79B24C0C29AC398FA
:1000B0000000B49B21C0B59B21C0B69B21C0B79B5B
:1000C00021C0C39A10E0A9CF11E0A7CF12E0A5CFBD
:1000D00014E0A3CF18E0A1CF10E19FCF14E29DCF91
:1000E00010E49BCF10E899CF11E497CF11E895CF9A
:1000F00012E893CF12E491CF10EF8FCF1FE08DCF96
:0801000013EC8BCF1CE389CF47
:00000001FF

```

Таблица 15.5

```

.include "tn2313def.inc"

.ORG 000
    rjmp reset

reset:                                ;инициализация
    .def tmp=r20                     ;обозначаем регистр r20 переменной tmp
    ldi tmp,0b00010001               ;Инициализация UART
    out UCR,tmp                       ;RXEN=1, TXB8=1
    ldi tmp,11                        ;(1) задаем скорость передачи, записывая в регистр
    out UBRR,tmp                     ;UBRR соответствующее значение.
    ;                                ;19200 бит/с при fclk=3,6864МГц
    ;                                ;
    ldi r31,0b11111111               ;устанавливаем порт b

```

```

out ddrb,r31                ;на выход
rjmp scan

scan:                        ;основная подпрограмма
    sbis USR, RXC            ;Если бит UDRE в USR установлен, то
                                ;пропустить следующую команду
    rjmp scan               ;Вернуться на метку scan
    in r31, UDR              ;Считать регистр данных приемника в r15
    sbi portb,0              ;зажигаем светодиод
                                ;
    cbi portb,1              ;установка
    cbi portb,2              ;нулей во всех
    cbi portb,3              ;битах
    cbi portb,4              ;порта b
                                ;(2)
;=====
    cpi r31, 0b00001000      ;сравниваем
    breq forward             ;регистр r15
    cpi r31, 0b000000100     ;с константами - кодами
    breq right               ;и переходим к соответствующей
    cpi r31, 0b000000001     ;опознанному коду
    breq back                ;подпрограмме
    cpi r31, 0b00010000      ;
    breq left

rjmp scan                    ;если код не совпал ни с одной из констант,
                                ;возвращаемся в начало
forward:                     ;вперед
    sbi portb,1              ;2-й двигатель вперед
    sbi portb,4              ;1-й двигатель вперед
    rjmp scan

left:                         ;налево
    sbi portb,1              ;1-й двигатель вперед
    sbi portb,3              ;2-й двигатель назад
    rjmp scan

right:                        ;направо
    sbi portb,4              ;1-й двигатель назад
    sbi portb,4              ;2-й двигатель вперед
    rjmp scan

back:                         ;назад
    sbi portb,3              ;1-й двигатель назад
    sbi portb,2              ;2-й двигатель назад
    rjmp scan

.EXIT                         ;конец

```

Таблица 15.6

```

:0200000020000FC
:1000000000C041E14AB948E04989FFEFF7B800C07E
:100010005F9BFECFFCB1C09AC198C298C398C498A8
:10002000F83039F0F43059F0F13061F0F03121F06E
:10003000EFCFC19AC49AECCFC19AC39AE9CFC49AC0
:0A004000C49AE6CFC39AC29AE3CF38
:000000001FF

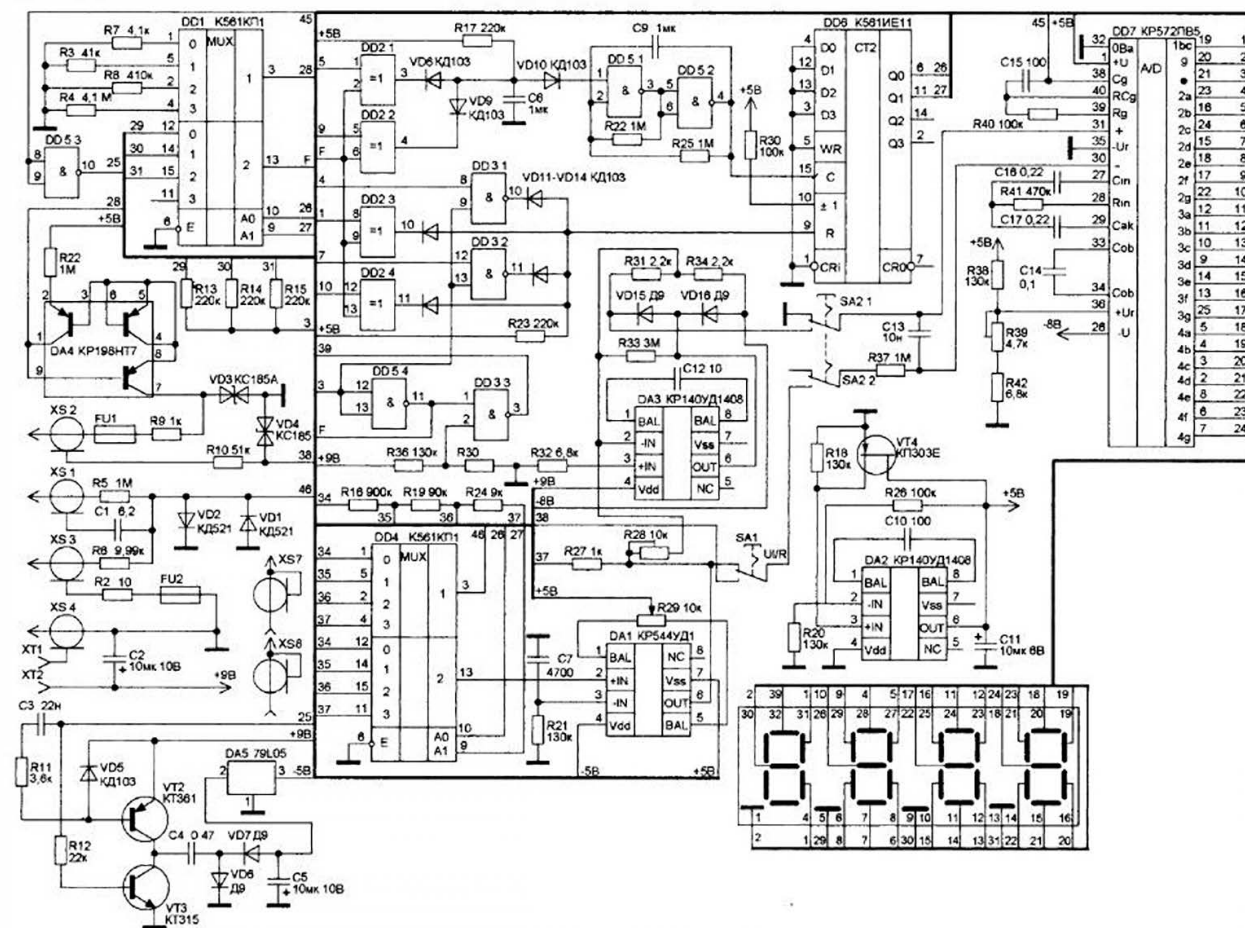
```

Мультиметр с автоматическим выбором пределов измерения

Мультиметр — обязательный прибор в лаборатории любого домашнего мастера. В настоящее время промышленность выпускает множество различных типов мультиметров для самых разных применений. Особенно удобны приборы, не требующие в процессе работы дополнительных манипуляций с переключением пределов измерений. Подобные приборы достаточно дороги и доступны не всем радиолюбителям. Однако собрать подобный прибор вполне по силам даже радиолюбителю средней квалификации.

Принципиальная схема мультиметра изображена на рис. 16.1. Измерительная часть прибора выполнена на микросхеме большой степени интеграции (БИС) DD7, работающей по принципу двойного интегрирования. Ее выходы предназначены для управления четырьмя цифрами жидкокристаллического индикатора (ЖКИ). Измерительная часть БИС работает по принципу двойного интегрирования, суть которого состоит в том, что в начале измерения интегрирующий конденсатор заряжается в течение определенного времени током, пропорциональным измеряемому напряжению, а затем разряжается определенным током до нуля. Время, в течение которого происходит разряд конденсатора, пропорционально измеряемому напряжению. На счетчике БИС образуется соответствующий код, управляющий через дешифраторы сегментами ЖКИ. Цикл измерения состоит из трех фаз: интегрирование сигнала, разрядка интегрального конденсатора и автоматическая коррекция нуля (АК). В состав микросхемы АЦП входит тактовый генератор. Частота следования его импульсов определяется элементами C15 и R40 и составляет 50 кГц. Предельное значение напряжения, поступающего на вход БИС (выводы 30 и 31), зависит от величины образцового напряжения на выводе 36 и определяется соотношением $UBX_{\text{МАКС}} = \pm 1,999 \times U_{\text{ОБР}}$. Образцовое напряжение в мультиметре равно 1 В, следовательно, напряжение на входе АЦП не должно превышать 1,999 В. Кроме аналого-цифрового преобразователя мультиметр содержит и другие узлы: электронный аттенюатор (DA1, DD4), точный выпрямитель (DA3), устройство выбора предела (DD1—DD3, DD5, DD6), генератор стабильного тока (VT1) и питающее устройство (DA2, VT2, VT3). Электронный аттенюатор выполнен на операционном усилителе DA1 и мультиплексоре DD4. В соответствии с выбранным пределом измерения мультиплексор включает в обратную связь ин-

Рис. 16.1



вертирующего ОУ соответствующее сопротивление, образованное точными резисторами R16, R19, R24, R27. Их сочетания определяют входное сопротивление усилителя. Вместе с резистором R5 оно образует входной делитель. Коэффициент передачи по напряжению от входного гнезда XS1 до выхода ОУ DA1 принимает значения 1, 0,1; 0,01; 0,001 в зависимости от управляющего кода на мультиплексоре DD4. При измерении тока на пределах 2, 20, 200 мА коэффициент передачи электронного аттенюатора имеет значения 100, 10, 1, поскольку сигнал на вход ОУ поступает через резистор R6. При измерении постоянного напряжения или тока сигнал на вход АЦП DD7 поступает с выхода микросхемы DA1, а при измерении переменного — с выхода ИМС DAЭ, которая преобразует переменное напряжение в постоянное. В точном выпрямителе, собранном на микросхеме DA3, входное напряжение подается на инвертирующий вход через подстроечный резистор R28. Положительная полуволна усиленного напряжения выделяется на резисторе R31, отрицательная — на R34. Между нижними по схеме выводами резисторов R31 и R34 формируется двухполупериодное выпрямленное напряжение, которое через фильтр R37C15 подается на вход АЦП. Через R28 напряжение обратной связи поступает на вход усилителя, чем достигается высокая точность и линейность преобразования. Стабильность рабочей точки усилителя при отсутствии сигнала обеспечивается за счет обратной связи через резистор R33. Большое сопротивление у него выбрано для того, чтобы не шунтировать измерительную цепь выпрямителя. Теперь рассмотрим работу устройства автоматического выбора предела измерения, содержащего шесть логических элементов «исключающее ИЛИ», ждущий мультивибратор и реверсивный счетчик. При включении питания на выходах Q1 и Q2 счетчика DD6 возникает код 00, соответствующий самому чувствительному пределу 0–2 В. На индикаторе высвечиваются три нуля, а запятая светится в крайнем левом положении (.000). Если входные щупы мультиметра подключить к источнику с напряжением более 2 В, тогда после цикла измерения АЦП — примерно через 0,5 с — на индикаторе исчезнут показания трех цифр и останется только единица старшего разряда (1.). Поскольку на ЖКИ подается импульсное напряжение, то исчезновение цифр означает, что на их сегментах присутствует напряжение, синфазное с напряжением на общем проводе HG1 (вывод 1). Достаточным признаком работы индикатора в таком режиме служит одновременное погасание сегментов «b» и «f» во втором разряде (выводы 5 и 9). Регистрация этого состояния производится логическими элементами DD2.1 и DD2.2, на входы которых (выводы 1 и 5) поступают сигналы с сегментов «b» и «f», а на другие входы — с микросхемы DD5, инвертирующей сигналы с управляющего вывода БИС. Если сигналы на входах элемента «исключающее ИЛИ» синфазные, то на выходе присутствует логический 0, когда они в противофа-

зе — логическая 1. В случае превышения входным напряжением выбранного предела измерения на выходах элементов DD2.1 и DD2.2 появляется напряжение высокого логического уровня и на выходе устройства «И», выполненного на диодах VD8, VD9 и резисторе R17, также возникнет высокий уровень. Он запускает генератор на элементах DD5.1, DD5.2, импульсы которого частотой 1 Гц воздействуют на вход счетчика DD6. На его выходах Q1 и Q2 появляется код 01 и поступает на управляющие входы мультиплексоров DD1 и DD4. Коэффициент передачи аттенюатора становится равным 0,1, а запятая на ЖКИ перемещается на один шаг вправо. Импульсы с генератора поступают на вход счетчика до тех пор, пока на индикаторе не появится какое-либо число. После этого на выходе элемента «И» (VD8, VD9) установится логический «0» и генератор (DD5.1, DD5.2) прекратит работу. Переход на более низкий предел измерения происходит, когда в первом разряде индикатора появляется 0: сегменты «в» и «с» не светятся. Во втором разряде также индицируется 0, то есть светятся сегменты «а» и «d» и не горит сегмент «q». Переход по этим признакам на более низкий предел происходит при достижении измеряемой величиной уровня, не превышающего половинного значения следующего предела. Иначе говоря, если измеряемая величина меньше 1,00, 10,0, 100, происходит переход на более чувствительный предел. Переход осуществляется с помощью логических элементов DD2.3, DD2.4, DD3.1, DD3.2 и схемы совпадения на диодах VD11–VD14 и резисторе R23. Когда возникают условия для перехода на другой предел измерения, на выходе схемы совпадения возникает положительный импульс, обнуляющий счетчик DD6, и выбор предела начинается с уровня 0–2 В. При работе мультиметра в режиме омметра измеряемое сопротивление подключается к клеммам XS2.XS4, и через него протекает ток, создаваемый генератором стабильного тока, собранного на транзисторной сборке VT1. В зависимости от выбранного предела устройство вырабатывает стабильный ток силой 1000, 100, 10 или 1 мкА. Напряжение с измеряемого сопротивления через переключатели SA1 и SA2 подается непосредственно на вход БИС DD7. Чтобы исключить повреждение прибора при случайном попадании на вход омметра высокого напряжения, в измерительную цепь введены элементы защиты R9, R10, VD3, VD4, которые, не оказывая влияния на точность измерения, позволяют выдерживать на входах XS2, XS4 напряжение до 100 В.

У генератора стабильного тока выходной ток коллектора VT1.3 задается с помощью мультиплексора DD1, подключающего между коллектором VT1.1 и общим проводом один из резисторов R3, R4, R7, R8 в зависимости от кода на управляющих входах. Вторая половина мультиплексора DD1 используется для индикации положения запятой.

Метод измерения токов мультиметром — обычный. Измеряемый ток протекает через гнезда X3 и X4, между которыми включен преци-

зионный резистор R2. Падение напряжения на нем регистрируется измерительной частью прибора. Так как номинал R2 всего 10 Ом, то на пределе 0—2 мкА падение на нем приходится усиливать в 100 раз. Предохранитель FU2 защищает резистор R2 от перегорания при ошибочных включениях.

В режиме измерения токов электронный аттенуатор превращается в усилитель с коэффициентом усиления 100, 10 или 1. Из-за большого усиления на самом чувствительном пределе полоса частот измерения переменного тока составляет всего лишь 1 кГц. Для питания в мультиметре имеется стабилизатор напряжения (операционный усилитель DA2) и преобразователь полярности (DD3.3, DD3.4). В качестве источника опорного напряжения использован полевой транзистор с р—п-переходом (VT4). Напряжение смещения на нем формируется на резисторе R18. ОУ DA2 включен по схеме неинвертирующего усилителя, коэффициент усиления которого задается резисторами R20 и R26. Сток полевого транзистора подключен к выходу стабилизатора, поэтому образцовое напряжение поддерживается с высокой точностью, причем коэффициент стабилизации достигает 1000. Нестабильность выходного напряжения определяется в основном качеством резисторов R18, R20, R26 и температурной зависимостью образцового напряжения. Отрицательное напряжение питания, необходимое для ОУ и АЦП, вырабатывается в диодно-емкостном преобразователе с помощью транзисторов VT2 и VT3. На входы этих элементов поступают через буфер DD5.3 импульсы частотой 50 кГц от внутреннего генератора БИС DD7, а сигнал с коллекторов VT2, VT3 благодаря диодно-емкостному преобразователю устанавливает на конденсаторе C4 отрицательное напряжение амплитудой на 1 В меньше, чем напряжение питающей батареи.

В мультиметре применены в основном резисторы марки МЛТ с допуском $\pm 5\%$. Номиналы резисторов, влияющие на точность измерения (R5—R7, R16, R19, R22, R24), необходимо подобрать на цифровом омметре с погрешностью не хуже 0,1 % или, в крайнем случае, $\pm 0,12\%$. Резисторы R31, R34 могут иметь сопротивление в пределах 2—3 кОм, но обязательно одно и то же (отклонение друг от друга до $\pm 1\%$). Подстроечные резисторы: R29 и R28 — СПЗ-18, а R39 — СП5-3. Конденсаторы C16, C17, C14 — типа К73-17. Допуск на C19 должен быть не более $\pm 5\%$, на остальные — до $\pm 20\%$. Полярные конденсаторы — марки К53-4, остальные — КМ-5 или КМ-6.

Переключатели SA1, SA2 на два положения марки ПД-2-2П4Н. Входные гнезда разъема X1-X4 — коаксиальные типа СП-75-51 ЭФ, на измерительных проводах — штекеры СП-75-109Ф, обе жилы которых соединены. Гнезда X5, X6 — от использованной батареи. «Корунд» или «Крона», жидкокристаллический индикатор ИЖЦ5-4/8 имеет выводы для впаивания в печатную плату.

Элементы мультиметра смонтированы на одной стороне печатной платы размером 151×70 мм, изготовленной из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1–1,5 мм. Отдельные резисторы установлены на ней вертикально. Для уменьшения габаритов прибора ЖКИ размещен над БИС и некоторыми элементами АЦП. На плате закреплен также держатель предохранителя FU1. Плата мультиметра установлена в пластмассовом корпусе, в передней крышке которого прорезаны окна под ЖКИ, два прямоугольных отверстия для переключателей и четырех круглых для вводных гнезд. Причем они должны плотно входить в корпус прибора. Это дает возможность устранить механические нагрузки на впаянные в печатную плату гнезда. Задняя крышка корпуса закрывается как в пенале, двигаясь по направляющим.

Настройку мультиметра начинают с проверки работы стабилизатора напряжения. При необходимости устанавливают выходное напряжение в пределах $5 \pm 0,2$ В подбором величины резистора R10. Затем, подключив осциллограф к выводу 37 микросхемы DD7, проверяют работу внутреннего генератора БИС, подстраивают его частоту до значения 50 ± 1 кГц и измеряют напряжение на конденсаторе C4. С помощью осциллографа следует убедиться в отсутствии самовозбуждения на выходах ОУ DA1–DA3. Затем на выводе 36 ИМС DD7 потенциометром R39 устанавливают напряжение 1 В. Работу устройства выбора предела и электронного аттенюатора проверяют в режиме измерения, постоянного напряжения. Если на входе X1 оно отсутствует, должна быть выбрана шкала 0–2 В. При плавном возрастании напряжения на входе после достижения значения 1,999 В происходит переход на следующий предел 20 В. Если после этого входное напряжение постепенно уменьшать, то при показании индикатора ниже 1,00 В произойдет возврат на первый предел. По данной методике проверяется работа автоматики и на других пределах измерений.

Окончательно мультиметр настраивают следующим образом. Прежде всего необходимо выставить 0 на выходе микросхемы DA1 с помощью потенциометра R29. Лучше всего это сделать в режиме амперметра, на первом пределе. В данном случае разбаланс на выходе DA1 наиболее значителен, поэтому в других режимах нулевое значение на выходе будет обеспечено. После всех перечисленных операций переходят к калибровке прибора. В режиме вольтметра на вход X1 дают напряжение 1 В, контролируя его по образцовому вольтметру с точностью не хуже $\pm 0,5\%$. Потенциометром R39 выставляют на ЖКИ число 1000 ± 5 мВ. Затем проверяют показания мультиметра возле нижней и верхней границ выбранного предела. Далее, изменяя входное напряжение, проверяют точность измерения на всех пределах. При калибровке прибора в режиме измерения переменного напряжения подают на вход напряжение 1 В частотой 1 кГц. Потенциометром R28

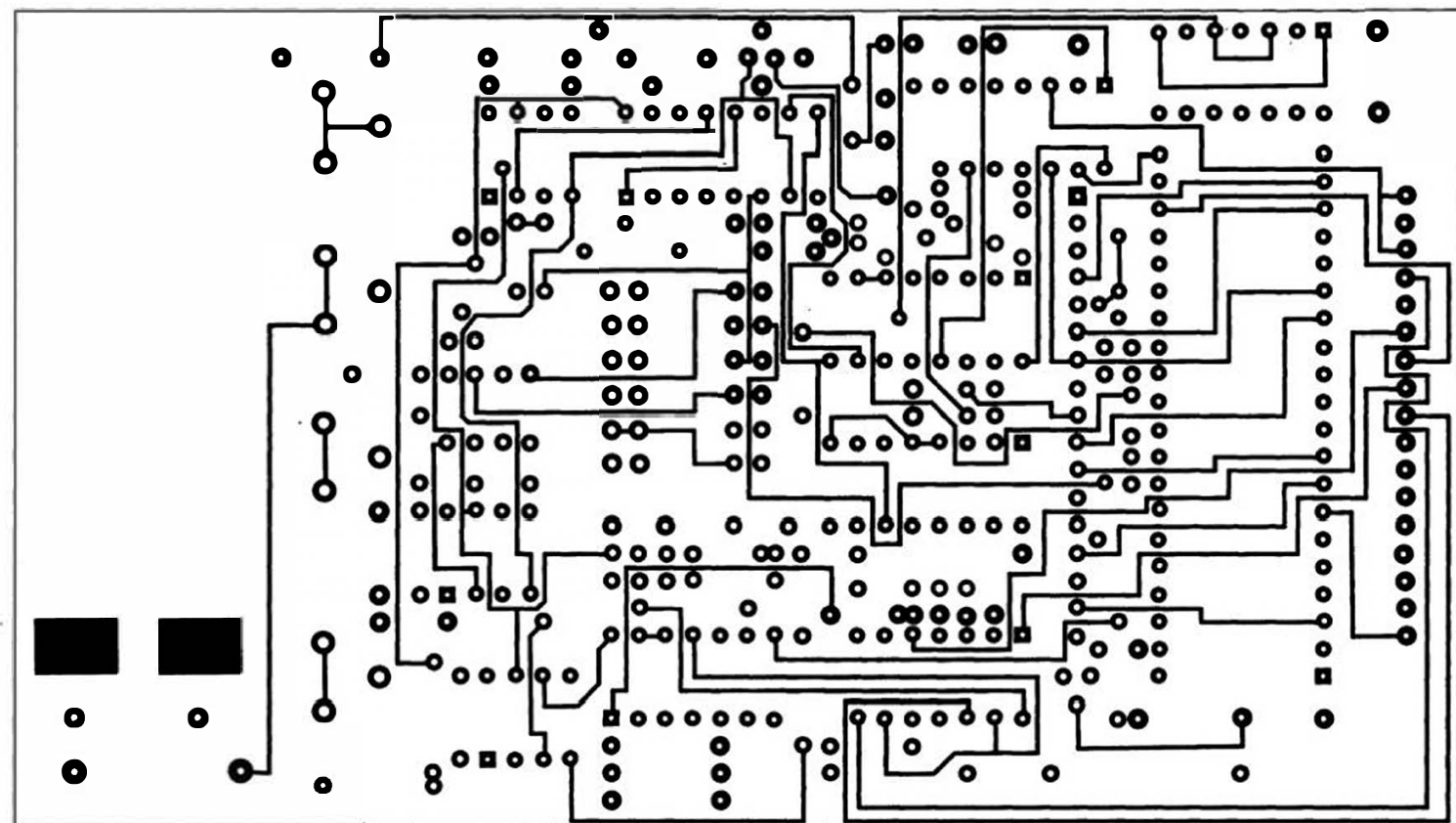
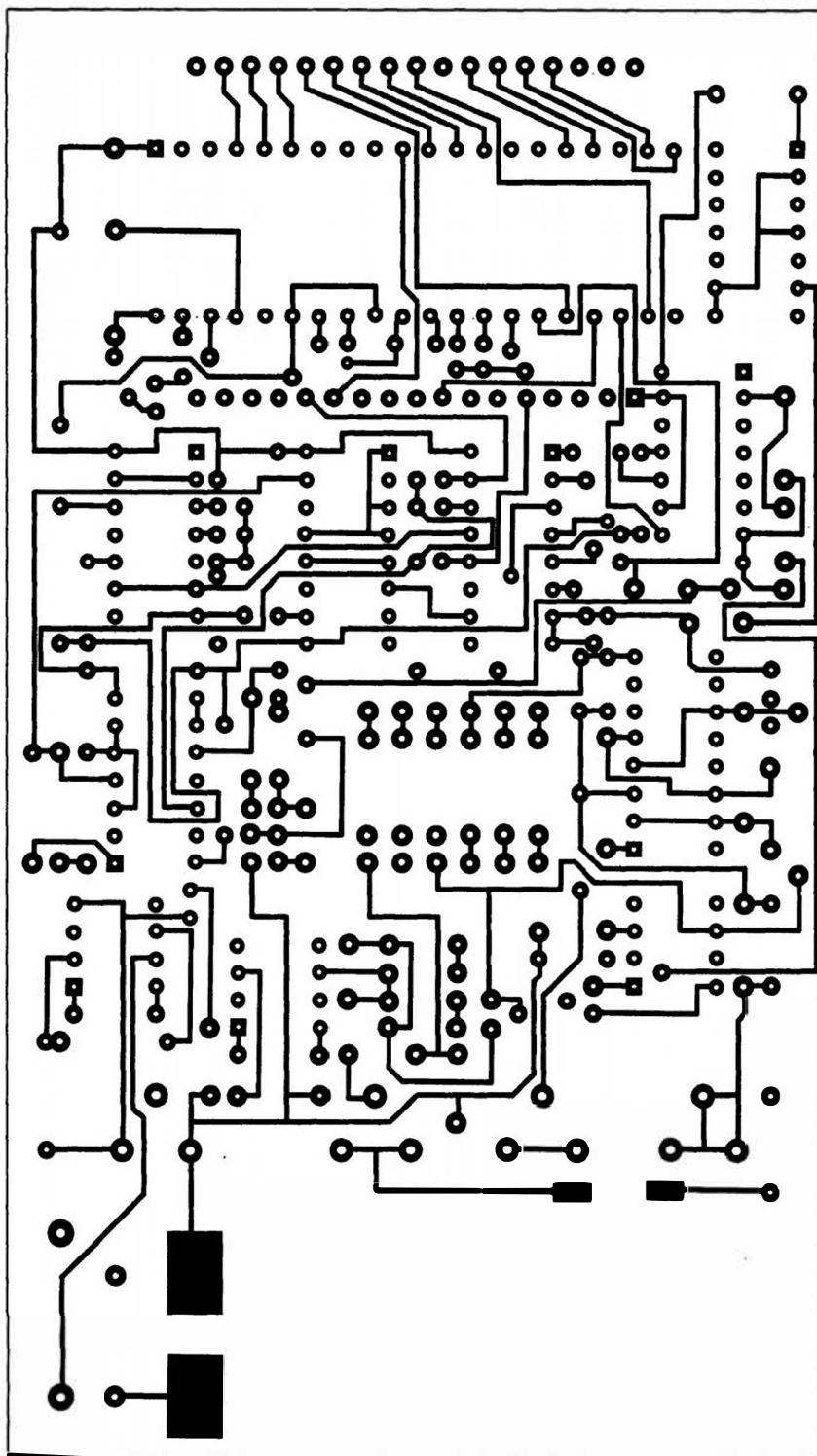
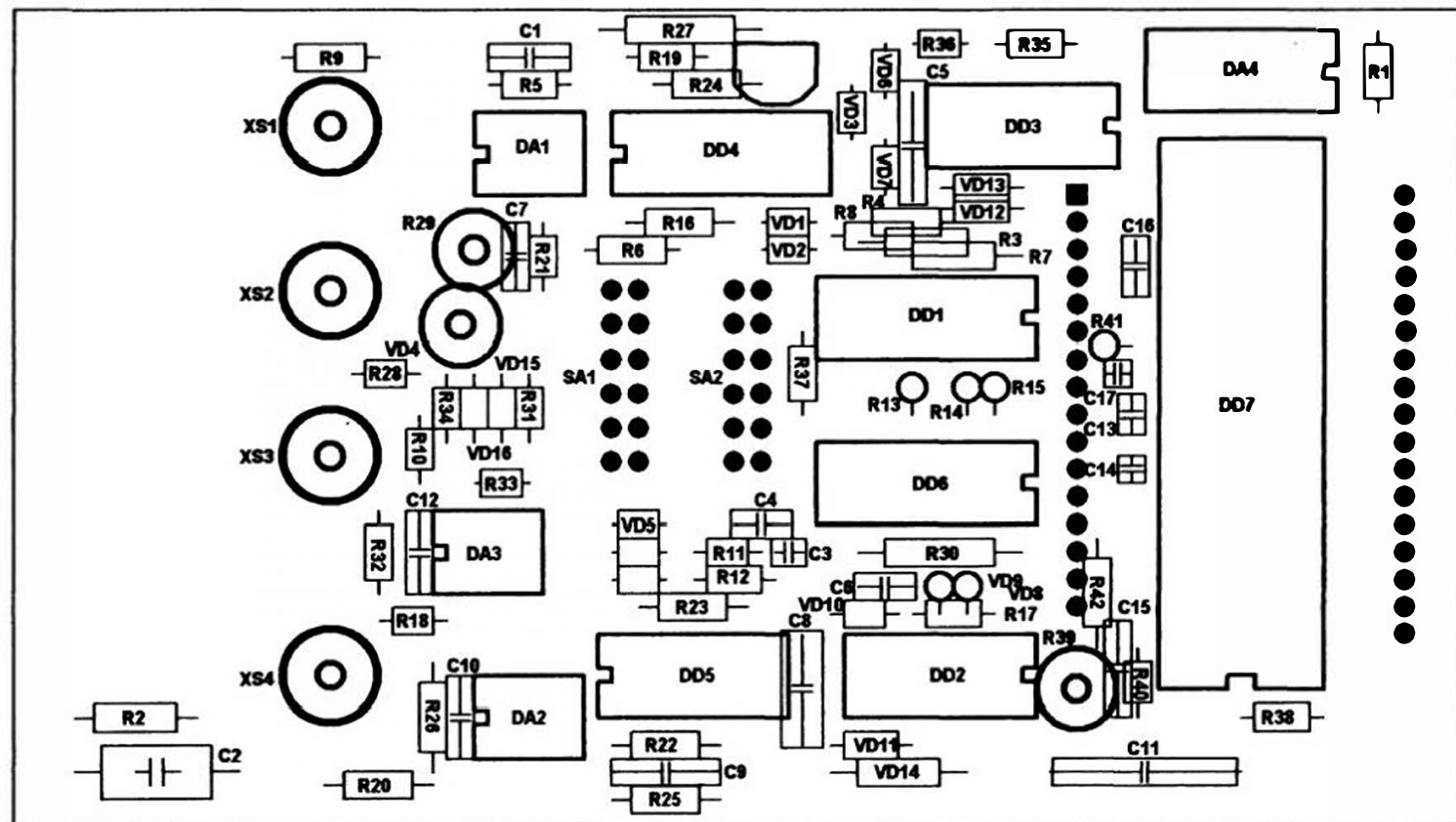


Рис. 16.3





устанавливают такое же показание на индикаторе. Изменяя входное напряжение и его частоту, проверяют линейность преобразования и частотные свойства вольтметра. В режиме омметра между клеммами X2 и X4 включают эталонный резистор с сопротивлением, соответствующим среднему значению одного из пределов измерения, то есть 1 К, 10 К, 100 К и 1 МОм. Затем, подбирая резисторы R1–R4, добиваются соответствующего показания мультиметра. Калибровку омметра лучше всего начинать с верхнего предела измерения. В измерительную цепь омметра включены защитные стабилитроны VD3 и VD4, влияющие на линейность преобразования «ток–напряжение», особенно вблизи максимального значения выбранного предела измерения. Поэтому проверка омметра в трех точках одного предела обязательна. В режиме измерения токов мультиметр калибровки не требует.

Рисунки обеих сторон печатной платы изображены на рис.16.2 и 16.3, схема расположения элементов – на рис. 16.4.

Программаторы

В

практике современного радиолюбителя постоянно возникает необходимость в программировании микроконтроллеров. Это происходит как при ремонте промышленной бытовой техники, так и при разработке собственных конструкций. В этой главе описаны простые программаторы для наиболее распространенных и часто встречающихся типов контроллеров фирм ATMEL (семейств Classik и AVR) и Microchip (12 и 16 серий).

17.1. Программатор AVR

Принципиальная схема программатора приведена на рис. 17.1. Программатор подключается к параллельному порту (LPT). Переключки между контактами вилки 3 и 11, 2 и 12 позволяют управляющей программе «опознать программатор». Светодиод HL1 предназначен для индикации режима работы программатора. Светодиод горит, когда программатор находится в активном режиме (запись и чтение данных, верификация данных). Программатор спроектирован таким образом, что адаптеры для новых контроллеров можно добавлять, не внося изменений в основную плату программатора. Кроме того, изготовив специальный адаптер, можно с помощью этого программатора осуществлять внутрисхемное программирование контроллеров прямо на плате изделия.

Основные параметры контроллеров, поддерживаемые данным программатором, собраны в таблицу 17.1.

Для питания программатора можно применить любой стабилизированный источник +5 В с выходным током не менее 500 мА. Можно применить в качестве источника питания обычный USB-кабель, используя для этого любой свободный слот USB.

Рисунок печатной платы программатора приведен на рис. 17.2, рисунок печатных плат адаптеров — на рис. 17.3. Схема расположения элементов на плате программатора показана на рис. 17.4.

В качестве управляющей программы используется свободно распространяемая программа PonyProg. Одна из последних версий этой программы с русификатором находится на прилагаемом к книге компакт-диске.

Рис. 17.2

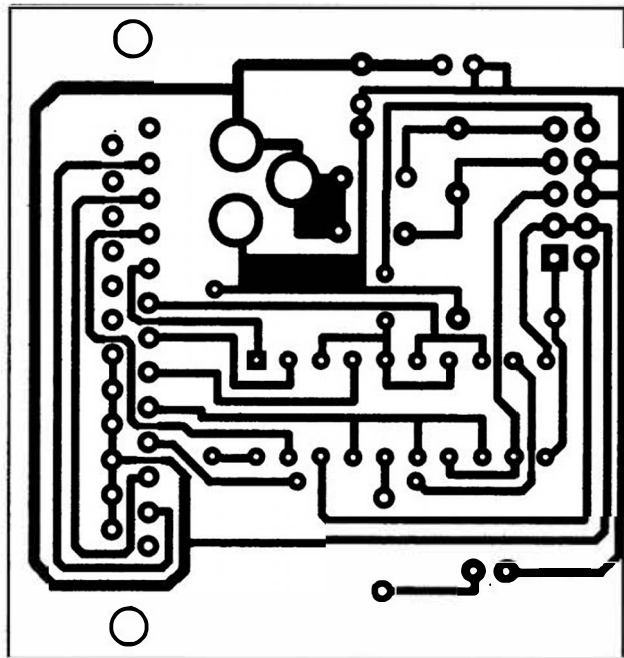


Рис. 17.3

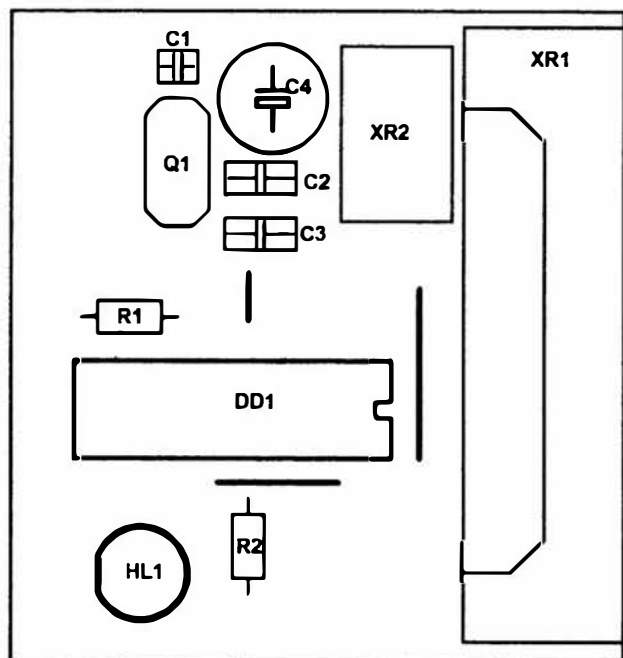


Рис. 17.4

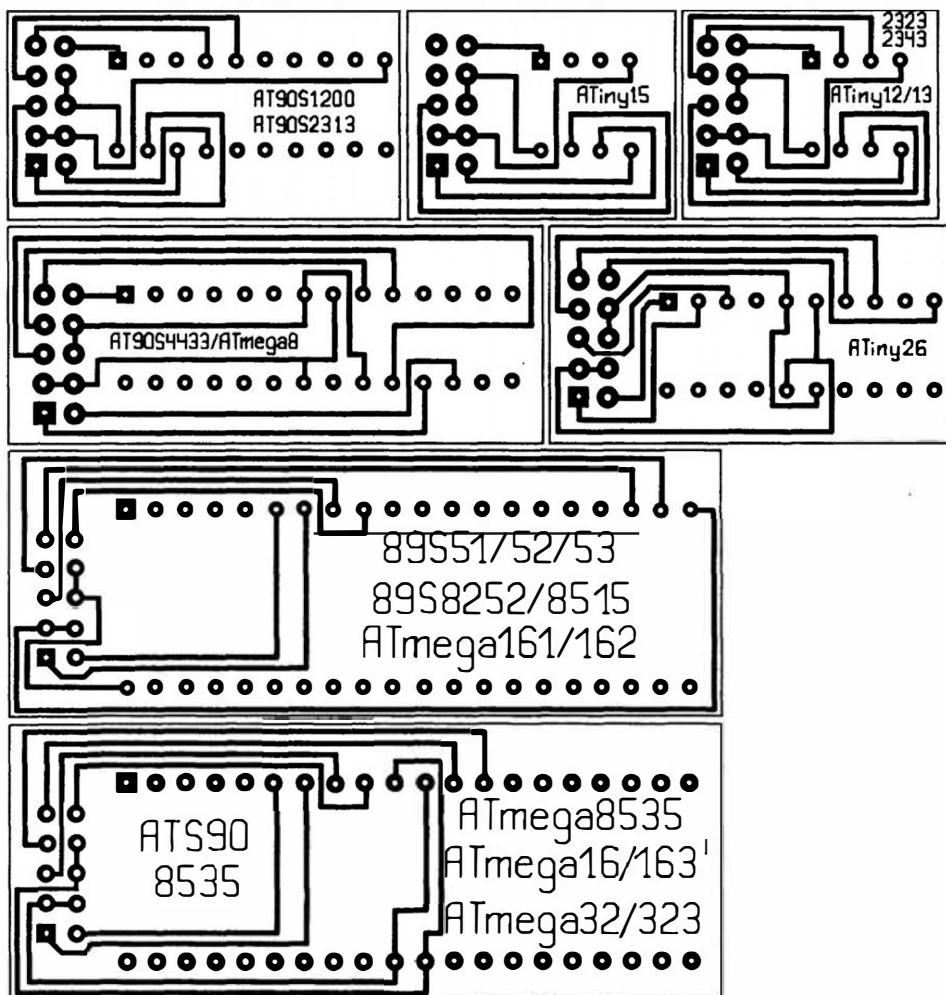


Таблица 17.1

МИКРО-КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	RESET	MOSI	MISO	SCK	XTAL1	XTAL2	Vcc	GND
AT90S2323 AT90S2343 ATtiny12 ATtiny12	PDIP-8	1	5	6	7	2	3	8	4
ATtiny15	PDIP-8	1	5	6	7	—	—	8	4
AT90S1200 AT90S2313 ATtiny2313	PDIP-20	1	17	18	19	5	4	20	10

Окончание табл. 17.1

МИКРО- КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	RESET	MOSI	MISO	SCK	XTAL1	XTAL2	Vcc	GND
ATTiny26	PDIP-20	10	1	2	3	7	8	5,15	6,16
AT90S4433 ATMega8	PDIP-28	1	17	18	19	9	10	7,20	8,22
AT89S51 AT89S52 AT89S53 AT89S8252 AT90S8515 ATMega161 ATMega162	PDIP-40	9	6	7	8	19	18	40	20
AT90S8535 ATMega8535 ATMega16 ATMega163 ATMega32 ATMega323	PDIP-40	9	6	7	8	13	12	10,30	11,31
ATMega64 ATMega103 ATMega128 ATMega169	TQFP-64	20	12	13	11	24	23	21,52,64	22,53,63

17.2. Программатор PIC

Принципиальная схема программатора приведена на рис. 17.5. Программатор подключается к параллельному порту (LPT). Соединение выводов 11 (BUSY) и 12 (PE) позволяет управляющей программе «опознать» программатор. Программатор спроектирован таким образом, что новые адаптеры можно добавлять, не внося изменений в основную плату программатора.

Для питания программатора можно применить любой стабилизированный источник +5 В с выходным током не менее 500 мА. Можно применить в качестве источника питания обычный USB-кабель, используя для этого любой свободный слот USB.

Поскольку при программировании контроллеров PIC необходимо внешнее напряжение +12 В при потребляемом токе не менее 100 мА, то для получения необходимого напряжения на плате программатора собран преобразователь напряжения, позволяющий получить 12 В из 5 В. В качестве преобразователя применена специализированная микросхема MC34063 (отечественный аналог — КР1156ЕУ5).

Основные параметры контроллеров, поддерживаемые данным программатором, собраны в таблицу 17.2.

Рис. 17.5

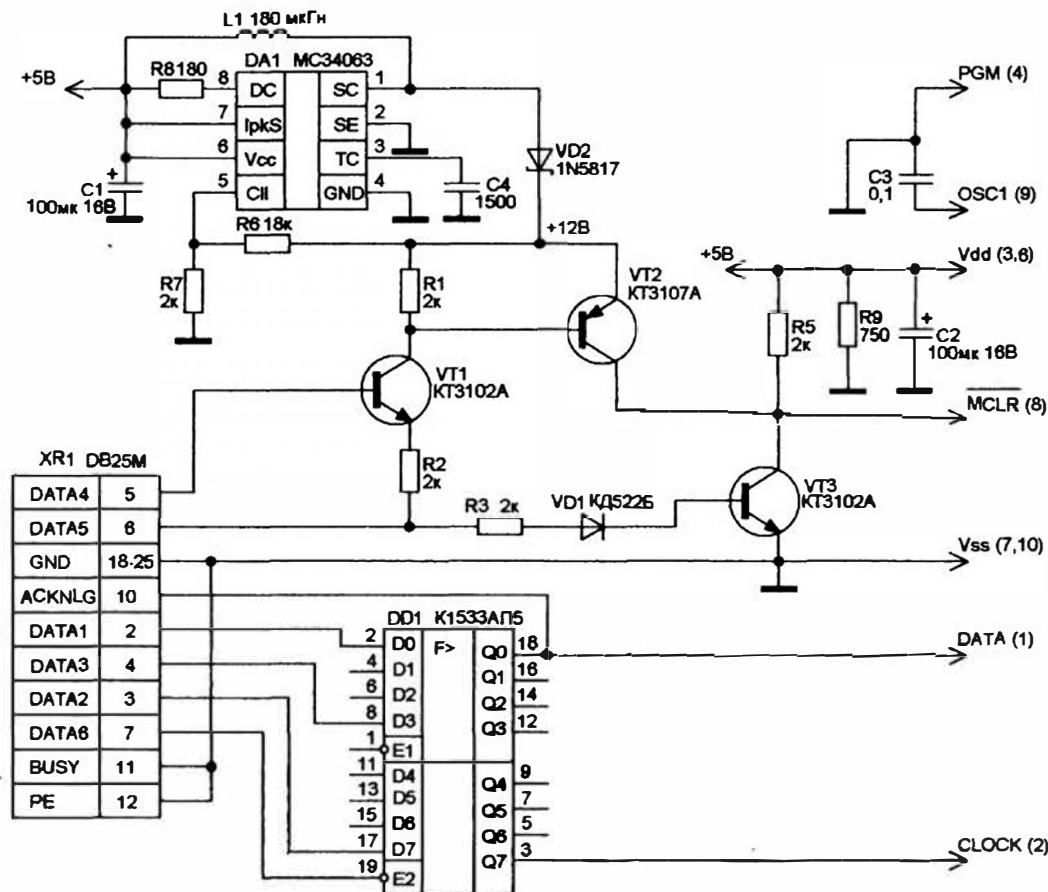


Рис. 17.6

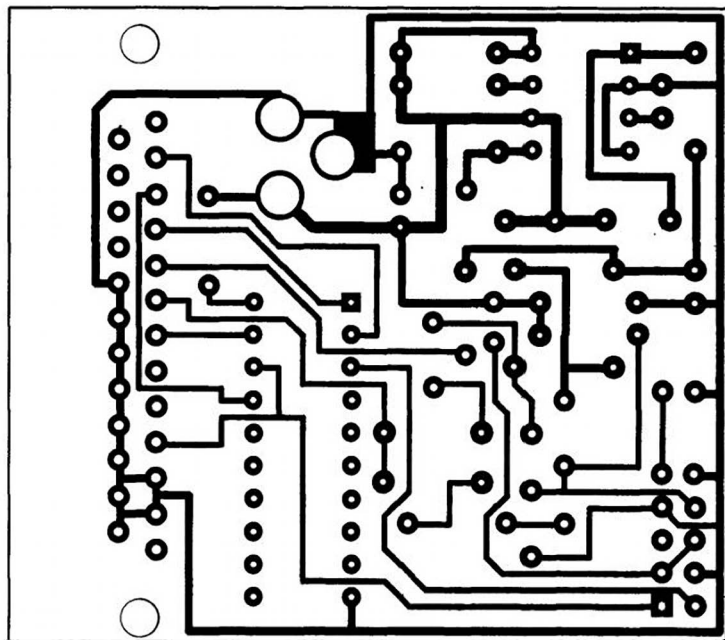


Рис. 17.7

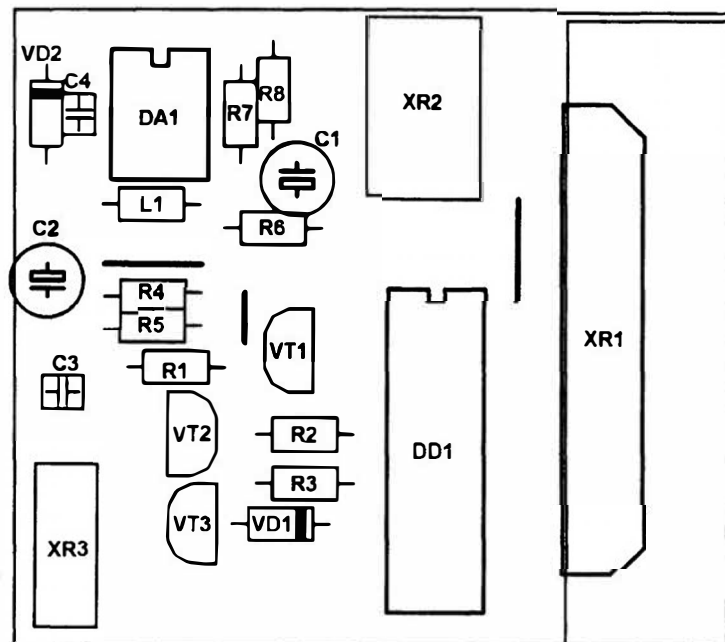


Рис. 17.8

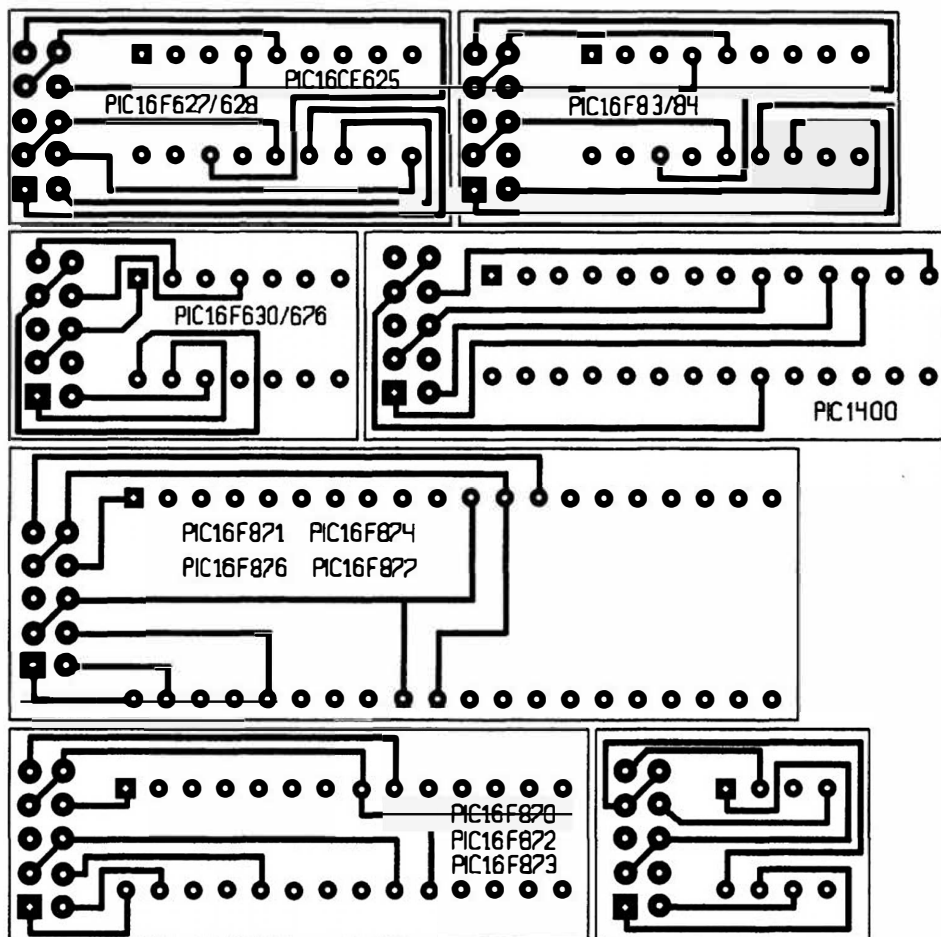


Таблица 17.2

МИКРО-КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	MCLR	CLOCK	DATA	PGM	OSC1	Vss	Vdd
PIC12C5xx PIC12C671 PIC12C672 PIC12CE673 PIC12CE674 PIC12F629 PIC12F675	PDIP-8	4	6	7	—	2	8	1
PIC16F630 PIC16F676	PDIP-14	4	12	13	—	2	14	1
PIC1400	PDIP-28	14	11	12	—	—	20	9

Окончание табл. 17.2

МИКРО- КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	MCLR	CLOCK	DATA	PGM	OSC1	Vss	Vdd
PIC16F83 PIC16F84	PDIP-18	4	12	13	—	16	5	14
PIC16C625 PIC16F627 PIC16F628 PIC16F628A	PDIP-18	4	12	13	10	16	5	14
PIC16F870 PIC16F872 PIC16F873	PDIP-28	1	27	28	24	9	8,19	20
PIC16F871 PIC16F874 PIC16F876 PIC16F877	PDIP-40	1	39	40	36	13	12,31	11,32

Рисунок печатной платы программатора приведен на рис. 17.6, рисунок печатных плат адаптеров — на рис. 17.7. Схема расположения элементов на плате программатора показана на рис. 17.8.

В качестве управляющей программы используется свободно распространяемая программа IC-Prog. Одна из последних версий этой программы с русификатором находится на прилагаемом к книге компакт-диске.

**Баширов Сергей Реанович
Баширов Антон Сергеевич**

**БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СВОИМИ РУКАМИ**

*Директор редакции И.Е. Федосова
Выпускающий редактор В.А. Обручев
Художественный редактор Ю.В. Щербаков
Технический редактор Н.И. Тростянская
Компьютерная верстка А.И. Попов
Корректор Е.В. Наделяева*

ООО «Издательство «Эксмо»
127299, Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18/5. Тел. 411-68-86, 956-39-21.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Подписано в печать 30.10.2007
Формат 70×100¹/₁₆. Гарнитура «FreeSet». Печать офсетная
Бумага тип. Усл. печ. л. 14,3
Тираж 3 000 экз. Заказ № 7459

Отпечатано в ОАО «ИПК «Ульяновский Дом печати»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14