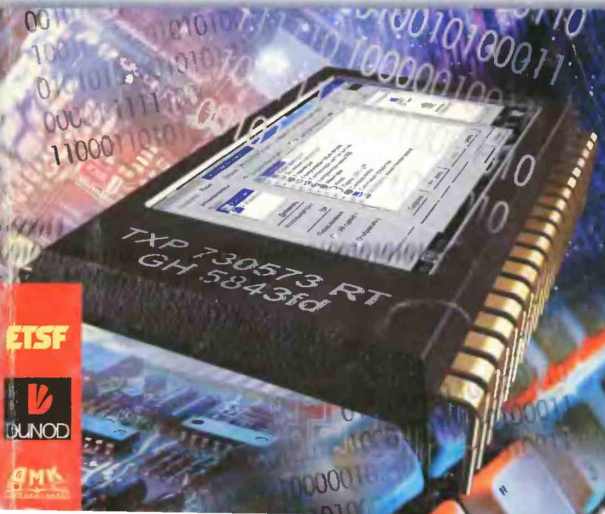


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Патрик Гёльц

Электронные устройства с программируемыми компонентами

**Микросхемы ПЗУ, ЭСППЗУ, ПЛМ и чип-карты
с примерами их практического использования**



ETSF

QUINOD

QMK

Patrick Gueulle

Ingénieur EFREI

MONTAGES A COMPOSANTS PROGRAMMABLES



ETSF

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

В помощь радиолюбителю

Патрик Гёлль

Инженер EFREI

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА С ПРОГРАММИРУЕМЫМИ КОМПОНЕНТАМИ



Москва, 2001

ББК 32.844.1
Г31

Гёлль П.

Г31 Электронные устройства с программируемыми компонентами:
Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 176 с.: ил. (В помощь радиолюбителю).

ISBN 5-94074-020-0

Книга известного французского автора Патрика Гёлля знакомит читателей с разнообразным применением программируемых электронных компонентов. Это микроконтроллеры, устройства записи и воспроизведения звука, синтеза речи, контроля доступа, декодирующие устройства, электронные игры.

По сути, книга представляет собой лабораторный практикум, позволяющий читателю уверенно войти в динамично развивающийся мир новых электронных компонентов.

Книга адресована радиолюбителям с разным уровнем подготовки, некоторые разделы будут интересны и специалистам. Изложенный материал позволит каждому, кто заинтересуется тем или иным схемотехническим решением, без особого труда воспроизвести его даже в домашних условиях.

ББК 32.844.1

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

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

ISBN 2-10004-970-4 (фр.)
ISBN 5-94074-020-0 (рус.)

© DUNOD, Paris, 2000
© Перевод на русский язык,
оформление. ДМК Пресс, 2001

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
1 Программируемые компоненты широкого применения	7
2 Программируемые контроллеры	11
Секвенсор с восемью выходами	12
Программируемый мини-контроллер	18
Микроконтроллер на Z80	25
3 Применение синтезаторов звука	37
Дискретизатор звука для ПК	40
Устройство воспроизведения для ПК	49
Автономное устройство воспроизведения звука на ППЗУ	55
Система синтеза звука	59
Устройство воспроизведения звука на ИС UM5100	74
Синтезатор речи на ИС UM5100	83
4 Устройства с использованием чип-карт	93
Устройство для подключения чип-карт	94
Мини-устройство для чтения телекарт	97
Программное обеспечение	101
Построение электронных замков с помощью телекарт ...	105
Адаптер для чип-ключа	110
Электронный замок на ЭСППЗУ	113
Чип-карта на ЭСППЗУ	113
Ключ с использованием ЭСППЗУ	120
Программное обеспечение	122
Электронный ключ на базе чипа от телекарты	131
5 Применение ИС ПЛМ	141
Парные электронные игральные кости	142
Декодер для семисегментного индикатора	150
6 Приложения	157
Приложение 1	158
Приложение 2	167

AUTEX Ltd.

Официальный представитель

Специальные цены и комплексные поставки электронных компонентов более 30 фирм-производителей под серийные проекты

Тел.: (095) 334-7741, 334-9151.
Факс: (095) 334-8729, 234-9991
info@autex.ru www.autex.ru



ANALOG DEVICES

- > Системы сбора стереоаудио с микроконтроллерами ADuC812, ADuC824 объединяют прецизионные АЦП и ЦАП и микроконтроллер популярного семейства 8051 на одном кристалле.
- > ИМС для звуковых плат компьютеров и high-end аудио аппаратуры:
 - > AD1819, AD1881, AD73322 – стереокодеки, содержащие 16-разрядные АЦП и ЦАП звукового диапазона.
 - > AD73422 – стереокодек и цифровой процессор сигналов в одном корпусе.
 - > AD1852, AD1853 – стерео ЦАП 16/24-бит с динамическим диапазоном более 112 дБ.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Из книги «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор»¹, выпущенной издательством ДМК в 2000 г., читатели узнали об основных электронных компонентах, содержимое которых может меняться при помощи несложных программирующих устройств.

Таковыми компонентами являются ППЗУ, ПЛМ, микроконтроллеры, чип-карты. После прочтения предыдущего издания радиолюбители уже получили возможность программировать указанные интегральные микросхемы для определенных задач.

Теперь настало время поговорить о практическом применении этих компонентов.

В данной книге показаны устройства, которые сложно разработать на базе обычных компонентов, а также те, схемы которых в значительной степени упрощаются за счет использования программируемых интегральных микросхем. Таким образом, выбор пал на конечные управляющие автоматы (контроллеры), синтезаторы звука, а также на устройства обеспечения безопасности: контроля доступа, защиты программного обеспечения и т.д.

Помимо этого будет представлено несколько интересных схем, в частности электронное домино, устройство для чтения содержимого телекарты.

1 ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОМПОНЕНТЫ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

2	Программируемые контроллеры	11
3	Применение синтезаторов звука	37
4	Устройства с использованием чип-карт	93
5	Применение ИС ПЛМ	141
6	Приложения	157

¹ Gueulle P. «Composants electroniques programmables sur PC». – DUNOD, Paris, 1997.

Программируемые компоненты позволяют собственными силами создавать необходимые интегральные микросхемы, которые невозможно приобрести. Незапрограммированные компоненты легко найти в продаже.

Для программирования используются недорогие приборы – обычно небольшие устройства, подключаемые к персональному компьютеру (ПК).

Программирование сводится к загрузке данных, если дело касается компонентов энергонезависимой памяти, либо конфигурирующей информации, если это программируемая логика.

Свойство энергонезависимости программируемых компонентов уподобляет их специализированным микросхемам с жесткой логикой: они допускают отключение питания, благодаря чему снимаются практически все ограничения их использования.

Более того, многие компоненты допускают многократное перепрограммирование. Его обеспечивает стирание ультрафиолетовым излучением или электрическое, которое происходит также и в процессе нового программирования. Свойство многократной программируемости обеспечивает возможность пошаговой отладки, а также оптимизацию принципа работы устройства. Последовательные испытания новых версий позволяют улучшить ее или, в случае необходимости, изменить принцип функционирования устройства.

Наконец, обычное явление – повторное применение уже бывших в эксплуатации программируемых компонентов. После процедуры стирания их снова можно использовать.

Разработка различных устройств значительно облегчается с применением программируемых компонентов. Конфигурировать их посредством соответствующего программатора проще и быстрее, чем объединять стандартные компоненты в сложные, перенасыщенные связями схемы. Это особенно справедливо для категории цифровых устройств.

Однако во многих случаях лучший вариант представляет комбинирование программируемых компонентов со стандартными интегральными схемами.

Программируемые компоненты наиболее целесообразны в устройствах, функции которых должны часто модифицироваться. Вместо того чтобы каждый раз переделывать плату, гораздо удобнее заменить

старую память на новую или использовать ПЛИС с новой конфигурацией.

Прежде всего это относится к программируемым контроллерам, предназначенным управлять некоторыми элементами (устройствами) по определенному алгоритму, а также реагировать на внешние воздействия. Указанная особенность характерна и для синтезаторов звука, которые также способны многократно воспроизводить любые звуковые последовательности, предварительно записанные в энергонезависимую память.

Что касается разнообразных систем обеспечения безопасности, программирование соответствующего секретного кода на чип-карте или легкоъемной памяти позволяет наглядно показать их возможности.

Благодаря программируемым компонентам можно разрабатывать унифицированные устройства широкого применения и в самые короткие сроки адаптировать их к какому-либо специфическому приложению, перепрограммировав один или несколько компонентов.

Подобного рода перспективы не ускользнули от внимания производителей «наборов инструментов»: уже привычна ситуация, когда программируемые компоненты (конечно, запрограммированные) с помощью «макияжа» – обыкновенного стирания или маскирования их маркировки – превращаются в обычные интегральные схемы. В таком случае охотно обращаются к компонентам типа OTP (One Time Programmable – однократно программируемые). Они выполнены в пластиковом корпусе и потому значительно дешевле, чем ИС с ультрафиолетовым стиранием, поставляемые в керамическом корпусе.

Еще одно преимущество заключается в том, что некоторые программируемые компоненты могут быть «закрыты на ключ» в конце программирования. Таким образом, невозможно будет скопировать их содержимое, а соответственно, и подделать устройство.

Нередко издания по радиоэлектронике публикуют описания устройств на программируемых компонентах, версии которых продаются в коммерческой сети. В этом случае читатель может получить доступ к технологии программируемых компонентов без необходимости иметь у себя дома программирующее устройство. И, напротив, это совершенно необходимо, когда содержание компонента представлено в виде листинга или дискеты.

Описания устройств, о которых пойдет речь в настоящем издании, будут сопровождаться разнообразными данными, позволяющими успешно программировать электронные микросхемы с помощью устройств, описанных в книге «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор».

1

Программируемые компоненты
широкого применения

7

2

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Секвенсор с восемью выходами	12
Программируемый мини-контроллер	18
Микроконтроллер на Z80	25

3	Применение синтезаторов звука	37
4	Устройства с использованием чип-карт	93
5	Применение ИС ПЛМ	141
6	Приложения	157

Программируемый контроллер – это электронное устройство, обеспечивающее автоматическое управление прибором или установкой в соответствии с правилами, предварительно записанными в его памяти.

Если такие правила сводятся к простому циклическому алгоритму, который должен выполняться непрерывно, то контроллер становится *секвенсором* (устройством, задающим последовательность). Бывает, что варианты действий просчитываются в зависимости от внешних событий; тогда речь пойдет о программируемом автоматическом устройстве, иначе говоря, *контроллере*.

В обоих случаях настоятельно рекомендуется использовать программируемые компоненты для записи команд, предназначенных для выполнения алгоритма.

СЕКВЕНСОР С ВОСЕМЬЮ ВЫХОДАМИ

Большинство задач автоматизации процессов сводится к организации управления некоторым числом переключающих элементов в соответствии с четко определенным циклом.

Такого рода задача вполне доступна простому электромеханическому кулачковому программатору (в том виде, в каком он встречается в стиральных машинах), но значительно лучшие результаты достигаются с помощью чисто электронных средств.

Для выполнения подобной задачи идеальным программируемым компонентом является ППЗУ. Например, микросхема 2764 содержит 8192 байт, то есть 8192 группы по 8 бит, которые нетрудно индивидуально запрограммировать в логические состояния 1 или 0.

Каждая группа битов считывается на восьми выводах микросхемы (выводах данных), если приложить ее номер, выраженный в двоичном коде, к некоторому числу выводов (адресных входов).

ППЗУ 2764 имеет тринадцать адресных входов, обозначенных A0 – A12. Несложное вычисление подтверждает, что 2 в степени 13 равно 8192.

Достаточно соединить эти адресные входы с выходами двоичного счетчика, чтобы заставить содержимое памяти появляться на выходах данных с ритмом, который задает тактовый генератор, управляющий счетчиком. Остается только запрограммировать память в соответствии с действием, которое необходимо получить на каждом выходе данных.

В зависимости от поставленной задачи можно считать все содержимое памяти за долю секунды или за несколько часов с возможностями

вариации скорости в широких пределах, что совершенно недоступно для программаторов с синхронным двигателем. При необходимости изменить программу работы устройства достаточно заменить одно ППЗУ на другое, запрограммированное соответствующим образом.

Схема, изображенная на рис. 2.1, разработана с расчетом на достижение максимальной гибкости функционирования и возможность легкой адаптации для различных применений.

Тактовый генератор, который должен обеспечить ритм перебора адресов, выполнен на КМОП схеме типа 4060, объединяющей делитель частоты и кварцевый или RC-генераторы. Кварцевый резонатор (кварц) широко используют для стабилизации частоты. Его легко взять из старых часов, вышедших из строя. Применение кварца частотой 32,768 кГц обеспечивает получение десяти последовательностей импульсов высочайшей точности, периоды повторений которых находятся в диапазоне от 0,5 с до 0,48 мс.

Конденсатор и два резистора вместо кварца при необходимости позволяют получить тактовый сигнал с периодом в несколько часов, правда, с меньшей точностью. В обоих случаях простое изменение соединений счетчика позволяет выбирать между десятью скоростями прохождения цикла.

Тактовые импульсы запускают адресный счетчик на КМОП микросхеме типа 4040 с 12 выходами. Старший (12-й) разряд счетчика соединен со входом установки в начальное состояние (RESET) микросхемы генератора. Таким образом, для адресации ППЗУ используются 11 разрядов счетчика.

В ППЗУ типа 2764 две адресные линии остаются незанятыми. На них можно воздействовать вручную с помощью двух переключателей +5 В/«земля». При этом возможны четыре комбинации состояния переключателей, которые соответствуют четырем различным программам, записанным в том же ППЗУ.

Каждая программа, естественно, будет иметь только 2048 шагов, но этого вполне достаточно для большинства приложений. Из расчета два шага в одну секунду цикл продлится 17 мин, но мог бы длиться и 24 ч, если бы тактовый генератор вырабатывал один импульс каждые 42 с.

Подобная схема годится как для управления миниатюрной железной дорогой, так и для имитации присутствия человека в помещении, не говоря уже о великом множестве других приложений, зависящих только от степени воображения радиолюбителя. В устройстве могут применяться микросхемы ППЗУ типа 2732 (две программы из 2048

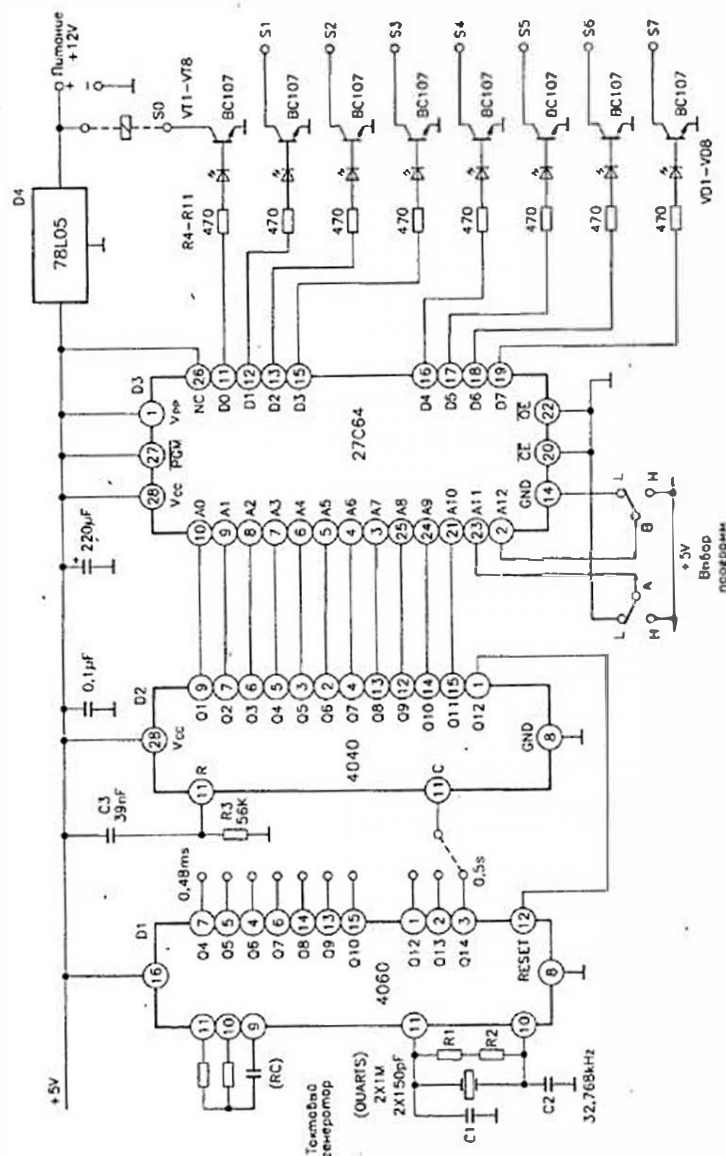


Рис. 2.1. Схема секвенсора

шагов) или 2716 (одна программа). Однако польза от этого сомнительна, поскольку и микросхемы типа 2732, и 2716 при меньшем объеме памяти стоят дороже, чем ИС ППЗУ 2764.

Восемь выходов данных микросхемы памяти через восемь светодиодов, одновременно служивших в качестве индикаторов состояния, управляют транзисторами, включенными по схеме с открытым коллектором. Транзисторы могут быть использованы для управления реле, непосредственно небольшими двигателями постоянного тока или соленоидами при условии, что будут предусмотрены компоненты (диоды или конденсаторы), отсекающие выбросы обратного напряжения при переключении электромагнитных устройств.

Для питания платы с установленными на ней компонентами достаточно подать напряжение в диапазоне 6–24 В (обычно 12 В); встроенный стабилизатор напряжения на микросхеме типа 78L05 формирует напряжение +5 В, необходимое для питания микросхем. Цепь 39 нФ / 56 кОм обеспечивает обнуление счетчика 4040 при включении питания.

Определение цикла работы устройства требует заполнения ППЗУ по каждому адресу данными, соответствующими состоянию выходов устройства.

Ручные программаторы для ППЗУ имеют восемь выключателей (по одному на бит данных). Их необходимо выставлять в соответствии со значениями, которые будут записываться в ППЗУ.

Более совершенные устройства, особенно адаптированные к мини-компьютерам, для каждого адреса ожидают получения от компьютера цифрового кода от 0 до 255 в десятичной системе (от 0 до FF – в шестнадцатеричной). Величина кода вычисляется сложением разрядов на всех выходах, которые должны быть активными – то есть когда транзистор открыт, а индикатор горит.

Соответствующие веса разрядов для восьми выходов следующие: 1 для S0, 2 для S1, 4 для S2, 8 для S3, 16 для S4, 32 для S5, 64 для S6 и 128 для S7.

Таким образом, значение 0 соответствует состоянию, когда все выходы неактивны (транзисторы закрыты – индикаторы не горят), а 255 – когда все выходы активны (транзисторы открыты – индикаторы горят).

Естественно, ничто не мешает запрограммировать несколько последовательных адресов одинаковыми кодами; тогда будет получено состояние, длительность которого станет кратной периоду тактовой

частоты. Кстати, это самое простое средство, и его желательно использовать, когда число шагов программы оказывается слишком большим: если каждый шаг увеличить в четыре раза и при этом во столько же раз ускорить тактовый генератор, можно ограничить цикл 512 шагами. Но не исключается вариант значительного уменьшения их числа.

На рис. 2.2 представлена достаточно компактная печатная плата секвенсора, предназначенная для использования в различных устройствах. После травления платы в ней сверлятся отверстия диаметром 1 мм и размещаются элементы в соответствии с монтажной схемой, приведенной на рис. 2.3. При этом не следует забывать о пяти перемычках, которые требуются во избежание использования двусторонней платы, а также о сменной перемычке из гибкой проволоки, служащей для выбора определенной тактовой частоты из десяти возможных вариантов.

Внешний вид платы секвенсора представлен на рис. 2.4. Перечень элементов приведен в табл. 2.1.

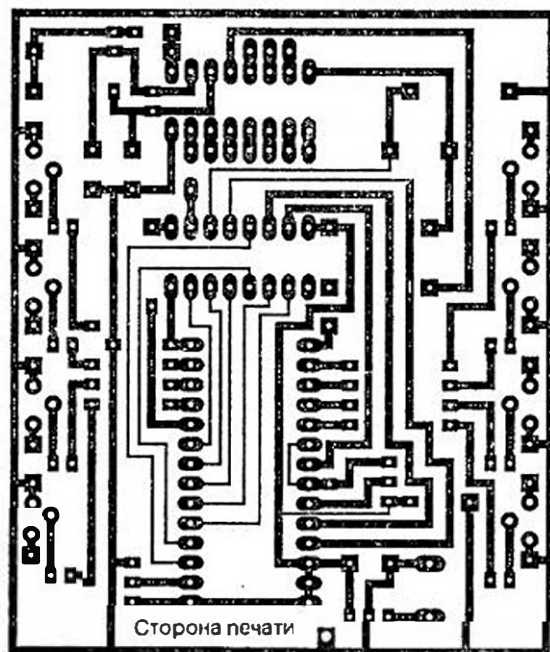


Рис. 2.2. Топология печатной платы секвенсора

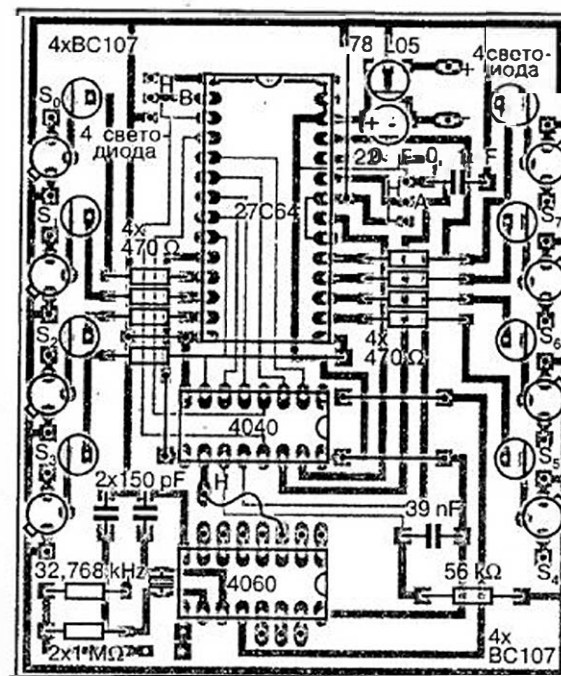


Рис. 2.3. Монтажная схема секвенсора

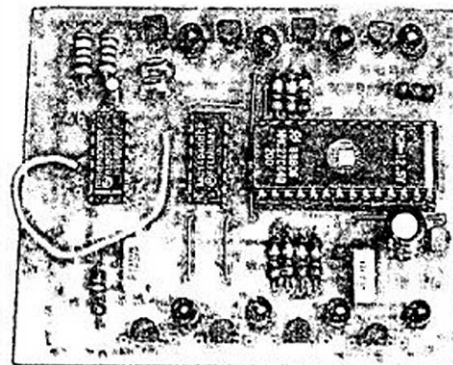


Рис. 2.4. Внешний вид платы секвенсора

Таблица 2.1. Перечень элементов секвенсора

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы			5%, 0,25 Вт
	R1	1 МОм	
	R2	1 МОм	
	R3	56 кОм	
	R4 – R11	470 Ом	
Конденсаторы	C1	150 пФ	
	C2	150 пФ	
	C3	39 нФ	
	C4	0,1 мкФ	
	C5	220 мкФ	16 В
Транзисторы	VT1 – VT8	2N2222 или BC107	
Интегральные микросхемы	D1	CD4060B	
	D2	CD4040B	
	D3	27C64	Программируется
	D4	78L05	
Светодиоды	VD1 – VD8		8 красных
Прочее	1 кварцевый генератор на 32,768 кГц		
	2 разъема PLS-3 (однорядные штыри на плату, прямые)		
	2 переключки (джампера)		
	1 установочная панелька на 28 контактов (TRL-28, цанговая)		

Для ППЗУ желательно предусмотреть надежную установочную панельку цангового типа, чтобы облегчить его замену во время доработки программ. В связи с этим стоит вспомнить, что информация на таком типе микросхемы памяти может стираться в ультрафиолетовых лучах и перезаписываться сотни раз. Рекомендуем воспользоваться такой возможностью.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИНИ-КОНТРОЛЛЕР

Программируемый мини-контроллер – устройство очень простое и вместе с тем универсальное. Оно представляет собой улучшенный вариант вышеописанного секвенсора: по-прежнему призвано обеспечивать прохождение цикла, записанного в ППЗУ, но одновременно может учитывать и внешние события.

Такое небольшое автоматическое устройство легко и с незначительными затратами решает многие проблемы, связанные с автоматизацией, хотя, с точки зрения программирования, ему не хватает гибкости, присущей контроллеру, построенному на микропроцессоре.

В книге «Alarme et surveillance a distance» («Сигнализация и слежение на расстоянии»), вышедшей во Франции, рассматриваемый мини-контроллер послужил базой для реализации устройства имитации присутствия человека, а также телефонного передатчика сигнала тревоги. В главе 4 данной книги будет рассказано, как можно его запрограммировать для чтения чип-карт.

Принципиальная схема мини-контроллера приведена на рис. 2.5.

Устройство имеет четыре входа (для внешних воздействий) и четыре выхода (для реле, двигателей, электромагнитов и т.д.). Опыт показывает, что такое количество входов и выходов обеспечивает самые разнообразные варианты применения; не составляет труда увеличить это число при необходимости. Ядром устройства по-прежнему остается ППЗУ, в котором записана программа.

Помимо этого, существует возможность работы устройства (правда, только на стадии отработки программы) с ОЗУ со встроенным питанием на литиевой батарейке (ZEROPOWER). Выбор остается за пользователем, поскольку рассматриваемая плата допускает установку обоих типов памяти.

Каждое слово из памяти размером в восемь бит снова будет представлять собой один шаг программы, но на этот раз в соответствии с табл. 2.2:

Таблица 2.2. Принцип программирования мини-контроллера

Биты	Выходы				Входы			
	0	1	2	3	4	5	6	7
Десятичное значение 2^n	1	2	4	8	16	32	64	128
	S1	S2	S4	S8	E16	E32	E64	E128
	1 = транзистор открыт				1 – выполнение следующего шага программы, если вход подключен к «земле»			
	0 = транзистор закрыт				0 – выполнение следующего шага программы вне зависимости от состояния входа			

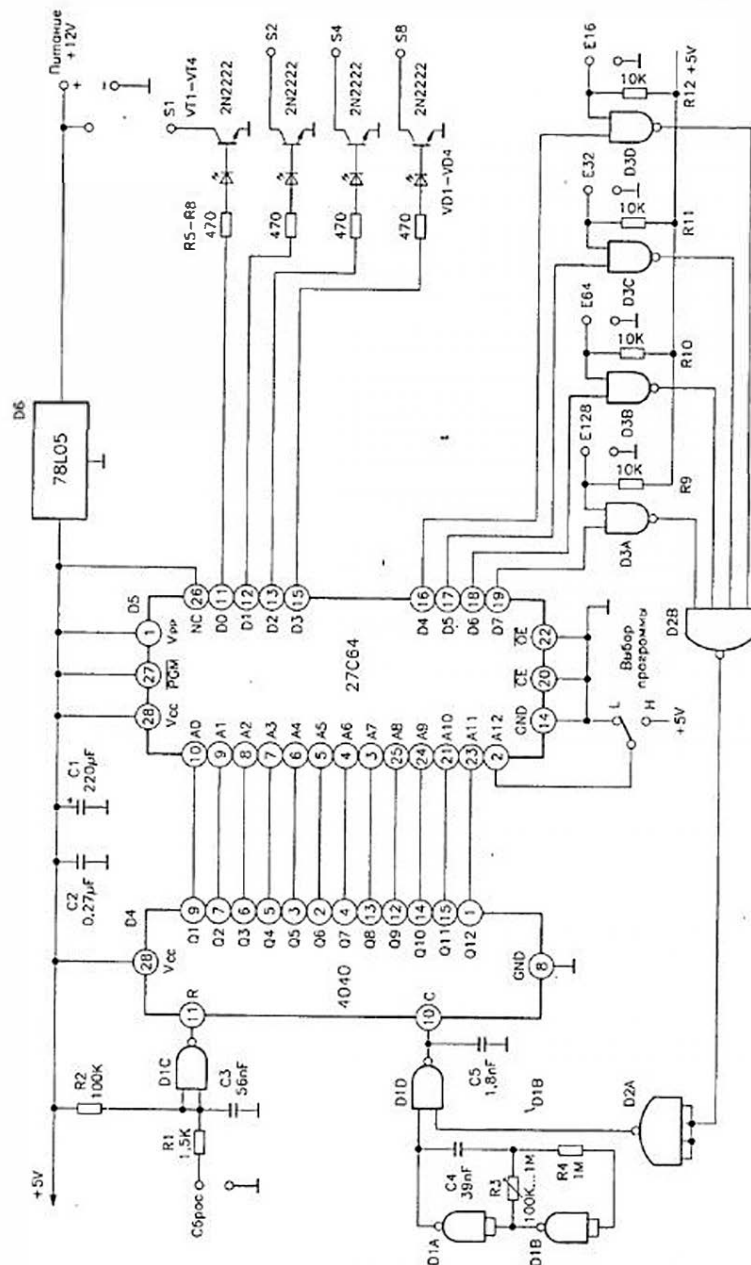


Рис. 2.5. Схема мини-контроллера

- каждый из четырех первых битов данных (которые в десятичной системе имеют значения 1, 2, 4 и 8) управляет одним из четырех выходных транзисторов. Если запрограммировать 11110000 (15 в десятичной системе), то все четыре транзистора окажутся открытыми;
- четыре оставшихся бита (которые имеют значения 16, 32, 64 и 128) образуют маску, служащую для опроса четырех входов. Если значение бита равно 0, состояние рассматриваемого входа не представляет интереса. Бит в состоянии 1 означает, что переход к следующему шагу программы произойдет, если соответствующий вход заземлен;
- код 00001111 (240 в десятичной системе) показывает, что четыре выходных транзистора закрыты и следующий шаг программы должен выполняться при условии, что все четыре входа окажутся заземленными (эквивалентная схема ИЛИ-НЕ).

Отметим, что схемы И-НЕ на входах легко реализуются путем параллельного соединения соответствующих контактов. Данный принцип воплощается при помощи немногочисленных компонентов.

Двоичный счетчик 4040 непосредственно управляет адресными входами микросхемы памяти. Установленный в начальное состояние по включению питания платы, он запускает процедуру чтения первого шага программы и может быть обнулен в любой момент, если заземлить вход «Сброс». Иногда полезно подсоединить упомянутый вход обнуления к одному из выходов платы с тем, чтобы программа при определенных обстоятельствах перезапускалась сама (сброс по условию).

Работа счетчика тактируется генератором, частота которого варьируется в широких пределах за счет изменения номиналов резистора и конденсатора. Изменение длительности такта работы устройства с дискретностью $0,5RC$ может осуществляться программно за счет повторения шагов.

Тактовый сигнал будет воздействовать на счетчик только в том случае, если состояние входов соответствует условиям, запрограммированным в маске шага текущей программы. Трудно было бы сделать что-либо более простое, но даже и эта структура может иметь очень широкое применение.

Для организации интерфейсов выходы устройства реализованы на транзисторах 2N2222, включенных по схеме с общим коллектором. Для отладки и контроля используются светодиодные индикаторы.

Программа:											
Шаг N	Действие	Выходы				Входы				Десятичное значение	
		1 S1	2 S2	4 S3	8 S4	16 E1	32 E2	64 E3	128 E4		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Рис. 2.8. Программный бланк для мини-контроллера

Таблица 2.3. Перечень элементов мини-контроллера

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	1,5 кОм	5%, 0,25 Вт
	R2	100 кОм	5%, 0,25 Вт
	R3	100 кОм – 1 МОм	Подстроечный резистор
	R4	1 МОм	5%, 0,25 Вт
	R5 – R8	470 Ом	5%, 0,25 Вт
	R9 – R12	10 кОм	5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	220 мкФ	16 В
	C2	0,27 мкФ	
	C3	56 нФ	
	C4	39 нФ	
	C5	1,8 нФ	
Транзисторы	VT1 – VT4	2N2222 или BC107	
Интегральные микросхемы	D1, D3	CD4011B	
	D2	CD4012B	
	D4	CD4040B	
	D5	27C64	Программируется
	D6	78L05	Стабилизатор напряжения +5 В
Светодиоды	VD1 – VD4		4 красных
Прочее	1 установочная панелька на 28 контактов (цанговая)		

МИКРОКОНТРОЛЛЕР НА Z80

Термин «микроконтроллер» обычно служит для обозначения однокристалльного микропроцессора, включающего центральный процессор, генератор тактовых импульсов, некоторое число портов ввода/вывода, а также ОЗУ (память с произвольным доступом) и/или ПЗУ. В едином корпусе интегральной схемы они объединяют целую микроинформационную систему.

Если программная память микроконтроллера выполнена по технологии ППЗУ, он без труда может быть адаптирован под персональное приложение пользователя. С точки зрения миниатюризации и упрощения схем очевидны преимущества применения однокристалльных микроконтроллеров, но существуют также и некоторые недостатки.

Так, отсутствует классический кварцевый генератор. Его заменяет RC-генератор, частота которого подстраивается в небольших пределах с помощью переменного резистора и широко варьируется также за счет изменения величины емкости конденсатора. Существует возможность ручной подстройки временных характеристик устанавливаемых программ; часто это оказывается полезным, поскольку немногие приложения требуют точности кварца.

Помимо этого, отсутствует микросхема ОЗУ; по крайней мере, такое впечатление создается на первый взгляд. Предусмотрена единая установочная панелька с 28 выводами, пригодная не только для ППЗУ 2764, но также, благодаря дополнительной линии записи, и для микросхемы ОЗУ ZEROPOWER с встроенной литиевой батареей различных производителей (МК 48Z08 SGS-Thomson, BQ 4010-Benchmark, DS1225-Dallas и т.д.).

Применение только ППЗУ налагает некоторые ограничения в программировании и приводит к мысли о максимально рентабельном использовании всей гаммы регистров и команд, которые и составляют силу Z80. В частности, отсутствие «глубины стека» запрещает использование подпрограмм (групп команд CALL и RET) и сохранение регистров (групп команд PUSH и POP).

ППЗУ 2764 может содержать до 8 Кбайт машинного кода, этого вполне достаточно для работы в указанных ограничениях. Благодаря использованию микросхемы памяти ZEROPOWER преимущества ПЗУ и ОЗУ объединяются в одном корпусе. Все, что не занято программой, присутствует в качестве оперативной памяти с произвольным доступом; в ней можно записывать и читать без проблем, ее содержимое не потеряется во время отключения напряжения или даже при выключении всего устройства. Разве можно было мечтать о таком, имея однокристалльный микроконтроллер!

На стадии доработки программного обеспечения также нет необходимости в стирании и повторном программировании ППЗУ: любой байт памяти может модифицироваться отдельно и моментально с помощью компьютера, используемого для программирования.

Конечно, ZEROPOWER стоит значительно дороже, чем ППЗУ такого же объема, но и возможности, которые она предоставляет, несравнимы. Кстати, ничто не мешает провести доработку с помощью ZEROPOWER, затем перейти к ППЗУ или даже к ОЗУ, когда программное обеспечение уже полностью отработано.

Что касается селекторных схем, также предложен наиболее простой вариант: поскольку имеется только один корпус микросхемы памяти, то сигнал MREQ центрального процессора будет служить непосредственно для его селекции, в то время как сигналы RD и WR могут быть также непосредственно подключены к микросхемам, реализующим функции портов ввода/вывода.

Предусмотрено восемь входных линий (74LS244) и восемь выходных линий (74LS373). Соответственно, требуется получить два специальных сигнала на базе TORQ, RD и WR. Двух схем ИЛИ на двух парах диодов и одного логического элемента И-НЕ, из числа вошедших в схему тактового генератора, оказалось достаточно. Сложно придумать более компактное решение там, где обычно используется несколько корпусов ТТЛ или даже специально запрограммированные ПЛМ.

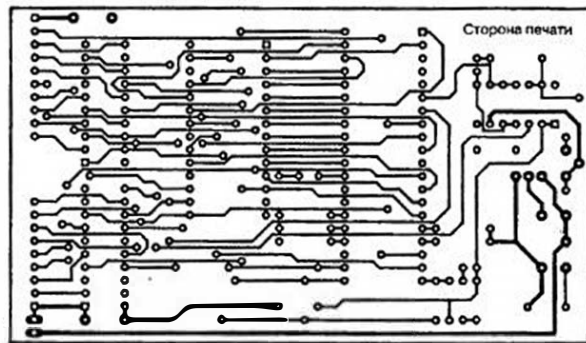
Вполне подошел бы вариант обеспечения питания данной платы непосредственно от 5 В, таким путем можно сэкономить несколько квадратных сантиметров. Но из практических соображений решили, что предпочтительней добавить стабилизатор типа 7805 и несколько конденсаторов. Это позволяет использовать любой источник постоянного напряжения, обеспечивающий напряжение приблизительно от 7 до 30 В.

Большое количество соединений в схеме при ее выполнении на односторонней плате требует множества перемычек; лишь удачное расположение элементов позволит снизить их число. Для сохранения компактности и удобства доступа к входам/выходам решили работать с двусторонней платой.

Размещение элементов и разъемов было определено изначально и не учитывало результирующую неоптимальность топологии печатной платы. Разводку печатных проводников доверили специальному программному обеспечению BOARDROUTER, английскому автоматическому трассировщику, который отныне продается и во Франции (см. французское издание книги «Circuits Imprimees» – «Печатные платы»). Тем не менее несколько стратегических дорожек было положено вручную; несколько поправок внесли в маршруты, предложенные программой.

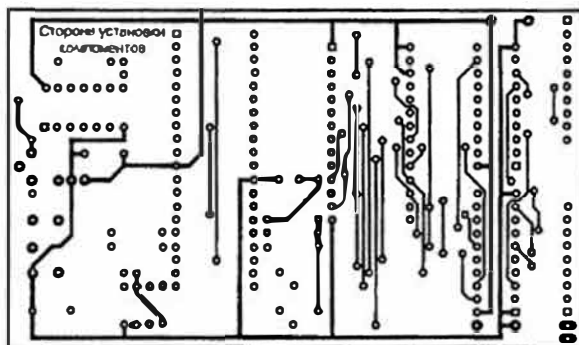
Число переходных отверстий (переходов между сторонами) возросло по сравнению с минимально возможным их количеством. Однако выигрыш очевиден: очень удобно расположены разъемы

ввода/вывода и питания. Они выстроены в логическом порядке на одной линии вдоль короткой стороны платы. Это позволяет рассматривать разработанную плату как простой компонент, который легко вставить в более сложное устройство и в котором можно менять память или поврежденные интегральные схемы. По цене он доступнее, чем однокристалльный микроконтроллер, но время, необходимое для монтажа, увеличивается.



Масштаб 1:1,5

Рис. 2.10. Топология печатной платы микроконтроллера со стороны соединений



Масштаб 1:1,5

Рис. 2.11. Топология печатной платы микроконтроллера со стороны установки элементов

На рис. 2.10 представлен вид печатной платы со стороны соединений, а на рис. 2.11 – со стороны установки элементов. Дорожки на обеих сторонах в основном перпендикулярны друг другу (кроме проложенных вручную).

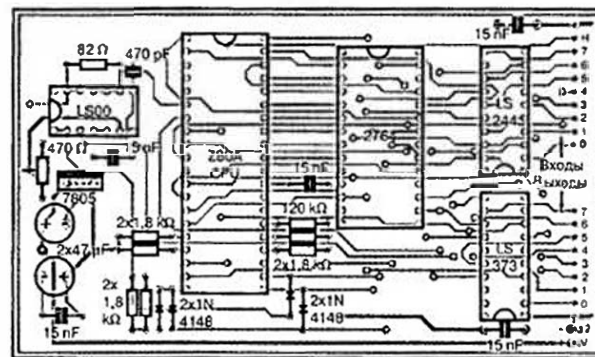
Монтажная схема приведена на рис. 2.12. Элементы, дорожки к которым есть и на стороне установки элементов, паяются с обеих сторон платы.

Для микросхем настоятельно рекомендуем установочные панельки (цанговые). Если не воспользоваться ими, операция припайки очень усложнится, а возможные замены элементов необходимо будет проводить с высокой степенью осторожности.

По этому поводу следует уточнить, что ИС 74LS244 без проблем заменяется ИС 74LS240 в случае, если применение требует инверсных входов. Для ИС 74LS244 заземленный вход означает состояние логического нуля, в то время как ИС 74LS240 рассматривает это состояние как логическую единицу.

Контактные площадки с дюймовым шагом 2,54 мм, расположенные по краю платы, могут использоваться для любых разъемов, однако наиболее подходящими, по мнению автора, являются разрезные колодки с квадратными, прямыми или угловыми штырями.

Внешний вид платы микроконтроллера приведен на рис. 2.13. Перечень элементов платы дан в табл. 2.4.



Масштаб 1:1,5

Рис. 2.12. Монтажная схема микроконтроллера

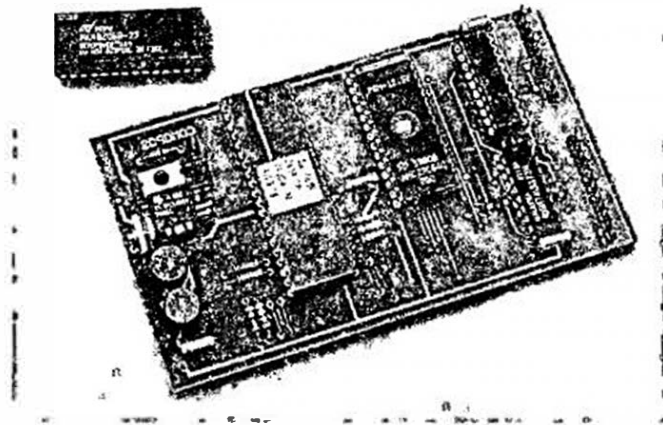


Рис. 2.13. Внешний вид платы микроконтроллера

По окончании размещения элементов нельзя проводить испытания платы без предварительной проверки выполнения ею программы.

Для того чтобы полностью проконтролировать работоспособность устройства, достаточно очень простой программы из семи байт:

```
IN A, (127)    219    127
OUT (127), A   211    127
JP 8192        95     0    32
```

Поскольку номер порта не декодируется, то адрес 127 выбирается произвольно. В действительности любая десятичная величина диапазона от 0 до 255 (или от 00h до FFh в шестнадцатеричной системе) была бы приемлема; это во многом облегчает импортирование программ, разработанных на компьютерах, которые используют специфические адреса.

Кроме того, команда JP 8192, обычно передающая управление команде, размещенной по десятичному адресу 8192 (2000h в шестнадцатеричной системе), на самом деле возвращает программу на адрес 0. Это объясняется тем, что адресная шина A13 (как и последующие) остается неиспользованной, поскольку ее десятичный вес составляет как раз 8192 (2^6 в степени 13).

Таким образом, любой адрес, для которого шины от A0 до A12 находятся в 0, будет считаться нулевым. На самом деле существует

Таблица 2.4. Перечень элементов микроконтроллера на Z80

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	82 Ом	5%, 0,25Вт
	R2	470 Ом	Подстроечный резистор
	R3 – R8	1,8 кОм	5%, 0,25Вт
	R9	120 кОм	5%, 0,25Вт
Конденсаторы	C1, C2	47 мкФ	16 В
	C3	470 пФ	
	C4 – C8	15 нФ	
Интегральные микросхемы	D1	Z80A CPU	
	D2	27C64 (или 2764)	
	D3	74LS244	
	D4	74LS373	
	D5	7805	Стабилизатор напряжения +5 В
	D6	74LS00	
Диоды	VD1 – VD4	1N4148	
Прочее	1 установочная панелька на 20 контактов (цанговая)		
	1 установочная панелька на 28 контактов (цанговая)		
	1 установочная панелька на 40 контактов (цанговая)		
	2 разъема PLS-10 (однорядные штыри на плату, прямые)		

восемь вариантов рассматриваемой области памяти в 8 Кбайт, на адресном пространстве Z80 в 64 Кбайт. Эта особенность облегчает непосредственное использование программ, собранных по адресам, отличным от 0, на устройствах, построенных на Z80.

Представленная небольшая программа постоянно копирует восемь входов на восемь выходов. Чтобы полностью проверить плату, достаточно по очереди заземлить каждый из восьми входов и убедиться, что при этом соответствующий выход (и только он один) переходит в низкий уровень.

В принципе необходимо подключить входы ИС 74LS244 через резисторы к напряжению питания. В простейшем случае можно обойтись и без них. В них также нет большой необходимости, если на плату поступают стандартные сигналы ТТЛ уровней. Поэтому для данного случая резисторы не были предусмотрены.

При использовании памяти ZEROPOWER программа позволяет провести аналогичное тестирование, но ее требуется несколько усложнить, если возникнет желание убедиться в исправной работе микросхемы ОЗУ, а также в работоспособности стека.

IN A, (127)	219	127	
CALL 9	205	9	0
JP 0	195	0	0
NOP	0		
OUT (127), A	211	127	
RET	201		

Если все работает нормально, то конечный результат должен совпасть с результатом, полученным в предыдущем случае. Напротив, в случае загрузки этой программы в обычное ППЗУ при попытке ее исполнения немедленно произойдет блокировка, поскольку выходы окончательно перейдут в то же состояние, в котором находились входы при включении питания. Действительно, если стек не работает, то команда RET не имеет адреса возврата к вызывающей программе.

Для удобства проведения таких проверок (и последующих, которые предстоят радиолюбителю при работе с его собственными программами) можно использовать простой адаптер, схема которого приведена на рис. 2.14. Адаптер состоит из восьми DIP-переключателей, восьми светодиодов и одного защитного диода, предотвращающего переключение полярности напряжения питания.

Два гнезда диаметром по 4 мм обеспечивают легкое подключение лабораторного питания. Контактные площадки разъемов, служащих для подключения к плате «микроконтроллера», расположены точно напротив ее разъемов.

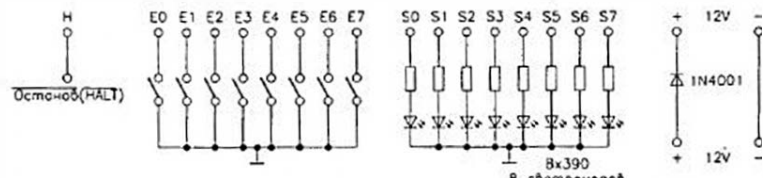


Рис. 2.14. Схема платы тестирования

Печатная плата, представленная на рис. 2.15, имеет размеры, соответствующие размерам микроконтроллера, и в данном случае может быть односторонней. Монтажная схема на рис. 2.16 показывает, как следует разместить необходимые элементы. Светодиоды должны быть миниатюрными.

Гнездо цангового типа предусмотрено для обеспечения доступа к выводу HALT (Останов) процессора Z80. Полезно проверить его действие при выполнении некоторых программ, использующих команду «Остановка центрального процессора».

Подобные платы небольших размеров легко изготовить в любом количестве, используя недорогие и доступные элементы. Плата удобна в использовании, поскольку ее разъемы расположены весьма

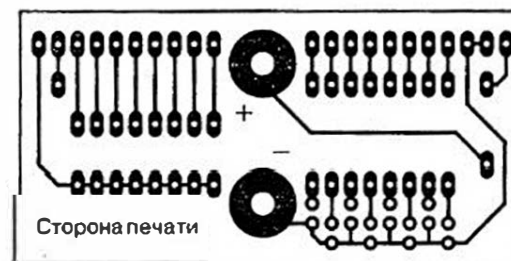
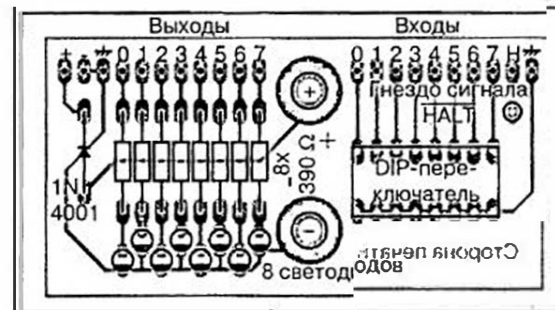


Рис. 2.15. Топология печатной платы устройства тестирования



удачно, а организация памяти имеет достаточную гибкость. Такие преимущества исключительно важны в проектах, связанных с автоматизацией; особенно ценна возможность программирования на таком популярном языке, как ассемблер Z80.

1	Программируемые компоненты широкого применения	7
2	Программируемые контроллеры	11

3 ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕЗАТОРОВ ЗВУКА

Дискретизатор звука для ПК	40
Устройство воспроизведения для ПК	49
Автономное устройство воспроизведения звука на ППЗУ	55
Система синтеза звука	59
Устройство воспроизведения звука на ИС UM5100	74
Синтезатор речи на ИС UM5100	83

4	Устройства с использованием чип-карт	93
5	Применение ИС ПЛМ	141
6	Приложения	157

Разработчику, намеревающемуся сделать свои электронные схемы говорящими, предлагаются на выбор самые разнообразные технологии. Наиболее очевиден следующий способ: оцифровать обыкновенный звук с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП), затем ввести в запоминающее устройство и после этого воспроизвести при помощи цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

Неудобство этого способа в том, что для воспроизведения секунды звука обыкновенного «телефонного» качества (полоса пропускания 4 кГц) потребуется минимум 8 Кбайт памяти. Действительно, теорема Котельникова–Шеннона говорит, что частота дискретизации должна по крайней мере вдвое превышать частоту сигнала, который будет переходить в цифровую форму. В то же время кодирование амплитуды восемью битами может рассматриваться как минимум, гарантирующий удовлетворительное качество звука. Чтобы получить действительно высокое качество, требуется 10–12 бит.

Поэтому данный принцип подходит только для простых приложений, которые воспроизводят лишь короткие звуки, не обязательно образующие слова. Можно уже встретить немало таких записей, например имитирующих лай собак для охраны жилищ. В связи с этим положительной тенденцией можно считать повышение степени интеграции микросхем памяти, увеличение их объема при понижении цен.

Другой способ – разделение слова на ограниченное число элементарных составляющих: формант, которые являются общими для всех языков, или фонем, которые сильно отличаются, например, в английском и французском языках. Предварительно запрограммированные в постоянной памяти специальных микросхем, эти «звуковые кирпичики» могут вызываться в желаемой последовательности. Таким путем можно преобразовать в речевую форму текст, поступающий с порта принтера компьютера, но почти нельзя адекватно воспроизвести лай собаки или выстрел.

Перечисленные методы, несмотря на все усилия, затраченные на их разработку, постепенно отмирают, поскольку уже существуют альтернативы, позволяющие сократить объем памяти, необходимый для хранения натуральных звуков в цифровом виде. Часто используются принципы, разработанные в цифровой телефонии, например дельта-модуляция.

Принцип дельта-модуляции состоит в записи или передаче в каждый момент не мгновенного значения сигнала, а направления его

изменения относительно предыдущего момента дискретизации, то есть одного бита вместо восьми.

Выигрыш в объеме информации очевиден. Рис. 3.1 подтверждает, что возможны вполне достойные результаты, если тщательно подобрать параметры преобразования.

Аналоговый сигнал, дискретизированный во времени, с определенной тактовой частотой поступает на один из входов компаратора. Выходной сигнал компаратора представляет собой импульсную последовательность. Логический уровень сигнала (единица или ноль) определяет наклон пилообразного сигнала интегратора, выходной сигнал которого поступает на второй вход компаратора.

Таким образом, этот замкнутый контур (компаратор – интегратор) оказывается автоматически настроенным на входной сигнал. На выходе интегратора появляется аналоговый сигнал, который мало отличается от первоначального.

Если после передачи или запоминания импульсный сигнал с выхода дискретизатора подать на идентичный интегратор, то на его выходе появится аналоговый сигнал, близкий к оригиналу.

Усовершенствование упомянутого вида модуляции, известного под названием CVSD (дельта-модуляция с плавно изменяемым наклоном), состоит в том, что наклон характеристики интегратора (то есть скорость, с которой возрастает или уменьшается его выходное напряжение) изменяется в зависимости от «эволюции» цифрового сообщения. Например, можно сделать интегратор более быстродействующим,

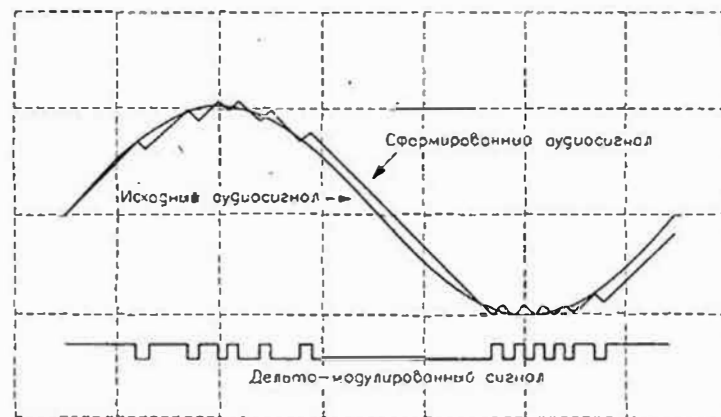


Рис. 3.1. Принцип дельта-модуляции (по документации фирмы Motorola)

Из наиболее распространенных и дешевых аналого-цифровых преобразователей был выбран ADC0809, выпускаемый компанией National Semiconductor. В схеме дискретизатора звука, приведенной на рис. 3.2, восемь входов АЦП объединены. Аудиосигнал подается на АЦП через специальную схему сопряжения: два резистора, привязывающих входной сигнал к половине напряжения питания (опорное напряжение преобразования), два диода, служащих для ограничения возможного превышения амплитуды, разделительный конденсатор и нагрузочный резистор для источника аудио-сигналов.

Источником аудиосигналов могут служить наушники или дополнительный громкоговоритель катушечного магнитофона, имеющего, по крайней мере, две скорости, а лучше четыре. Для качества воспроизводимого звука очень важно, чтобы размах напряжения, подаваемого на АЦП, был как можно ближе к 5 В, то есть амплитуда должна быть равна 2,5 В и эффективное значение напряжения – 1,77 В. В противном случае у слишком сильного сигнала срежется вершина, и он будет искажен. Слишком слабый сигнал загрязнит фоновые шумы, и он также будет искажен ввиду недостаточного использования 256 имеющихся у АЦП уровней. Поэтому желательно отрегулировать уровень воспроизведения магнитофона с помощью осциллографа.

Тактовый генератор, собранный на КМОП элементах, формирует необходимый для работы АЦП тактовый сигнал. Селектор на ИС типа 4512 последовательно передает восемь разрядов данных, формируемых АЦП, на вход \overline{ASC} разъема CENTRONICS.

С тех пор как автор начал заниматься разработкой расширений для ПК, он всегда отдает предпочтение упомянутому порту. И действительно, этот порт почти всегда доступен и может служить одновременно и для ввода, и для вывода. Его использование не требует никаких опасных для компьютера манипуляций со слотами. Наконец, система выводов порта, его сигналы и адреса доступа – все это полностью стандартизовано.

Рассматриваемый дискретизатор звука для ПК на практике реализуется на небольшой односторонней печатной плате, показанной на рис. 3.3. Монтажная схема, приведенная на рис. 3.4, содержит все элементы дискретизатора за исключением разъема CENTRONICS, который устанавливается на конце плоского десятижильного кабеля.

Питание осуществляется напряжением +5 В, которое нетрудно получить от внешнего источника. В крайнем случае подойдет даже простая батарейка напряжением 4,5 В.

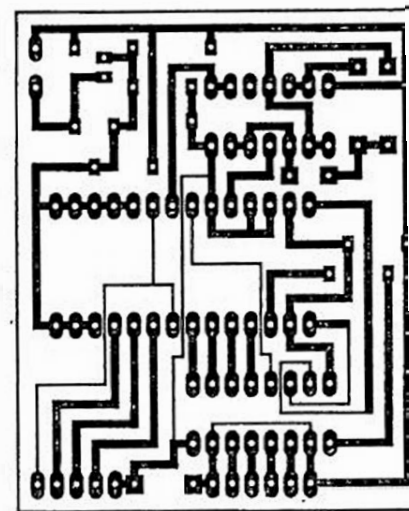


Рис. 3.3. Топология платы дискретизатора звука

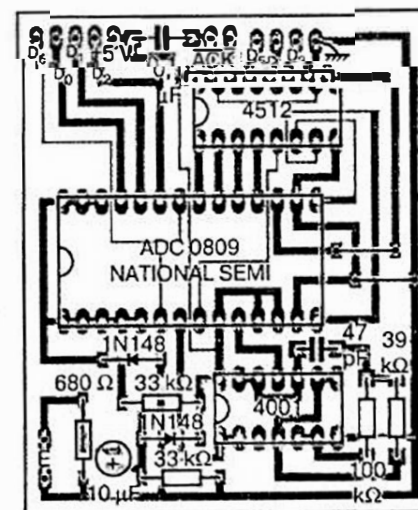


Рис. 3.4. Монтажная схема дискретизатора звука

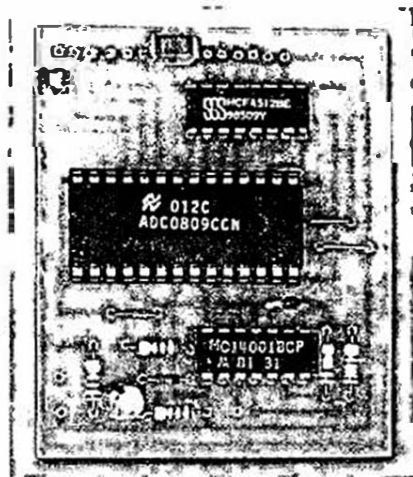


Рис. 3.5. Внешний вид платы дискретизатора звука

Внешний вид платы дискретизатора звука и перечень элементов приведены соответственно на рис. 3.5 и в табл. 3.1.

Естественно, необходимо специальное программное обеспечение для управления дискретизатором звука, а затем для сохранения данных в файле на диске.

Таблица 3.1. Перечень элементов дискретизатора звука

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы			5%, 0,25 Вт
	R1	100 кОм	
	R2	39 кОм	
	R3	680 Ом	
Конденсаторы	R4, R5	33 кОм	
	C1	47 пФ	
	C2	0,1 мкФ	
	C3	10 мкФ	16 В
Интегральные микросхемы	D1	CD4001B	
	D2	ADC0809 (NS)	
	D3	CD4512B	
Диоды	VD1, VD2	1N4148	

Учитывая малую длительность звука, который подвергается оцифровке, чтение с дорожки ленты магнитофона должно производиться со скоростью вчетверо меньше той, на которой был записан звук. При этом может потребоваться промежуточная копия, выполненная на половинной скорости, если используемый магнитофон имеет только две скорости.

Таким образом, если дорожку, записанную со скоростью 19 см/с, считывать со скоростью 4,75 см/с, длительность процесса оцифровки увеличивается настолько, чтобы было удобно работать с устройством, в частности, при запуске использовать клавишу паузы у магнитофона. Несмотря на этот прием, программа должна быть достаточно быстройдействующей; следовательно, программирование на языке Basic исключено. Более подходит Turbo Pascal, который не сравнится с Assembler, но все же значительно быстрее, чем Basic. Нижеприведенный листинг превращается в исполняемый файл с помощью известного компилятора Borland.

```

program enregist;
uses crt;
var t:array [1..32000] of integer;
f,g,h,j,k:integer;
i:real;
a:text;
begin
clrscr;
writeln('Нажмите ENTER при включении звука. ');
readln;
k:=0;
for f:=1 to 4000 do
begin
port[888]:=0;
port[888]:=64;
for g:=0 to 7 do
begin
port[888]:=8*g;
k:=k+1;
t[k]:=port[889];
end;
end;
clrscr;
writeln('- Идет обработка. --');
assign(a, 'son.rom');
rewrite(a);
for f:=0 to 42 do
begin

```

```

g:=3*f;
write(a, ' ', g, ' ');
end;
write(a, ' ', 126, ' ', 127, ' ', 127, ' ', 128, ' ', 128, ' ');
k:=0;
for f:=1 to 4000 do
begin
i:=0;
for g:=0 to 7 do
begin
k:=k+1;
if (i[k] and 64)=64 then
i:=i+(exp((7-g)*ln(2)));
end;
j:=round(i);
write(a, ' ', j, ' ');
end;
write(a, ' ', 128, ' ', 128, ' ', 127, ' ', 127, ' ', 126, ' ');
for f:=0 to 42 do
begin
g:=3*(42-f);
write(a, ' ', g, ' ')
end;
clrscr;
writeln(' - Файл SON.ROM создан. - ');
close(a);
end.
(* COPYRIGHT 1991 Patrick GUEULLE *)

```

Данная программа предназначена для стандартного РС, работающего на частоте 4,77 МГц. Помимо этого, был разработан другой вариант, несколько более медленный, для системы, работающей на 8 МГц. В данном случае можно было воспользоваться техникой замедления, применяемой для адаптации программы к более быстрой машине.

Для нормальной работы необходимо, чтобы длительность звука (замедленного в четыре раза) была равна или чуть меньше промежутка времени между нажатием на клавишу Enter и появлением на мониторе сообщения «Идет обработка». Если это условие не выполняется, то требуется либо перезаписать звук, либо подобрать другую скорость программы. Нужно заранее подготовиться к проведению нескольких операций по хронометрированию.

Ниже представлен вариант программы для частоты 8 МГц.

```

program rec;
uses crt;

```

```

var t:array[1..32000] of integer;
f,g,h,j,k:integer;
i:real;
a:text;
begin clrscr;
writeln('Нажмите ENTER при включении звука. '); readln;
k:=0;
for f:=1 to 4000 do
begin
port[888]:=0;
port[888]:=64;
for g:=0 to 7 do
begin
for h:=0 to 2 do
begin
port[888]:=8*g;
end;
k:=k+1;
t[k]:=port[889];
end;
end;
clrscr;
writeln('Идет обработка. ');
assign(a, 'son.rom');
rewrite(a);
for f:=0 to 42 do
begin
g:=3*f;
write(a, ' ', g, ' ');
end;
write(a, ' ', 126, ' ', 127, ' ', 127, ' ', 128, ' ', 128, ' ');
k:=0;
for f:=1 to 4000 do
begin
i:=0;
for g:=0 to 7 do
begin
k:=k+1;
if (t[k] and 64)=64 then
i:=i+(exp((7-g)*ln(2)));
end;
j:=round(i);
write(a, ' ', j, ' ');
end;
end;
write(a, ' ', 128, ' ', 128, ' ', 127, ' ', 127, ' ', 126, ' ')

```

```

for f:=0 to 42 do
begin
  g:=3*(42-f);
  write(a,' ',g,' ');
end;
clrscr;
writeln('Файл SON.ROM создан.');
```

close(a);
end.
(© COPYRIGHT 1991 Patrick GUEULLE)

Если все нормально, то остается провести качественную оцифровку: запустить программу и поставить магнитофон в режимы воспроизведения и паузы (начало оцифровки должно точно совпадать с началом воспроизведения). Затем следует отпустить клавишу паузы и одновременно нажать на клавишу **Enter** на компьютере. При появлении надписи «Идет обработка» необходимо выключить магнитофон и ждать сообщения «Файл SON.ROM создан».

Даже при работе с Turbo Pascal нельзя терять время. Данные, поступающие с АЦП, записываются программой в большой массив памяти из расчета одного байта массива на бит данных. Затем, когда прием данных от дискретизатора в компьютер заканчивается, данные обрабатываются. Таким образом, последовательно принятые по линии АСК биты преобразуются в 4000 байт. Они дополняются двумя импульсными последовательностями, предназначенными для смягчения перехода в начале и в конце процесса воспроизведения звука (подавление импульсных шумов, возникающих при переключении).

По окончании такой обработки, которая занимает некоторое время, на диске будет сформирован файл SON.ROM. Данные, содержащиеся в нем, составляют приблизительно полсекунды звука, дискретизированного с частотой 8 кГц (то есть 4096 байт, что эквивалентно половине объема памяти ИС 27С64).

Речь идет о последовательности десятичных величин в том виде, который приемлем для программирующего устройства, описанного в книге «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор». При наличии программирующего устройства, работающего с двоичными файлами, для преобразования потребуется воспользоваться утилитой ROMTOBIN.BAS – небольшой программой на Basic, листинг которой приведен ниже.

Первый звук может быть запрограммирован при заземлении вывода 2 ППЗУ, а второй – при подаче на вывод 2 напряжения +5 В. Но

прежде, чем приступить к реализации устройства для воспроизведения звука на базе ППЗУ, было бы интересно провести контрольное прослушивание, причем самым простым способом.

```

10 REM -- ROMTOBIN --
20 CLS:PRINT"Имя файла .ROM, преобразуемого в .BIN"
30 INPUT RS:BS=RS+'.BIN':RS=RS+'.ROM'
40 OPEN RS FOR INPUT AS # 1
50 OPEN "R",#2,BS,1
60 CLS:PRINT"-- Идет преобразование формата. --"
70 FIELD#2, I AS AS
80 IF EOF(1) THEN 120
90 INPUT#1,M:M$=CHR$(M)
100 RSET AS=M$:PUT#2,F+1
110 F=F+1:GOTO 80
120 CLS:PRINT RS:" Преобразован в ":BS
130 END
140 REM (c)1992 Patrick GUEULLE
```

УСТРОЙСТВО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ДЛЯ ПК

Небольшая схема, представленная на рис. 3.6, подключается к порту принтера ПК (CENTRONICS) и позволяет прослушивать файл с помощью любого НЧ усилителя, например музыкального центра HI-FI. Данная схема представляет собой копию ЦАП устройства воспроизведения на базе ППЗУ, описание которого будет представлено ниже.

Чертеж платы устройства воспроизведения приведен на рис. 3.7. Выполняется оно в соответствии с монтажной схемой, показанной на рис. 3.8. Непосредственно на плате устройства распаивается стандартный моностереоразъем DIN, используемый в качестве выходного. Таким образом, усилитель может быть подключен при помощи любого имеющегося в наличии аудиокабеля с разъемом DIN.

Перечень элементов устройства воспроизведения представлен в табл. 3.2.

Операция чтения доверена программе, листинг которой приведен ниже. Исходя из требований быстродействия она написана на Turbo Pascal.

Пустой цикл for j:=0 to 5 do позволяет при необходимости подобрать скорость чтения, поскольку переменная j выполняет ту же роль, что и переключатели скорости магнитофона или проигрывателя.

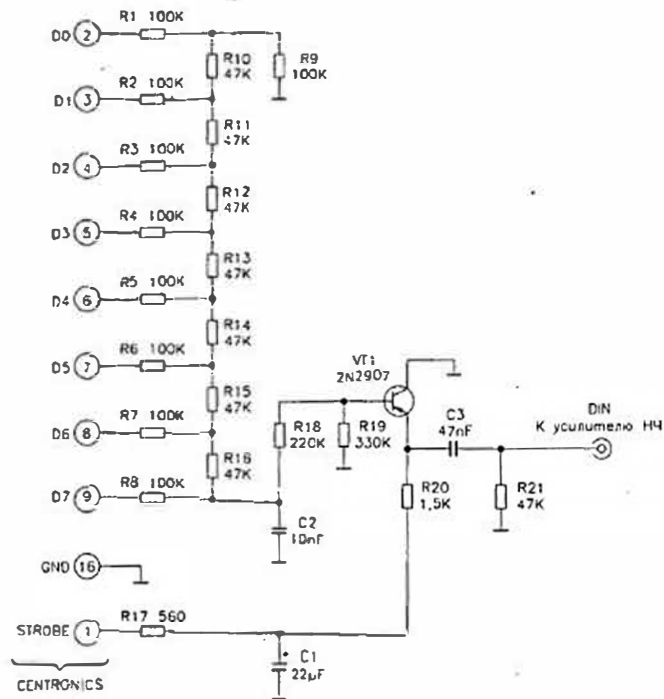


Рис. 3.6. Схема устройства воспроизведения

Таблица 3.2. Перечень элементов устройства воспроизведения

Наименование	Обозначение	Номинал*	Примечание
Резисторы			5%, 0.25 Вт
	R1 – R9	100 кОм	
	R10 – R16	47 кОм	
	R17	560 Ом	
	R18	220 кОм	
	R19	330 кОм	
	R20	1,5 кОм	
Конденсаторы	C1	22 мкФ	16 В
	C2	10 нФ	
	C3	47 нФ	
Транзисторы	VT1	2N2907	
Прочее	1 розетка DIN-5, угловая		

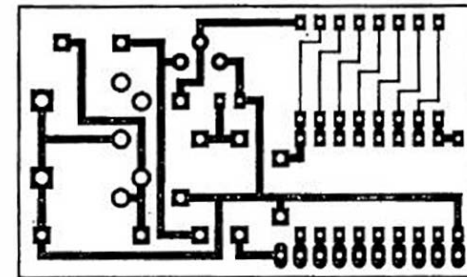


Рис. 3.7. Топология платы устройства воспроизведения

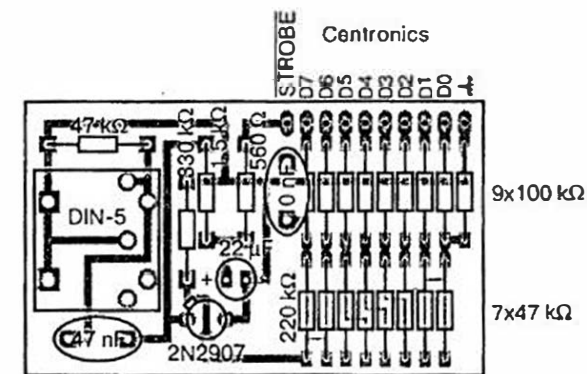


Рис. 3.8. Монтажная схема устройства воспроизведения

```

program lecture;
uses crt;
var m: array[0..4096] of integer;
    h: string[12];
    f: integer;
    e: boolean;
    g: integer;
    i: integer;
    j: integer;
    a: text;

begin
  clrscr;
  writeln('Имя файла для воспроизведения?');
  readln(h);
  h:=h+'.rom';
  assign(a,h);
  reset(a);

```

```

f:=0;
repeat
  read(a,m[f]);
  e:=seekeof(a);
  f:=f+1;
until e=true;
close(a);
for i:=1 to 20 do
begin
  for g:=1 to f do
  begin
    port[888]:=m[g];
    for j:=0 to 5 do
    begin
      end;
      readln;
    end;
  end;
end;
end.
(* COPYRIGHT 1990 Patrick GUEULLE *)

```

Другой вариант этой программы, листинг которой представлен ниже, дает возможность регулировать скорость чтения во время выполнения, а кроме того, считывать только часть файла, указав при этом адрес начала и конца. Таким образом, становится возможным выбрать части звуковой записи, которую хотят считать или, наоборот, удалить, если речь идет о паразитных шумах.

```

program lit;
uses crt;
var
  m:array[0..28672] of integer;
  h:string[12];
  f,g,i,j,ad,af,v:integer;
  e:boolean;
  a:text;
procedure fichier;
begin
  clrscr;
  writeln('Имя файла для воспроизведения?');
  readln(h);
  h:=h+' .rom';
  assign(a,h);
  reset(a);
  f:=0;
  repeat
    read(a,m[f]);
    e:=seekeof(a);
    f:=f+1;

```

```

until e=true;
close(a);
end;
procedure vitesse;
begin
  clrscr;
  writeln('Скорость?');
  readln(v);
end;
procedure choix;
begin
  clrscr;
  writeln('Адрес начала?');
  readln(ad);
  writeln('Адрес конца?');
  readln(af);
  for g:=ad to af do
  begin
    port[888]:=m[g];
    for j:=0 to v do
    begin
      end;
      if ad<>af then choix;
    end;
  end;
end;
procedure boucle;
begin
  choix;
  vitesse;
  if v<>0 then boucle;
end;
begin
  fichier;
  vitesse;
  boucle;
end.
(* COPYRIGHT 1991 Patrick GUEULLE *)

```

После того как будут отмечены наиболее интересные части звуковых записей, небольшая программа на Basic, приведенная ниже, позволит приступить к их сборке в новом файле. Естественно, длительность звукового фрагмента, выстроенного подобным образом, должна подбираться с учетом возможностей схемы, призванной его воспроизводить.

```

10 REM --- MONTAGE.BAS ---
20 CLS:PRINT"Имя формируемого файла .ROM?"
30 INPUT FDS:FDS=FDS+" .ROM"
40 OPEN FDS FOR OUTPUT AS#2:K=0
50 CLS:PRINT"Добавить файл?"

```


В схему также входят аудиоусилитель (LM 386, который в состоянии непосредственно работать на громкоговоритель, более мощный усилитель или трансформатор телефонной линии); стабилизатор напряжения; схема включения, которая благодаря реле позволяет устройству совершенно не потреблять энергии, когда оно находится в дежурном режиме. Итак, схема может работать от простой батарейки напряжением 9 В.

Выбор между первой или второй половинами памяти (а следовательно, и между двумя возможными звуковыми фрагментами) производится посредством сменной перемычки (джампера), которая соединяет шину адресов A12 либо с «землей», либо с источником +5 В. Включение предусмотрено нажатием кнопки «Пуск», но оно может быть и автоматическим – с помощью датчика присутствия человека, датчика ИК диапазона, сенсора или контроллера.

На рис. 3.10 приведена топология односторонней печатной платы рассматриваемого автономного устройства воспроизведения звука. Монтажная схема на рис. 3.11 указывает на наличие нескольких перемычек, которые необходимы, чтобы избежать использования

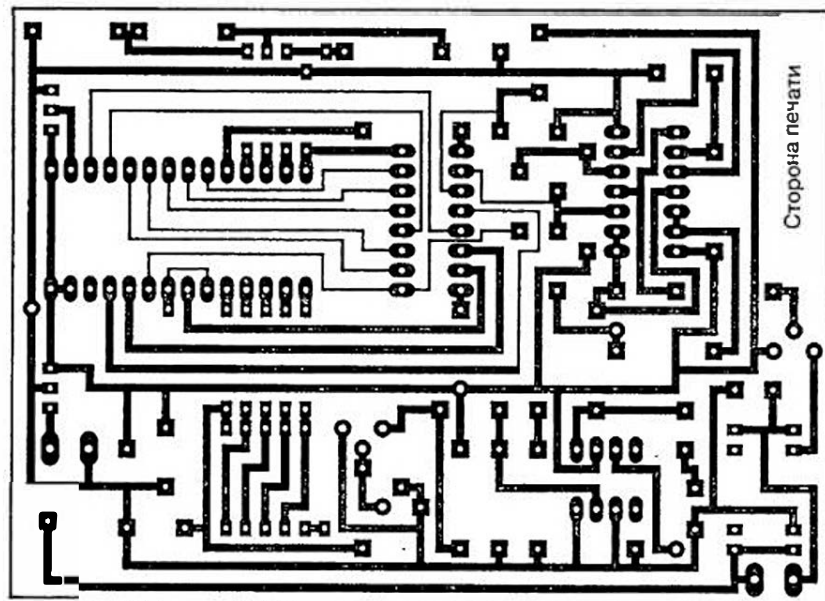


Рис. 3.10. Топология платы автономного устройства воспроизведения звука

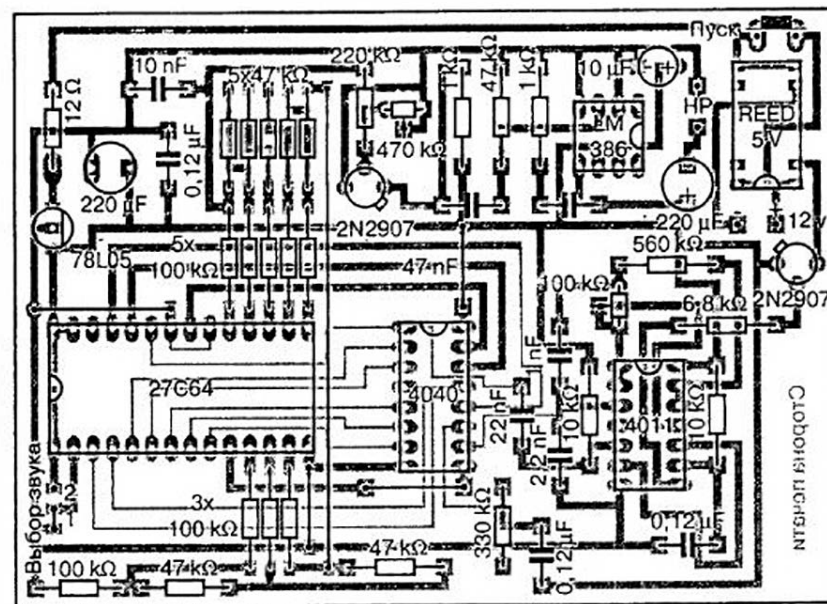


Рис. 3.11. Монтажная схема автономного устройства воспроизведения звука

Таблица 3.3. Перечень элементов автономного устройства воспроизведения звука на ППЗУ

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	100 кОм	Подстроечный резистор
	R2	560 кОм	5%, 0,25 Вт
	R3	10 кОм	5%, 0,25 Вт
	R4	100 кОм	5%, 0,25 Вт
	R5	330 кОм	5%, 0,25 Вт
	R6 – R14	100 кОм	5%, 0,25 Вт
	R15 – R21	47 кОм	5%, 0,25 Вт
	R22	470 кОм	Подстроечный резистор
	R23	220 кОм	5%, 0,25 Вт
	R24	1 кОм	5%, 0,25 Вт
	R25	47 кОм	5%, 0,25 Вт
	R26	10 Ом	5%, 0,25 Вт
	R27	12 Ом	5%, 0,25 Вт
	R28	6,8 кОм	5%, 0,25 Вт

Таблица 3.3. Перечень элементов автономного устройства воспроизведения звука на ППЗУ (окончание)

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Конденсаторы	C1	1 нФ	
	C2	2,2 нФ	
	C3	22 нФ	
	C4	0,12 мкФ	
	C5	220 мкФ	10 В
	C6	0,12 мкФ	
	C7	0,12 мкФ	
	C8	10 нФ	
	C9	47 нФ	
	C10	10 мкФ	10 В
	C11	47 нФ	
	C12	220 мкФ	10 В
Транзисторы	VT1, VT2	2N2907	
Интегральные микросхемы	D1	CD4011B	
	D2	CD4040B	
	D3	27C64	Программируется
	D4	LM386	
	D5	78L05	
Прочее	1 реле REED 5V DIL		
	1 громкоговоритель на 4–8 Ом		
	1 кнопка		
	1 разъем PLS-3 (однорядные штыри на плату) с перемычкой		
	1 установочная панелька на 28 контактов (цанговая)		

двусторонней технологии для печатной платы (об этом не стоит забывать!). Перечень элементов устройства приведен в табл. 3.3, а его внешний вид показан на рис. 3.12.

Чтобы сохранить возможность время от времени заменять память – а следовательно, и звуки, – рекомендуется отдать предпочтение установочной панельке, имеющей 28 выводов. В противном случае ничто не мешает припаять микросхему памяти, так же как и все остальные интегральные схемы.

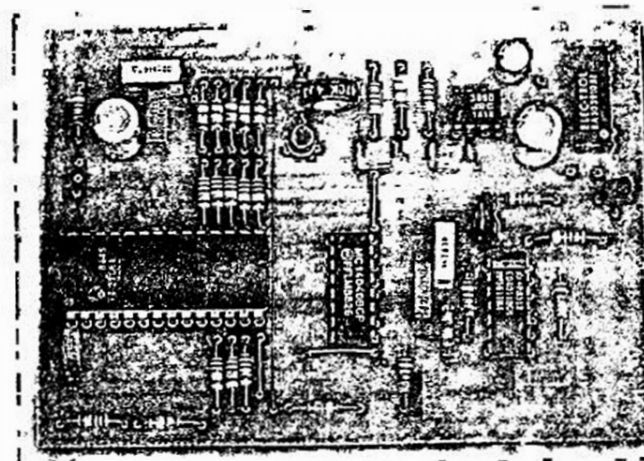


Рис. 3.12. Внешний вид устройства воспроизведения звука на ППЗУ

Тембр и длительность звука могут регулироваться с помощью подстроечного резистора. Кстати, часто бывает интересно несколько изменить исходный тембр – скажем, когда необходимо сделать так, чтобы голос нельзя было узнать. Качества воспроизведения звука с помощью рассматриваемого устройства для этого достаточно, но при условии, что схема будет снабжена относительно мощным громкоговорителем (например, небольшими акустическими колонками).

СИСТЕМА СИНТЕЗА ЗВУКА

Специализированная ИС UM5100 (производитель – компания UMC), блок-схема которой показана на рис. 3.13, представляет собой так называемый бескинематический магнитофон. В сочетании с микросхемой памяти достаточного объема UM5100 способна записывать и воспроизводить с высоким качеством любые звуки длительностью до 1 мин.

Рассматриваемая система содержит высококлассный модулятор-демодулятор CVSD (дельта-модуляция с плавно изменяемым наклоном), а также программное обеспечение, необходимое для сопряжения с микросхемой статической памяти, имеющей 8-разрядную организацию данных. Такой выбор может показаться удивительным, поскольку дельта-модуляция работает с данными форматом в один

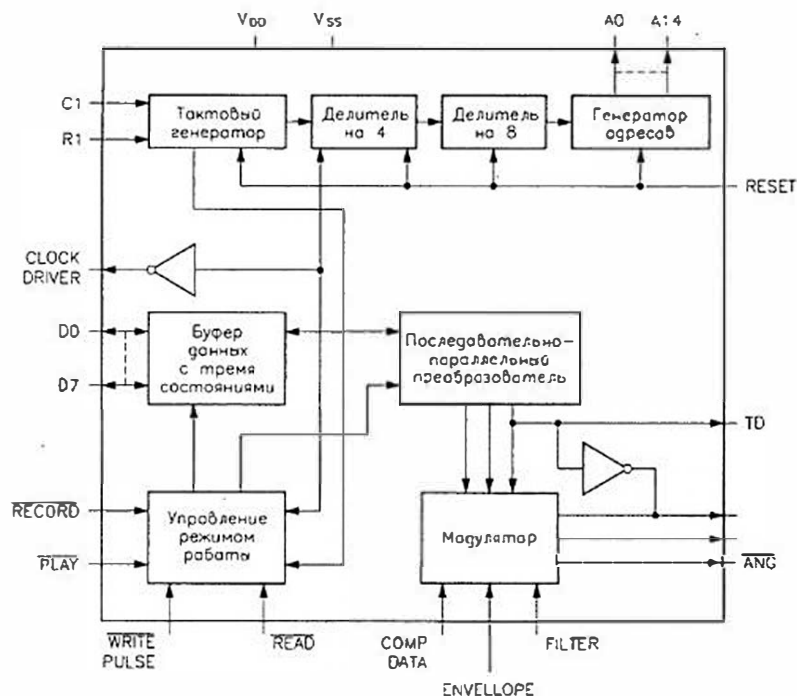


Рис. 3.13. Структурная схема ИС UM5100

бит. И большинство конкурирующих продуктов функционирует совместно с одноразрядными микросхемами динамической памяти.

Преимущество решения, принятого UMC, состоит в том, что все микросхемы памяти, соответствующие стандарту BYTEWIDE (байтовой организации), оказались совместимыми с UM5100: ОЗУ, ПЗУ, ППЗУ и даже ZEROPOWER. Это, в свою очередь, привело к большой гибкости в работе, поскольку отпала необходимость в дорогостоящих системах разработки, навязываемых многими производителями систем для программирования звука.

Еще одно преимущество можно оценить, проанализировав рис. 3.14: UM5100 поставляется в корпусе DIP с 40 выводами в отличие от многочисленных конкурентных устройств, появляющихся только в SMD (для поверхностного монтажа). Таким образом, данная ИС идеально подходит для создания уникальных устройств или приборов, выпускаемых очень ограниченными сериями и предназначенных для специфических задач.

Основное неудобство UM5100 состоит в том, что данный элемент не имеет точных или примерных аналогов; следовательно, надежность трех схем, описываемых ниже, зависит от наличия в продаже UM5100.

На момент написания этих строк причин для беспокойства нет, но обязательно придет день, когда производство этой ИС будет остановлено, поскольку появятся новые, более совершенные разработки. Тогда возникнет необходимость пересмотреть все схемы применения – такова цена столь быстрого развития современных технологий. Назначение выводов UM5100 приведено в табл. 3.4.

На рис. 3.15 приведена функциональная схема магнитофона, построенного на UM5100 в сочетании с несколькими операционными усилителями (предварительным усилителем, фильтрами, компаратором) и микросхемой памяти (статического ОЗУ – для записи-чтения или ПЗУ и ППЗУ – только для чтения). Соответствующая принципиальная схема магнитофона (платы записи-воспроизведения) представлена на рис. 3.16.

Прием звука осуществляет электретный микрофон, сигнал с которого усиливается предварительным усилителем (за ним следует компаратор). Оба эти элемента выполнены на половине ИС LM324, отрицательное напряжение питания для которой формируется с буфера тактового выхода инвертором-удвоителем напряжения на диодах. Два оставшихся операционных усилителя служат для выполнения функций сумматора, объединяющего сигналы двух аудиовыходов демодулятора CVSD (для получения оптимального качества звучания, высокие и низкие частоты разделены) и активного фильтра, ограничивающего полосу пропускания до полезного интервала. ИС LM386 работает на громкоговоритель. В то время как сигнал READ имеет высокий уровень, выходной сигнал блокируется, поэтому звук воспроизводится только во время периодов чтения микросхем памяти.



Рис. 3.14. Схема выводов UM5100

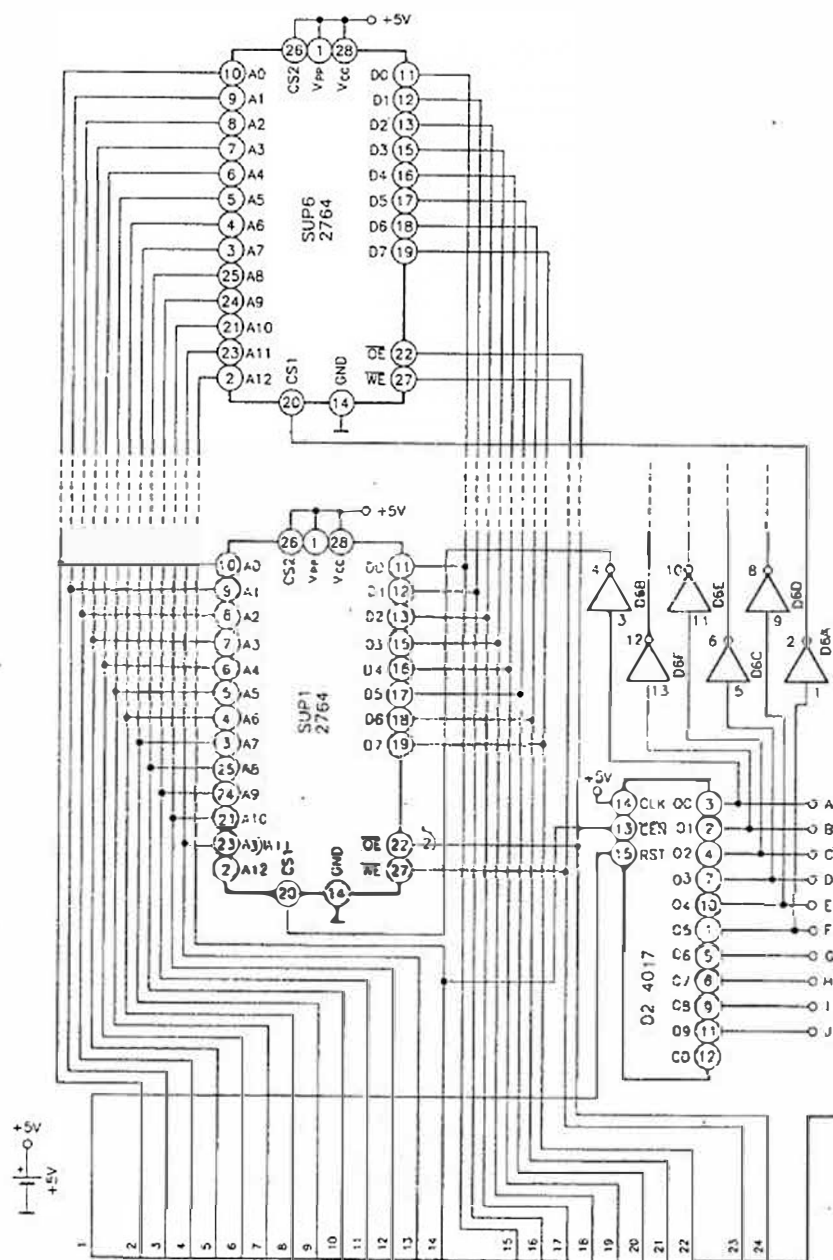


Рис. 3.16: Принципиальная схема платы записи-воспроизведения на UM5100 (1 из 2)

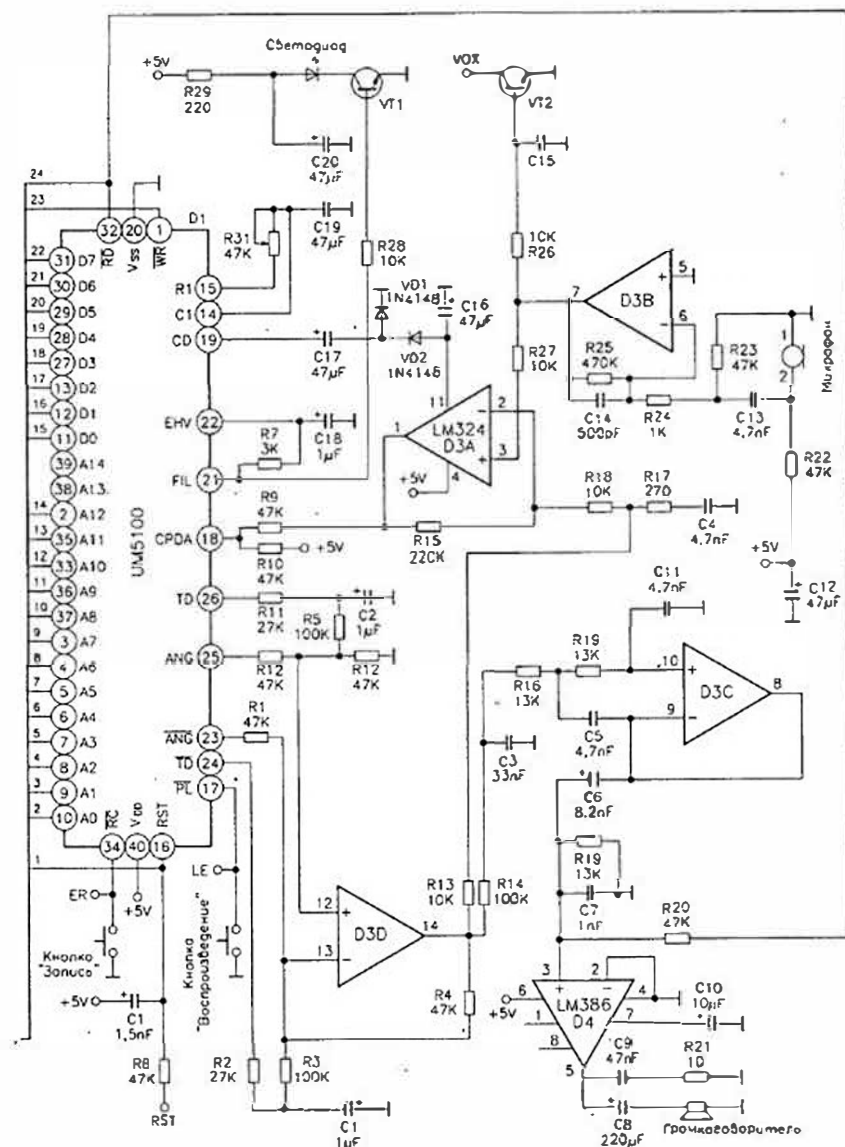


Рис. 3.16: Принципиальная схема платы записи-воспроизведения на UM5100 (2 из 2)

памяти, или по переднему фронту следующей адресной линии. Первый способ позволяет при помощи простого конденсатора, включенного между входом $\overline{\text{PLA}}\overline{\text{U}}$ и последней используемой адресной линией, переходить в режим чтения по окончании записи. Второй способ обеспечивает остановку просто за счет подключения первой неиспользуемой адресной линии к входу $\overline{\text{RESET}}$.

При комбинировании этих двух способов после прохождения полного цикла записи выполняется контрольный цикл чтения; затем все останавливается. Это классический прием, используемый в телефонных автоответчиках. Недостаток данного способа в том, что выделение адресной линии для управления входом $\overline{\text{RESET}}$ в два раза уменьшает объем адресуемой ИС UM5100 памяти – с 32 Кбайт до 16 Кбайт, то есть 128 Кбит (не более чем 16 с звучания хорошего качества, дискретизованного с частотой 8 кГц).

Однако это не должно вызывать беспокойства. Следует всего лишь поставить дополнительный счетчик адресов, каскадно соединенный со счетчиком UM5100. Имеется в виду двоичный счетчик типа 4040, формирующий дополнительные адресные разряды, если необходимо обращаться к корпусам свыше 16 или 32 Кбайт, или десятичный счетчик типа 4017 для переключения нескольких корпусов обычной емкости (8 Кбайт).

Можно получить одинаковый результат при использовании одного единственного ППЗУ 27256 или четырех 2764. Что касается записи звука, то более экономичным представляется использование четырех энергонезависимых микросхем ОЗУ на 8 Кбайт (например, 48Z08 производства фирмы SGS-Thomson), чем одной эквивалентной по объему микросхемы памяти на 32 Кбайт, которая стоит значительно дороже. При этом достаточно предварительно подготовить записи на пленке хорошего качества и аккуратно делать пометки во время четырех последовательных фаз записи в память.

Схема платы, представленная на рис. 3.16, в большой степени учитывает эти соображения. В ней ИС UM5100 объединяется со счетчиком 4017, который переключает шесть банков памяти по 64 Кбит каждый (ППЗУ 2764 или 27C64, ИС КМОП статического ОЗУ типа 6264 или энергонезависимое ОЗУ типа ZEROPOWER 48Z08, которое можно переписывать в ППЗУ). Все микросхемы памяти включены параллельно; они подключаются по очереди посредством линий селекции, сигналы на которые формируются счетчиком 4017 через шесть инверторов 4069. Чтобы задать количество используемых для

Таблица 3.5. Основные конфигурации памяти

Емкость (Кбит)	Длительность при 8 Кбит/с	Длительность при 4 Кбит/с	Длительность при 16 Кбит/с
64	8 с	16 с	4 с
128	16 с	32 с	8 с
192	24 с	48 с	12 с
256	32 с	64 с	16 с
320	40 с	80 с	20 с
384	48 с	96 с	24 с

записи и воспроизведения микросхем памяти, достаточно соединить точку RST ($\overline{\text{RESET}}$) с одной из точек от В до G.

В табл. 3.5 представлены объемы памяти и длительности звучания для трех частот дискретизации, соответствующие различным уровням качества звука (хорошему, среднему и посредственному, но приемлемому).

Конечно, возможно установить все корпуса и использовать все их или только часть (в зависимости от ситуации), можно поставить их меньше шести, а также совместно использовать ППЗУ, статическое ОЗУ и ZEROPOWER в одном и том же устройстве, но при этом должна быть предусмотрена необходимая конфигурация установочных панелек.

Данная схема не использует линии A13 и A14 ИС UM5100, что позволяет удвоить и даже учетверить объем памяти платы посредством использования корпусов по 128 или 256 Кбит. Достаточно лишь добавить шине адресов необходимые линии и управлять счетчиком 4017 не через A12, а через A13 или A14.

Подобное расширение на сегодняшний день слишком дорого. С другой стороны, таким путем можно достичь шести минут звучания телефонного качества с использованием шести ИС 27256. Авторы этого предложения, бесспорно, заслуживают благодарности – в частности, когда дело касается цветомузыкальных приложений.

Остальная часть устройства соответствует рекомендованным УМС схемам применения и содержит детектор звука, позволяющий производить автоматическое включение записи или чтения (соединить точку VOX соответственно с ER или LE). Относительная сложность схемных соединений требует применения двусторонней печатной

платы, хотя при этом необязательно использование металлизированных отверстий. Однако некоторые межслойные переходы предполагают припаивание части элементов с двух сторон.

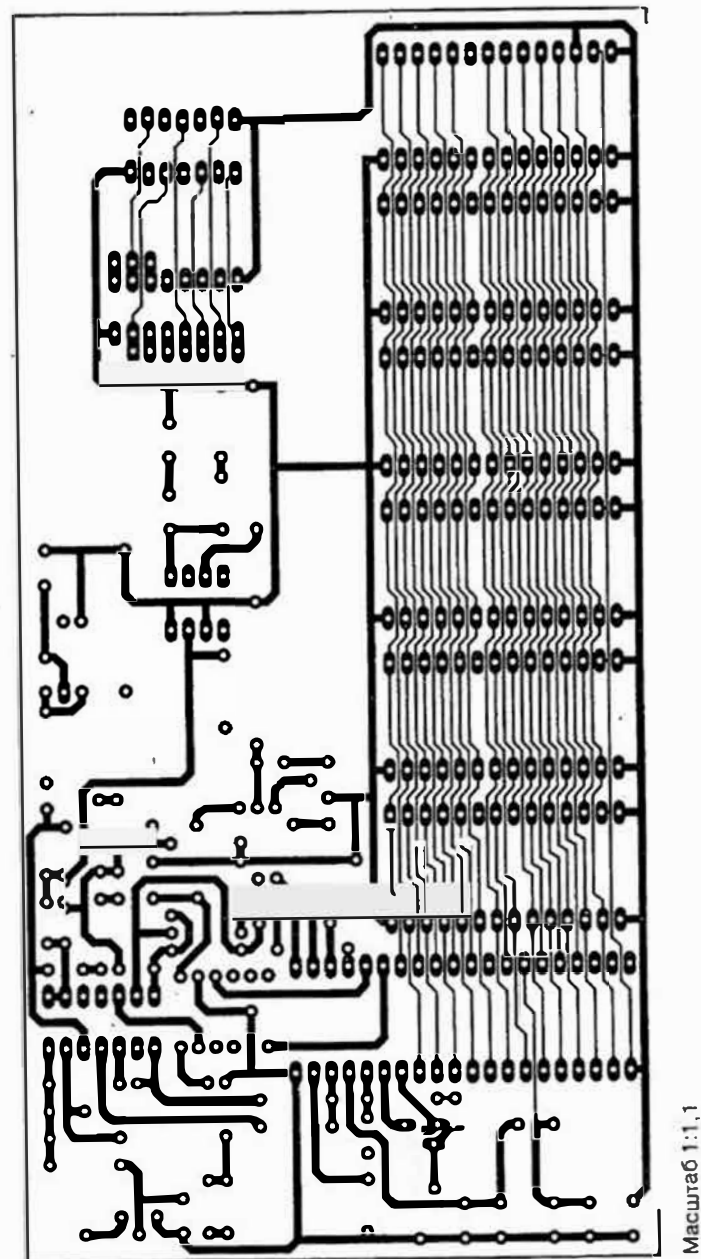
На рис. 3.17 и 3.18 приведена топология двух сторон платы, на рис. 3.19 представлена монтажная схема, а в табл. 3.6 дан перечень элементов. Монтаж требует повышенного внимания, поэтому рекомендуется следить за целостностью проводников и отсутствием короткого замыкания на шинах памяти.

Тестирование устройства предпочтительней начинать с одной-единственной микросхемой памяти, скажем, 6264, размещенной в установочной панельке № 1. При этом, если RST соединен с точкой В, получится эквивалент небольшого магнитофона, который способен записывать и воспроизводить десяток секунд звука. В принципе, это один из вариантов синтезатора звука, уже описанный в книге «Alarme et surveillance a distance» («Сигнализация и слежение на расстоянии»), вышедшей во Франции.

Точная длительность записи (а значит, и качество звука) легко регулируется с помощью небольшого подстроечного резистора, который фиксирует тактовую частоту ИС UM5100. Если проблем в функционировании нет, то второй корпус ставится в панельку № 2 и RST перемещается из точки В в точку С и т.д. до установки всех шести корпусов памяти (RST при этом должен соединиться с G). Конечно, такие переключения точки RST лучше поручить какому-либо устройству вне платы, которое могло бы также управлять включением циклов записи и воспроизведения. В конце концов, использование микроконтроллера или компьютера нелишне на этой стадии; этот вопрос еще будет рассмотрен ниже.

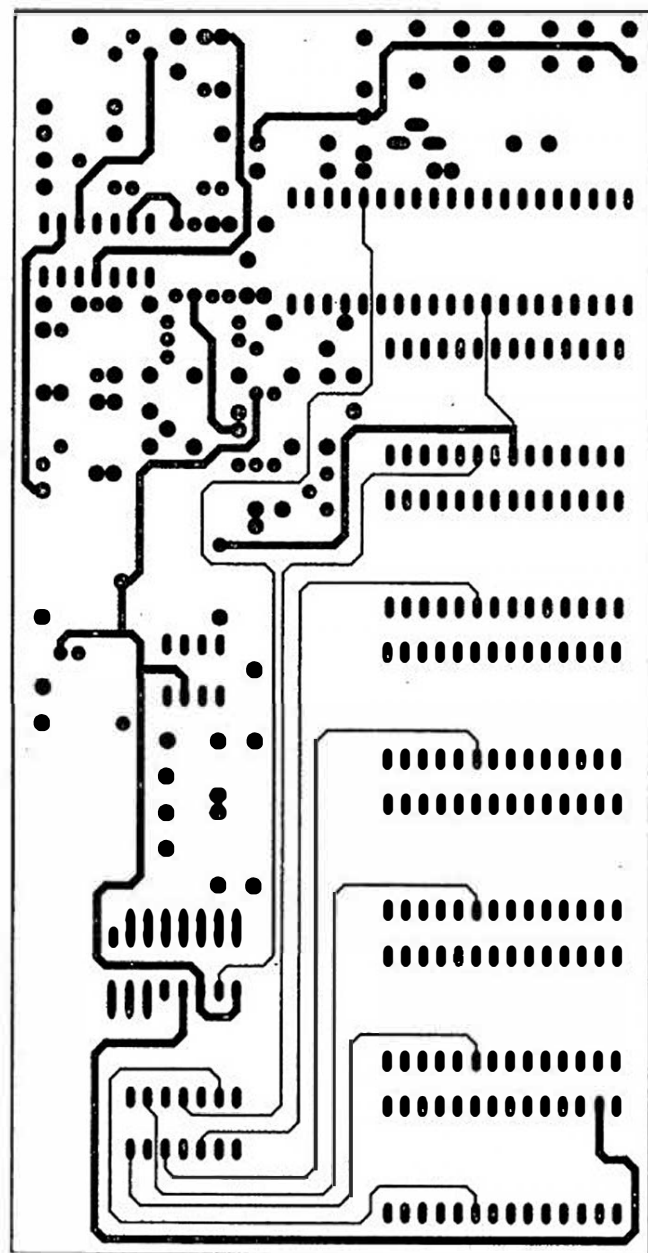
Кроме того, ничто не мешает удалить счетчик 4017 и ИС 4069, связанную с ним. В результате линия A13 ИС UM5100 напрямую соединится с RST. Это позволит использовать программу для выбора между шестью точками. С целью миниатюризации достаточно применять для записи и воспроизведения всего одну микросхему памяти большого объема.

Если немного пофантазировать, можно придумать, как переключать микросхемы памяти в произвольном порядке, даже с повторениями, и таким образом составлять самые разные сообщения. Притом всегда следует помнить о трех типах микросхем памяти, устанавливаемых по отдельности или одновременно на рассматриваемой плате:



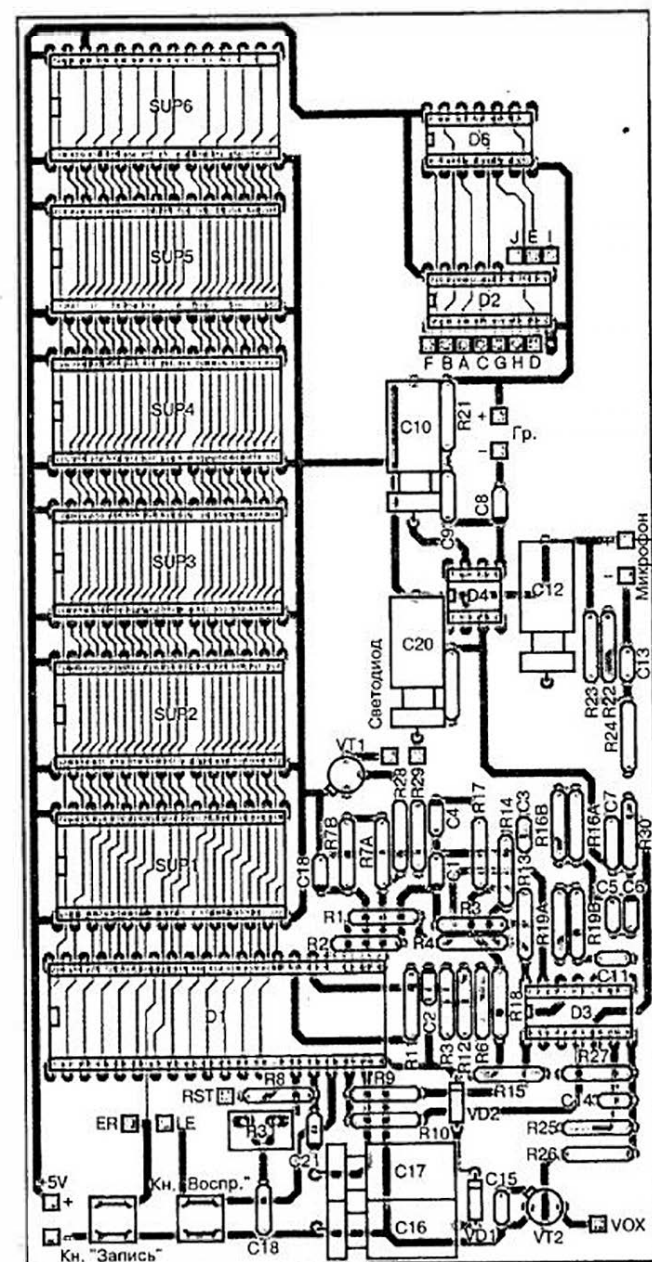
Масштаб 1:1,1

Рис. 3.17. Топология печатной платы со стороны проводников



Масштаб 1:1,1

Рис. 3.18. Топология печатной платы со стороны установки элементов



Масштаб 1:1,1

Рис. 3.19. Монтажная схема платы

Таблица 3.6. Перечень элементов платы записи-воспроизведения на UM5100

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1, R4, R6, R8, R9,		5%, 0,25 Вт
	R10, R12, R20, R22,		5%, 0,25 Вт
	R23	47 кОм	5%, 0,25 Вт
	R2, R11	27 кОм	5%, 0,25 Вт
	R3, R5, R14	100 кОм	5%, 0,25 Вт
	R7	3 кОм (или 3,3 кОм)	5%, 0,25 Вт
	R13, R18, R26, R27,		5%, 0,25 Вт
	R28	10 кОм	5%, 0,25 Вт
	R15	220 кОм	5%, 0,25 Вт
	R16, R19	13 кОм (или 12 кОм)	5%, 0,25 Вт
	R17	270 Ом	5%, 0,25 Вт
	R21	10 Ом	5%, 0,25 Вт
	R24	1 кОм	5%, 0,25 Вт
	R25	470 кОм	5%, 0,25 Вт
	R29	220 Ом	5%, 0,25 Вт
	R30	2,2 кОм	5%, 0,25 Вт
	R31	47 кОм (50 кОм)	Подстроечный резистор
Конденсаторы	C1, C2, C18	1 мкФ	16 В
	C3	33 нФ	
	C4, C5, C11, C13	4,7 нФ	
	C6	8,2 нФ	
	C7	1 нФ	
	C8	220 мкФ	16 В
	C9, C19	47 нФ	
	C10	10 мкФ	16 В
	C12, C16, C17, C20	47 мкФ	16 В
	C15	0,5 нФ	
	C21	1,5 нФ	
Транзисторы	VT1, VT2	2N2222 или BC107	
Интегральные микросхемы	D1	UM5100	
	D2	CD4017B	
	D3	LM324	
	D4	LM386	

Таблица 3.6. Перечень элементов платы записи-воспроизведения на UM5100 (окончание)

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
	D5	См. текст	SUP1 – SUP6
	D6	4069B	
Диоды	VD1, VD2	1N4148	
Прочее	2 кнопки типа D10 Jeaprenaud		
	1 громкоговоритель на 8-16 Ом		
	1 микрофон электретный		
	1 светодиод		

- микросхемы статического ОЗУ (6264) могут использоваться для чтения и записи, но теряют свое содержимое при отключении питания. Такое ЗУ, если оно не стерто и не содержит записи, производит шумоподобный звук, похожий в общем случае на сильное потрескивание;
- микросхемы памяти типа ZEROPOWER (48Z08) функционируют так же, как и микросхемы статического ОЗУ, но при отключении питания не теряют своего содержимого. Однако существует риск, что оно может быть стерто при неудачно проведенной операции записи. Информация из микросхемы без труда копируется в ППЗУ с помощью классического программирующего устройства;
- ППЗУ (2764 или 27C64) программируются только с помощью специального программатора, использующего в качестве шаблона данные ИС 48Z08, записанные на нашей плате. Существует два варианта ППЗУ: перепрограммируемые – в керамических корпусах с окном из кварцевого стекла (содержимое их стирается под действием ультрафиолетовых лучей) и ОТР – в пластмассовом корпусе (их содержимое невозможно стереть, а сама микросхема значительно дешевле).

Незапрограммированное ППЗУ (все биты в состоянии 1) производит сильный свист, в то время как об отсутствии микросхемы в панельке обычно свидетельствуют тишина и постоянно включенный светодиод, индицирующий модуляцию. Таким образом, выбор остается за радиолюбителем и зависит от предполагаемого назначения устройства.

УСТРОЙСТВО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗВУКА НА ИС UM5100

Как было показано выше, существует множество практических применений автономной платы, способной воспроизводить звуки, предварительно оцифрованные и «записанные» в ППЗУ.

ИС UM5100 позволяет перейти к звукам длительностью около минуты; речь идет уже о целых сообщениях, например поясняющих или предостерегающих, которые могут повторяться столь часто, насколько это необходимо. Такая установка, включаемая с помощью контактного переключателя или датчика (в частности, пассивного ИК датчика), применяется в системах сигнализации, торговой рекламе или на выставках.

Другое преимущество этой технологии состоит в том, что она не требует использования компьютера для записи звука и даже магнитофона. Оцифровка звука может производиться непосредственно устройством записи-воспроизведения, о котором говорилось выше.

Схема, представленная на рис. 3.20, максимально использует адресное пространство ИС UM5100, которое составляет 32 Кбайт (15 адресных линий), а следовательно, позволяет непосредственно использовать ИС ППЗУ типа 27256. Можно развить предложенный вариант, если каскадно включить дополнительный счетчик адресов (см. выше), но это не входит в рамки поставленной задачи, поскольку сильно усложнит устройство и значительно увеличит его стоимость. Поэтому в данной схеме конфигурация, предложенная фирмой UMC, производящей UM5100, была сохранена с точностью до нескольких деталей.

Известно, что характеристики активных фильтров очень чувствительны к величинам сопротивлений. Исходя из этого значения сопротивлений фильтра НЧ округлены до наиболее близких стандартных значений с допуском 10%. Чтобы убедиться, правомерно ли такое округление, фильтры от моделированы в программе SPICE.

Схему несколько усложнена по сравнению с базовой. Для управления перезапуском ИС UM5100 по заднему фронту сигнала линии адреса A14, а также при включении питания был использован один элемент И-НЕ. Три оставшихся элемента ИС 74НС00 задействованы для запуска ИС UM5100 положительными и отрицательными импульсами.

Итак, устройство для воспроизведения звука может управляться практически любым способом – в первую очередь, конечно, посредством

механических переключателей, но также и с помощью пассивных ИК детекторов типа MS 02 (SELECTRONIC) или любых других устройств, имеющих выходы с открытым коллектором или ТТЛ (например, речь может идти о секвенсоре или мини-контроллере, подобных тем, которые описаны в главе 2).

Данное устройство реализовано на двусторонней печатной плате, топология обеих сторон платы представлена на рис. 3.21 и 3.22 соответственно.

Монтажная схема устройства воспроизведения звука на UM5100 приведена на рис. 3.23, его внешний вид – на рис. 3.24, а перечень элементов устройства – в табл. 3.7.

Так как требуется произвести несколько паяек со стороны установки элементов, то рекомендуется использовать танговые панельки с 28 и 40 выводами. Для подключения источника питания напряжением 9–12 В, громкоговорителя сопротивлением от 4 до 50 Ом и устройства управления предусмотрены восемь контактных площадок с шагом 5,08 мм.

Есть и регулирующий элемент для изменения скорости чтения памяти, которая должна меняться в зависимости скорости записи звука. Вспомним, что эта регулировка фиксирует одновременно длительность звучания (для заданной емкости памяти), качество и тембр, причем эти параметры могут несколько отличаться при записи и при воспроизведении, что позволяет, в частности, успешно изменять голос.

Выходная мощность зависит от импеданса громкоговорителя и напряжения питания. Она может оказаться вполне достаточной для большинства применений, если используется небольшой акустический центр приемлемого качества. Для некоторых применений выходной уровень может даже казаться излишне высоким. В таком случае достаточно удалить конденсатор C13, чтобы уменьшить усиление LM386.

Поскольку рассматриваемое устройство используется исключительно для воспроизведения, то запись звука должна осуществляться с помощью другого аппарата. Идеальным решением такой задачи может стать устройство записи-воспроизведения, которое было описано выше. «Оцифрованный» звук следует ввести в статическое ОЗУ КМОП типа со встроенной литиевой батареей, а затем его содержимое скопировать в ППЗУ с помощью обычного программирующего устройства.

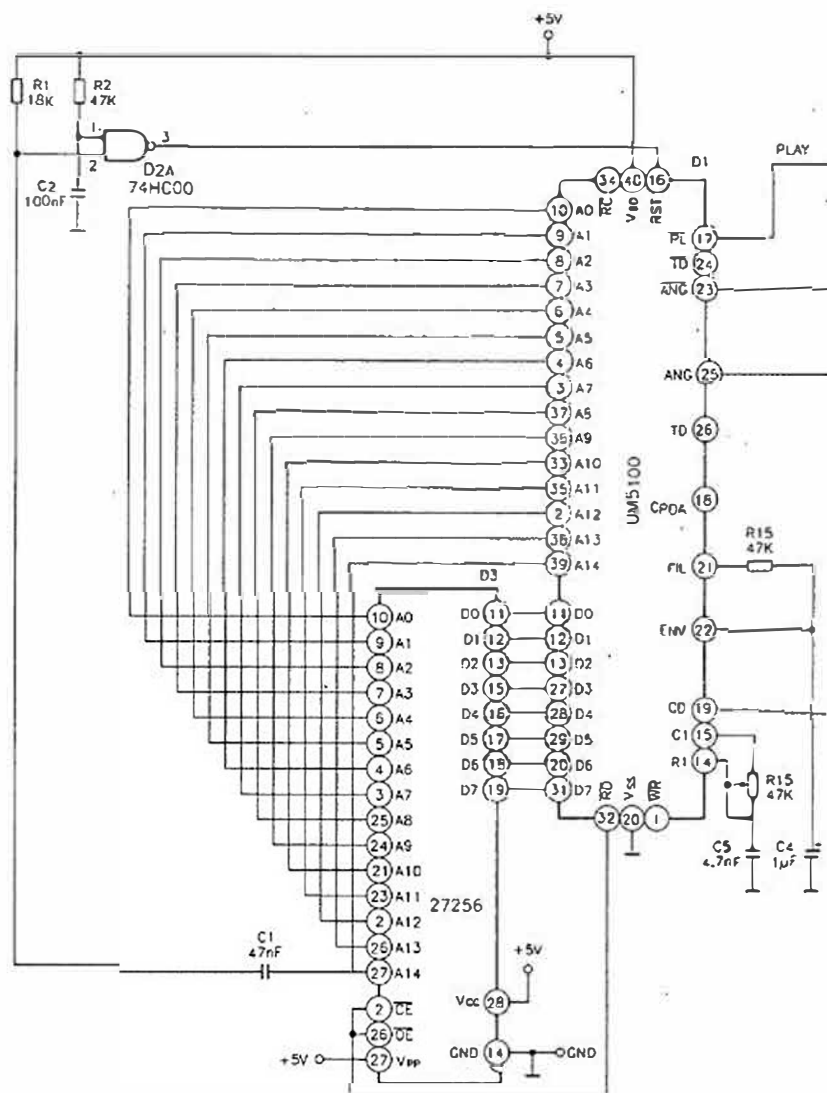


Рис. 3.20. Принципиальная схема
устройства воспроизведения звука на UM5100 (1 из 2)

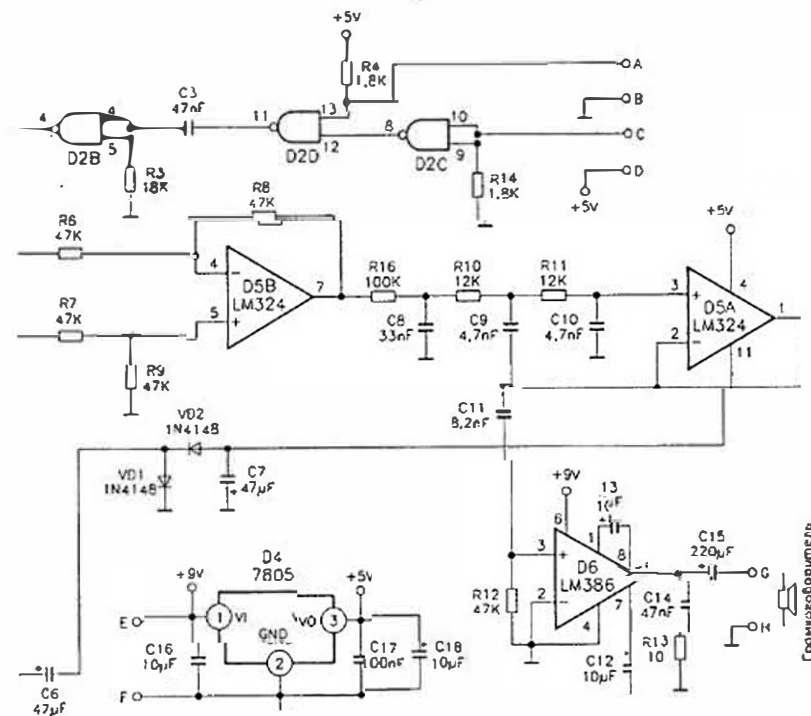


Рис. 3.20. Принципиальная схема
устройства воспроизведения звука на UM5100 (2 из 2)

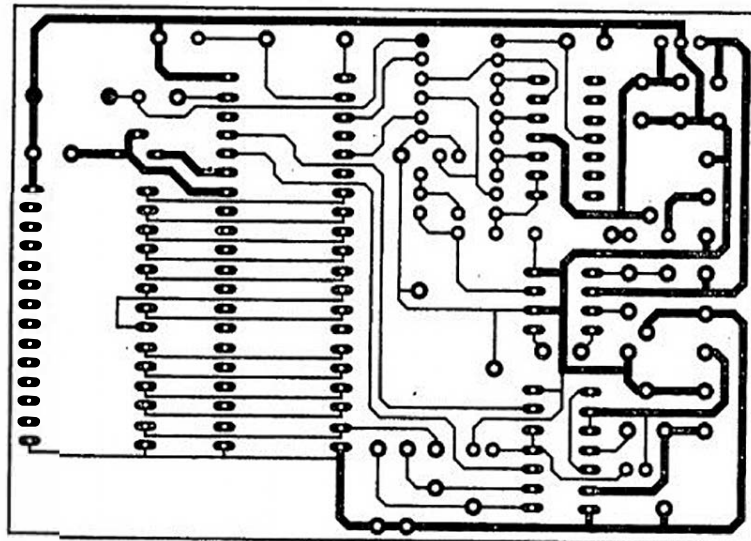


Рис. 3.21. Топология платы устройства воспроизведения на UM5100 со стороны проводников

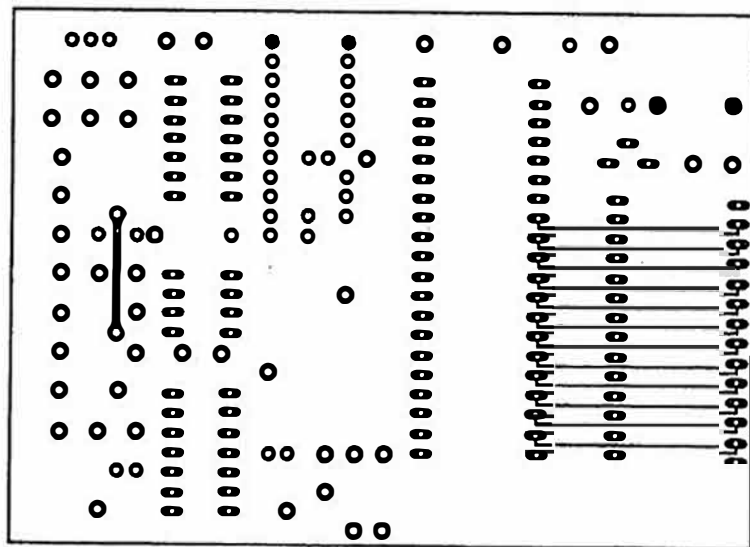


Рис. 3.22. Топология платы устройства воспроизведения на UM5100 со стороны установки элементов

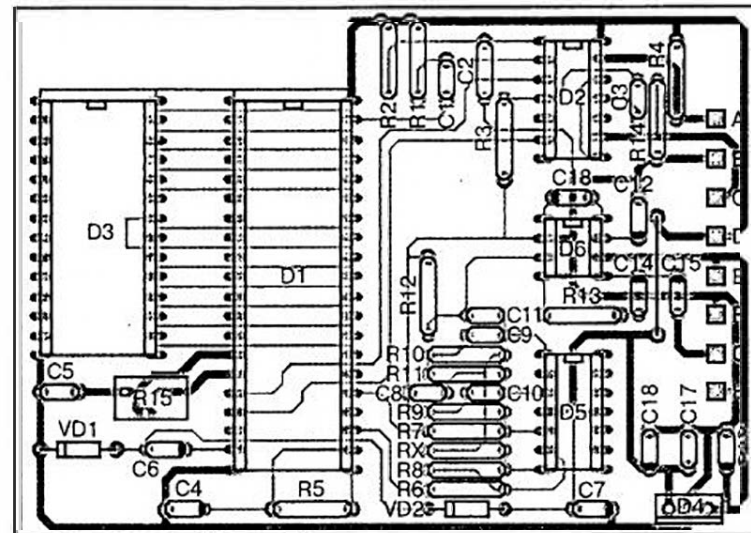


Рис. 3.23. Монтажная схема устройства воспроизведения звука на UM5100

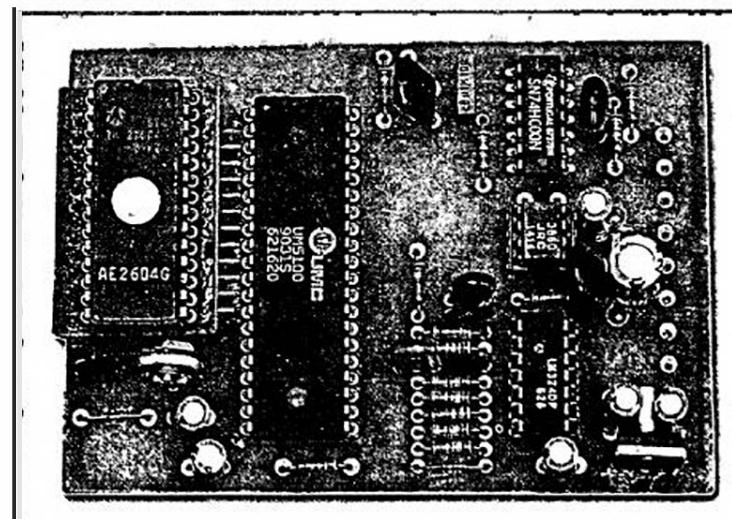


Рис. 3.24. Внешний вид устройства воспроизведения звука

Таблица 3.7. Перечень элементов устройства воспроизведения звука

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	18 кОм	5%, 0,25 Вт
	R2, R6, R7, R8, R9.		
	R12	47 кОм	5%, 0,25 Вт
	R4, R14	1,8 кОм	5%, 0,25 Вт
	R5	3,3 кОм	5%, 0,25 Вт
	R10, R11	12 кОм	5%, 0,25 Вт
	R13	10 Ом	5%, 0,25 Вт
	R15	47 кОм	Подстроенный резистор
Конденсаторы	R16	100 кОм	5%, 0,25 Вт
	C1, C3, C14	47 нФ	
	C2, C17	0,1 мкФ	
	C4	1 мкФ	16 В
	C5, C9, C10	4,7 нФ	
	C6, C7	47 мкФ	16 В
	C8	33 нФ	16 В
	C11	8,2 нФ	
Интегральные микросхемы	C12, C13, C16, C18	10 мкФ	16 В
	C15	220 мкФ	16 В
	D1	UM5100	
	D2	74HC00	
	D3	27C256 или 27256	Программируется
	D4	7805	Стабилизатор напряжения +5 В
	D5	LM324	
	D6	LM386	
Диоды	VD1, VD2	1N4148	

Поскольку рассмотренная схема вмещает до шести корпусов по 8 Кбайт, то нет ничего проще, чем снабдить ее четырьмя МК48Z08 (производства фирмы SGS-Thomson) или BQ 4010 (производства фирмы Benchmarq).

При небольшой модификации платы – подводки линий A13 и A14 ИС UM5100 к установочной панельке микросхемы памяти – появляется возможность использовать одну ИС типа BQ4011. Это энергонезависимая микросхема памяти на 32 Кбайт, выпускаемая фирмой

Benchmarq. Она соответствует ИС 27256, применяемой в рассматриваемом устройстве, что облегчает перезапись информации в ППЗУ.

Кроме того, в данной ИС есть специальный элемент, который вводит в действие встроенную батарейку лишь после первого подключения к напряжению питания. Таким образом обеспечивается максимальная надежность работы ИС даже после длительного (до десяти лет) хранения.

Как и все статические ОЗУ на 32 Кбайт, 3У BQ4011 имеет систему выводов (рис. 3.25), несколько отличную от ИС 27256 (рис. 3.26). Следовательно, нельзя поставить напрямую ИС BQ4011, содержащую закодированный звук, в рассматриваемое устройство воспроизведения. Поскольку представляется целесообразным контрольное воспроизведение звука с ИС BQ4011 перед прошивкой ППЗУ (особенно если речь идет о записи в однократно программируемое ППЗУ), здесь предусмотрен адаптер, схема которого приведена на рис. 3.27. Его можно выполнить на небольшой печатной плате, чертеж которой представлен на рис. 3.28, а монтажная схема – на рис. 3.29.

Установочная панелька с 28 контактами для BQ4011 размещается на плате со стороны печати, а две вилки с 14-ю контактами каждая устанавливаются обычным способом на стороне компонентов.

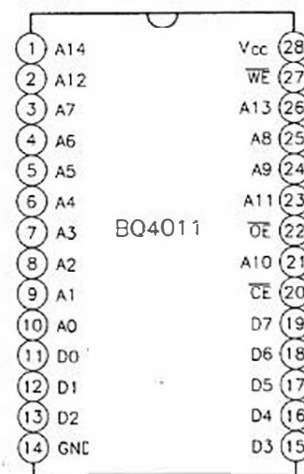


Рис. 3.25. Система выводов энергонезависимой микросхемы памяти BQ4011



Рис. 3.26. Система выводов ППЗУ 27256

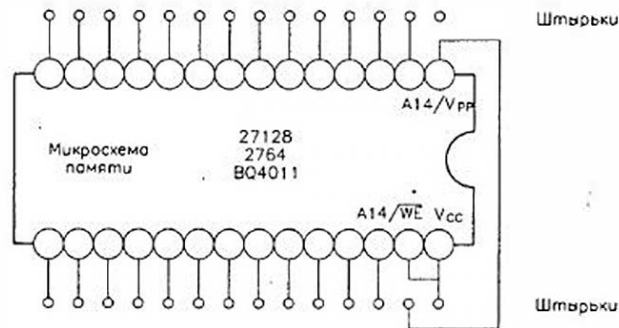


Рис. 3.27. Схема адаптера для микросхемы BQ4011

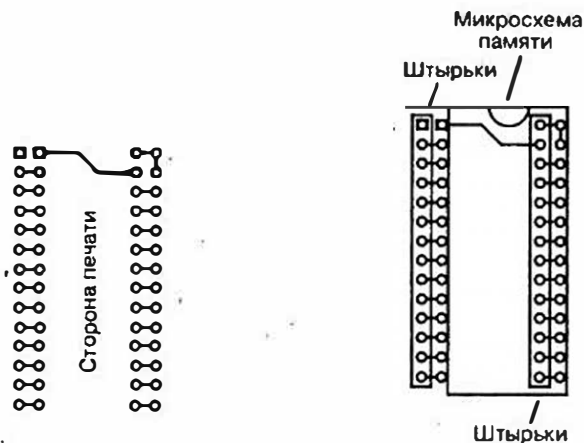


Рис. 3.28. Топология платы адаптера для ЗУ BQ4011

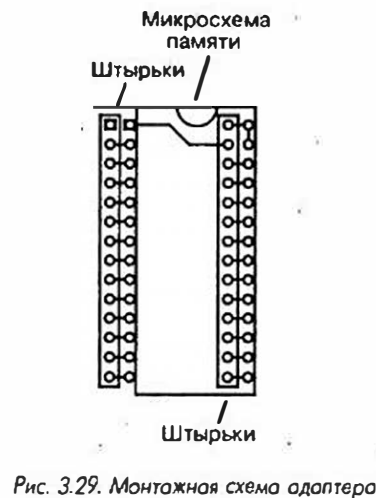


Рис. 3.29. Монтажная схема адаптера

Хотя адаптер создан с целью подключения к устройству воспроизведения звука микросхемы памяти BQ4011, он может также использоваться для «прослушивания» ППЗУ 27128 и 2764, которые будут считываться соответственно два и четыре раза. Это может представлять интерес при необходимости повторения звуковых сообщений.

На рис. 3.30 показано, как следует подключать кнопки запуска к устройству и как соединять с ним пассивный ИК датчик MS02. Он получает питание от пятивольтового стабилизатора рассматриваемого устройства, а следовательно, не требует отдельного источника

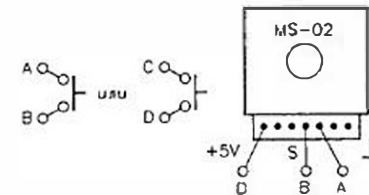


Рис. 3.30. Подключение датчика MS02

питания. Даже без линз Френеля радиус его действия достаточен, чтобы включить передачу записанного звука в момент появления объекта перед системой. Поэтому логично поместить датчик, скажем, в корпусе громкоговорителя, где также целесообразно расположить и основную плату.

Так можно создать компактное устройство, которое остается дополнить небольшим сетевым блоком питания, обеспечивающим напряжение от 9 до 12 В.

СИНТЕЗАТОР РЕЧИ НА ИС UM5100

ИС UM5100 нельзя назвать настоящим синтезатором речи. Скорее, это бескинематический магнитофон, задача которого состоит в записи и последующем воспроизведении реальных звуков, а вовсе не в их создании из отдельных элементов. Тем не менее можно воспользоваться данной ИС для построения фраз из набора записанных слов. Даже если используемый словарный запас невелик, она окажется полезной, например, для применения в устройствах типа говорящих часов или речевого мультиметра.

Недорогая плата, которая будет рассмотрена ниже, позволяет проверить на практике вышеописанную технологию. Устройство выполняется в виде платы-приставки, подключаемой к разъему CENTRONICS мини-компьютера, PC-совместимого или даже бытового. Чтобы достичь определенного результата, сначала потребуется записать все необходимые слова, а затем обратиться к программному обеспечению, способному вызывать их в заданном порядке.

Для многих приложений достаточно ограниченного набора коротких слов, которые, однако, должны группироваться по-разному. Это особенно заметно при использовании речевого синтезатора цифровых значений в разных случаях: для озвучивания времени, результатов измерений, телефонного номера и т.д. Относительно несложный анализ говорит, что для указанных целей достаточно 32 или даже 16 слов,

длительность которых не превышает 1 с. Если исходить из расчета, что для воспроизведения речи с приемлемым качеством достаточно потока данных 5 Кбит/с, то получается, что ИС ППЗУ 2764 может содержать 16 слов по 750 мс, а ППЗУ типа 27128 – 32 слова. С помощью 27256 легко удвоить число слов или повысить качество воспроизведения звука. ИС ППЗУ типа 27512 позволяет обеспечить и то, и другое.

В табл. 3.8 приведен пример словарного запаса, адаптированного к указанной емкости памяти и вполне подходящего для речевой передачи результатов измерений по радио или телефону. Нескольких небольших изменений будет достаточно, чтобы адаптировать этот словарь, к примеру, для программы «говорящие часы».

Естественно, каждому слову должна соответствовать четко определенная часть памяти синтезатора – одна шестнадцатая ППЗУ 2764 или одна тридцать вторая ИС 27128. Четыре адресных бита выделяют одно слово из шестнадцати, а пять бит – одно слово из тридцати

Таблица 3.8. Пример словарного запаса

0	ZERO (ноль) ¹	SEIZE (шестнадцать)
1	UN (один)	VINGT (двадцать)
2	DEUX (два)	TRENTE (тридцать)
3	TROIS (три)	QUARANTE (сорок)
4	QUATRE (четыре)	CINQUANTE (пятьдесят)
5	CINQ (пять)	SIXANTE (шестьдесят)
6	SIX (шесть)	CENT (сто)
7	SEPT (семь)	MILLE (тысяча)
8	HUIT (восемь)	ET (и)
9	NEUF (девять)	VIRGULE (запятая)
10	DIX (десять)	CHANGER (изменить)
11	ONZE (одиннадцать)	CAJIBRE (калибр)
12	DUOZE (двенадцать)	VOLT (вольт)
13	TREIZE (тринадцать)	MILLI (милли)
14	QUATORZE (четырнадцать)	DEGRE (градус)
15	QUINZE (пятнадцать)	MOINS (минус)
	2764	2764
	27128	

¹ Нормированные длительности соответствуют французским словам. – Прим. ред.

двух. Поэтому речь пойдет о четырех или пяти адресных линиях старших разрядов адресов памяти, что разрешает ИС UM5100 адресовать девятью младшими разрядами область памяти в 512 байт, приходящуюся на каждое слово.

Конфигурация схемы, в которой ИС UM5100 работает только в режиме чтения (см. рис. 3.31), значительно проще, чем схема, реализующая режимы записи-чтения.

ИС UM5100 адресует память посредством линий A0 – A8.

Разряды с A9 по A12 (ППЗУ 2764) или с A9 по A13 (ППЗУ 27128) поступают в память с буферного регистра 74HC373. Его входы подключены к разъему CENTRONICS мини-компьютера. Таким образом, вызов каждого слова производится путем вывода из компьютера через порт принтера одного из кодов некоторого набора. Комбинированием фраз можно полностью управлять с помощью программного обеспечения.

С компьютера на плату подается информация из четырех-пяти бит, обозначающих необходимое слово (код). Эта передача сопровождается отрицательным импульсом на линии STROBE который позволяет запомнить информацию в 74HC373. В ответ плата выдает сигнал высокого уровня на линию BUSY (вывод 11). Высокий уровень удерживается в течение генерации платой текущего слова и таким образом сигнализирует компьютеру о запрете передачи следующего кода. Следующее слово может быть вызвано только тогда, когда напряжение на линии BUSY переключится в низкий уровень. Переключение сопровождается коротким импульсом на линии ASK (вывод 10).

Создание устройства не представляет особых сложностей. Достаточно изготовить одностороннюю печатную плату, представленную на рис. 3.32, и смонтировать ее в соответствии с монтажной схемой, приведенной на рис. 3.33, не забыв о перемычках. Перечень элементов дан в табл. 3.9.

Разъем интерфейса CENTRONICS, тип которого зависит от мини-компьютера, припаивается к концу десятижильного плоского кабеля. Желательно, чтобы он не был слишком длинным. Поскольку в плате предусмотрено использование ИС стабилизатора 7805, то величина напряжения питания не является критическим параметром: в принципе, оно может выбираться в пределах 9–12 В.

Так как данная плата предназначена исключительно для воспроизведения звука, то запись необходимого словарного запаса должна производиться с помощью платы записи-воспроизведения, описанной выше. Как обычно, потребуется произвести запись в память

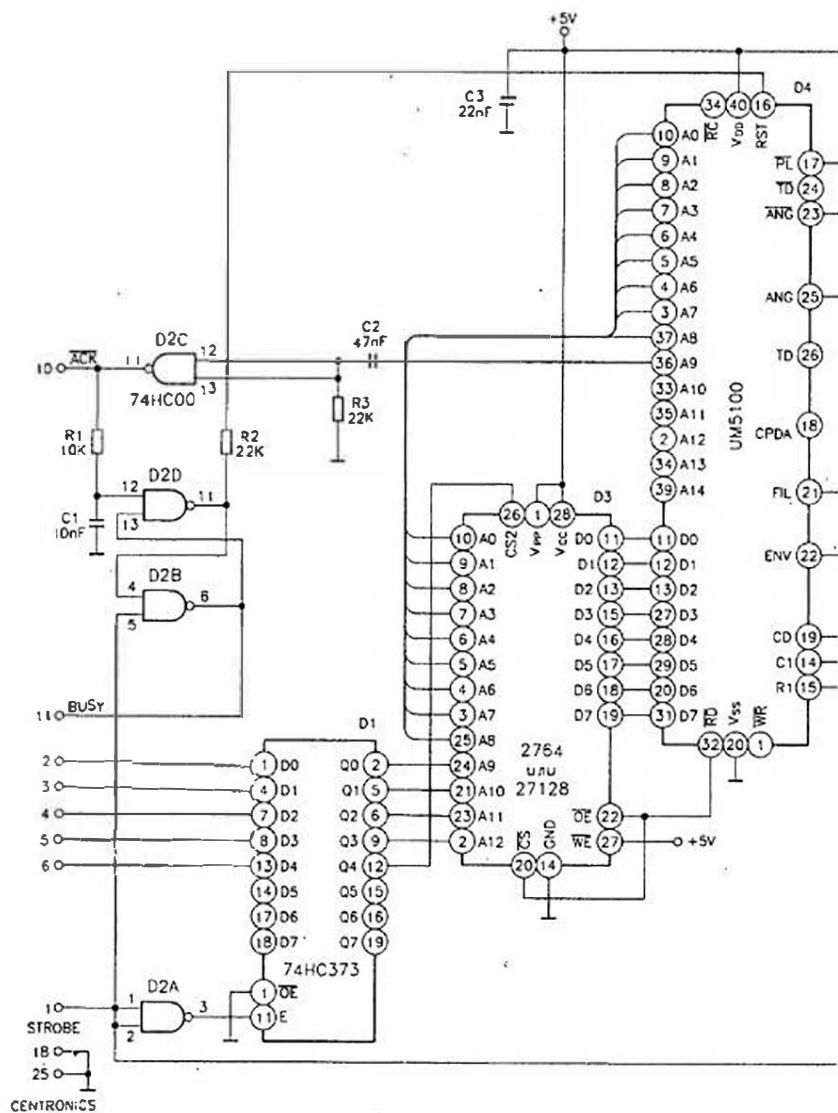


Рис. 3.31. Принципиальная схема речевого синтезатора на ИС UM5100 (1 из 2)

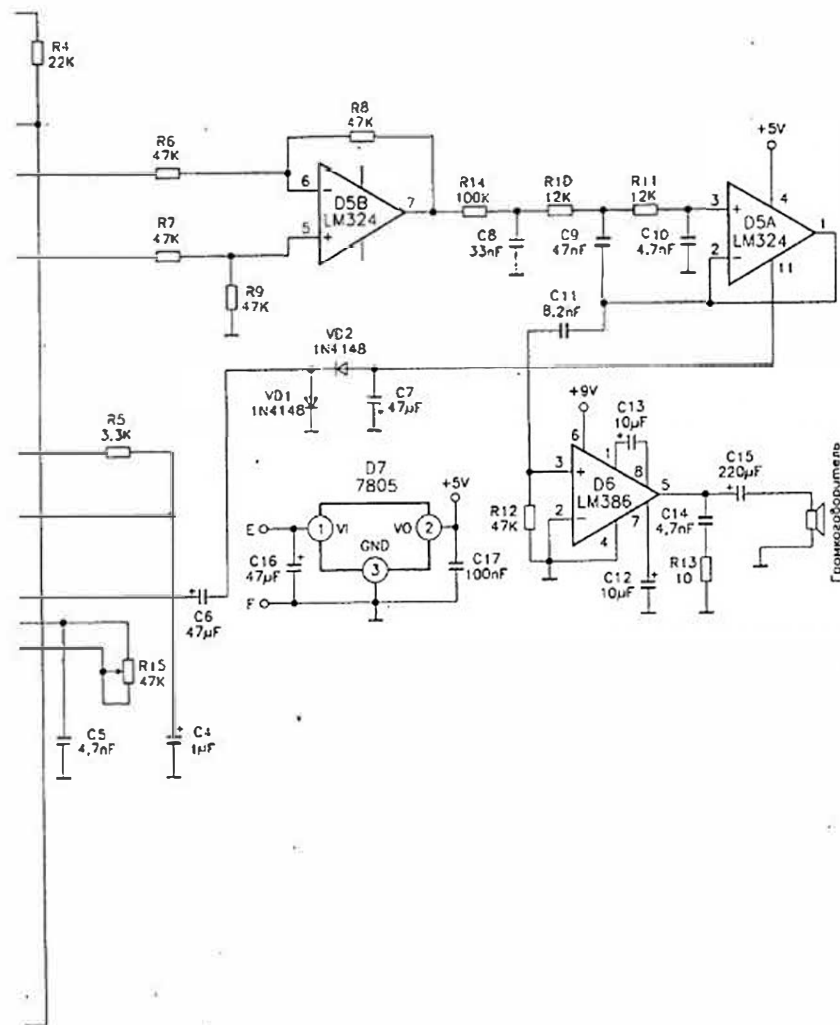


Рис. 3.31. Принципиальная схема речевого синтезатора на ИС UM5100 (2 из 2)

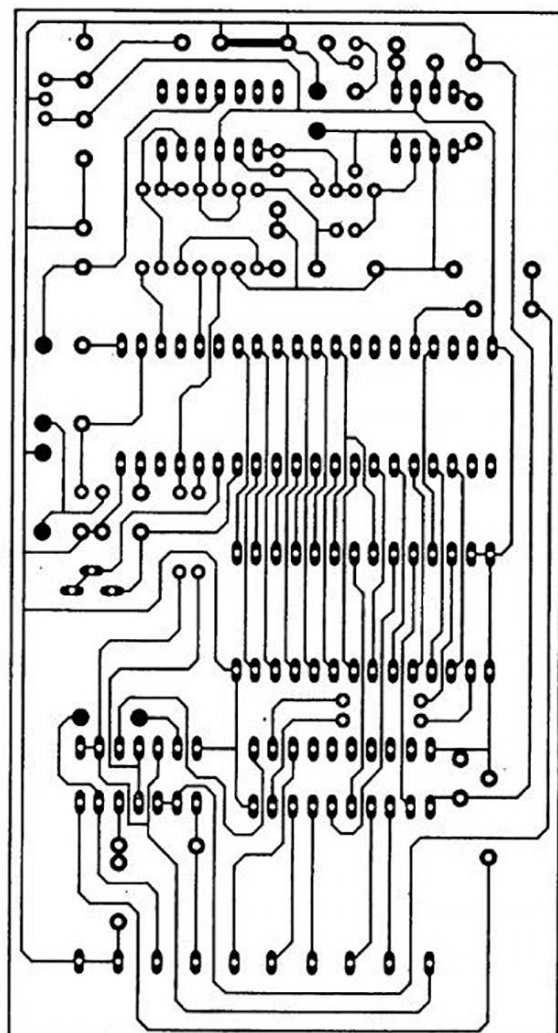


Рис. 3.32. Топология платы синтезатора речи на ИС UM5100

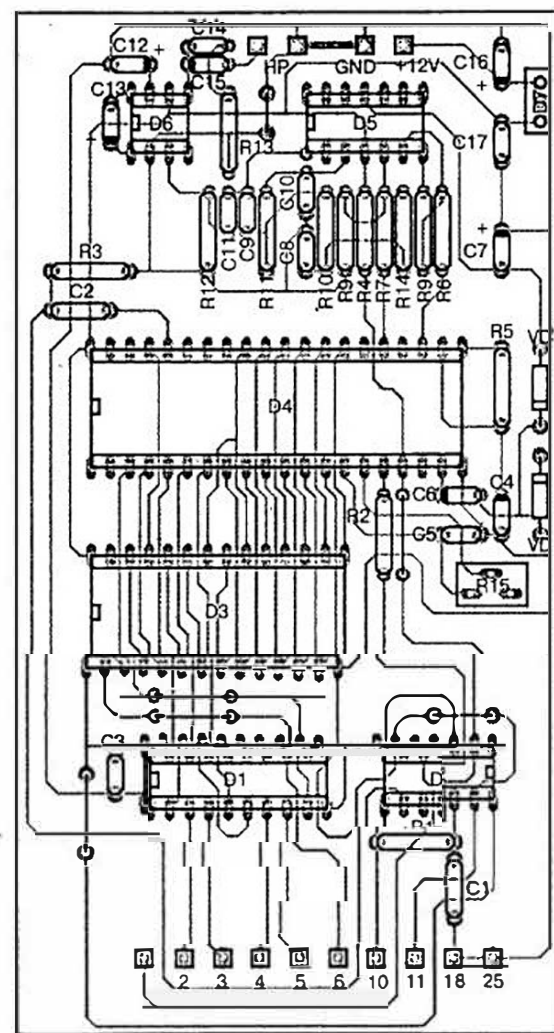


Рис. 3.33. Монтажная схема синтезатора речи на ИС UM5100

Таблица 3.9. Перечень элементов синтезатора речи на ИС UM5100

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	10 кОм	5%, 0,25 Вт
	R2 – R4	22 кОм	5%, 0,25 Вт
	R5	3,3 кОм	5%, 0,25 Вт
	R6 – R9	47 кОм	5%, 0,25 Вт
	R10, R11	12 кОм	5%, 0,25 Вт
	R12	47 кОм	5%, 0,25 Вт
	R13	10 Ом	5%, 0,25 Вт
	R14 (Rx)	100 кОм	5%, 0,25 Вт
	R15	10 кОм	Подстроечный резистор
Конденсаторы	C1	10 нФ	
	C2, C9	47 нФ	
	C3	22 нФ	
	C4	1 мкФ	16В
	C5, C10, C14	4,7 нФ	
	C6, C7, C16	47 мкФ	
	C8	33 нФ	
	C11	8,2 нФ	
	C12, C13	10 мкФ	
	C15	220 мкФ	16 В
Интегральные микросхемы	D1, D2	74НС373	
	D2	74НС00	
	D3	2764 или 27128 (см. текст)	
	D4	UM5100	
	D5	LM324	
	D6	LM386	
	D7	7805	Стабилизатор напряжения +5 В
Диоды	VD1, VD2	1N4148	

ZEROPOWER (микросхема памяти с произвольным доступом, со встроеной литиевой батареей) типа MK 48Z08 (производства фирмы SGS-Thomson), а затем при помощи программатора переместить ее содержимое в ППЗУ 2764 или в половину ППЗУ 27128. При

необходимости следует произвести повторную запись звука, чтобы заполнить вторую половину 27128.

Удобно сразу записать все шестнадцать слов, занимающих 8 Кбайт. Во избежание расхождений рекомендуется установить небольшой метроном в виде светодиода, подключенного через сопротивление 1 кОм к адресной линии A9 (вывод 36) ИС UM5100 записывающего устройства. Первое слово произносится при нажатии на кнопку записи, а каждое последующее – сразу после каждого включения или отключения светодиода. Нескольких упражнений будет достаточно для того, чтобы полностью освоить эту несложную «гимнастику».

Работу устройства можно оценить только тогда, когда оно подключено к мини-компьютеру. Если такой возможности нет, то код слова задается соединением каждого из входов данных (2, 3, 4, 5, 6) с «землей» или с напряжением +5 В, а для вызова слова кратковременно заземляется вход STROBE (контакт 1 разъема).

На языке Basic следует произвести тестирование, выполняя для этого несколько команд

```
LPRINT CHR$(N);
```

но необходимо быть готовым к нежелательной выдаче кодов со значениями 10 или 13 (перевод строки и возврат каретки) в зависимости от типа машины.

На PC-совместимых компьютерах можно напрямую вести диалог с портом LPT1, пользуясь при этом небольшой программой, листинг которой приведен ниже. Она служит для произнесения первых шестнадцати слов из словарного запаса платы; иными словами, ее действие сводится к счету от 0 до 15.

```
10 FOR F=0 TO 15
20 REM -- CHIFFRES --
30 B=INP(889)
40 IF (B AND 128)<>128 THEN 30
50 OUT 888, F
60 OUT 890, 1
70 OUT 890, 0
80 REM (c)1991 Patrick GUEULLE
90 NEXT F
```

Впоследствии потребуется написать программу, специально адаптированную к создаваемому приложению. Она будет заниматься группированием всевозможных слов, необходимых для передачи

заданных фраз. Конечно, подключение к мини-компьютеру – всего лишь один из примеров многообразного практического применения такой платы.

Особенно интересно использование микроконтроллера для создания полностью автоматической говорящей системы. Можно выявить интересные конфигурации использования платы совместно с программируемым ссвенсором и мини-контроллером (см. главу 2).

1	Программируемые компоненты широкого применения	7
2	Программируемые контроллеры	11
3	Применение синтезаторов звука	37

4 УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИП-КАРТ

Устройство для подключения чип-карт	94
Мини-устройство для чтения телекарт	97
Построение электронных замков с помощью телекарт	105
Адаптер для чип-ключа	110
Электронный замок на ЭСППЗУ	113
Электронный ключ на базе чипа от телекарты	131

5	Применение ИС ПЛМ	141
6	Приложения	157

Чип-карты все шире применяются в целой гамме «тонких» приложений, например в качестве устройства, которое используется как средство оплаты или контроля доступа. Нередко они являются настоящими «электронными крепостями», способными надежно хранить свои секреты. Данное утверждение истинно в отношении карт самого высокого уровня со встроенным микропроцессором. На дешевые одноразовые карты (в частности, предоплаченные телефонные – телекарты) оно не распространяется. Это и было показано в книге «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор».

Тот факт, что с содержимым чип-карты достаточно легко ознакомиться или записать что-нибудь в ее память, никоим образом не ставит под сомнение ее надежность и неприкосновенность настоящих «электронных денег». В конце концов, нет ничего секретного в памяти телекарты.

Чтобы повторно зарядить использованную карту, требуется обнулить некоторые биты, что в данном случае (память типа ППЗУ) можно осуществить лишь посредством полного стирания. Однако чип защищен специальным пластиком, который совершенно непроницаем для ультрафиолетовых лучей, хотя иногда кажется прозрачным. Если некий «электронный пират» найдет средство стереть содержимое чипа, ему все равно не удастся восстановить зону изготовителя: 96 бит надежно защищены от записи посредством разрушения в заводских условиях внутреннего предохранителя. Поэтому после стирания информации карта станет совершенно непригодной для использования.

Тем не менее было бы интересно попрактиковаться на подобном материале. Конечно, технологии, с которыми предстоит работать, защищены соответствующими лицензиями, и, следовательно, не может идти и речи об использовании нижеописанных устройств в коммерческих целях. В то же время, по мнению автора, ничто не запрещает собрать их и затем пользоваться в экспериментальных целях. Между делом заметим, что каждая использованная телекарта уже внесла плату в счет упомянутых лицензий.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЧИП-КАРТ

Чтобы свободно работать с чип-картой, необходимо соответствующее устройство для ее подключения (картоприемник), способное обеспечить доступ к восьми контактам микромодуля, или чипа. При этом нельзя допускать каких-либо повреждений карты. Ее размещение в устройстве для подключения не должно вызывать затруднений.

Известно, что рынок чип-карт в последнее время развивается очень быстро; многочисленные изготовители картоприемников занялись исследованием этого процесса. В частности, разрабатывается стандарт, гарантирующий определенный уровень взаимозаменяемости подобных элементов.

Совсем недавно картоприемники поставлялись только серийным производителям карт и только в больших количествах. Однако теперь картоприемники хорошего качества можно приобрести в розницу в фирме Selectronic. В схемах, которые рассматриваются ниже, применяются именно такие устройства – надо отметить, что они практически незаменимы.

Для удобства использования картоприемников в самых разнообразных приложениях (например, в замках с чип-картами, обеспечивающих определенный уровень безопасности) была разработана небольшая плата, позволяющая подсоединять практически любое устройство к картоприемнику. Это осуществляется при помощи простого плоского кабеля с десятью проводками, снабженного разъемами HE10.

На рис. 4.1 представлен чертеж односторонней печатной платы. В ней необходимо просверлить отверстия диаметром 1 мм (диаметр крепежных отверстий должен быть 2,5 мм).

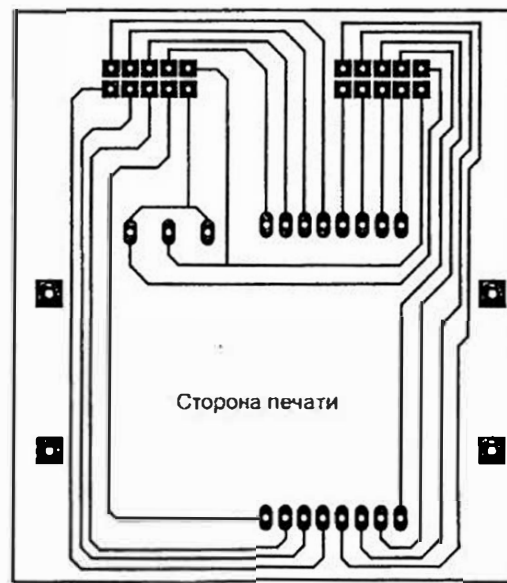


Рис. 4.1. Топология печатной платы устройство для подключения карт

Из монтажной схемы, приведенной на рис. 4.2, следует, что для плоского кабеля предусмотрены два разъема: один соответствует картам стандарта AFNOR, имеющим смещение микромодуля от центра, а другой – чип-картам стандарта ISO с расположением по центру (например, карты параметра PIAF). Картоприемники имеют два набора отличающихся друг от друга контактных щеток для двух различных типов карт.

В качестве разъемов используются вилки с квадратными штырьками прямой или угловой формы. Последние, благодаря имеющимся у них специальным выступам (конструктивным ключам), не дают возможности неправильно подсоединить кабельные розетки.

Кабель, строение которого показано на рис. 4.3, служит для соединения рассматриваемого устройства со схемами, использующими стандартные компоненты. Контакты обоих разъемов HE10 кабеля должны быть включены параллельно; необходимо следить за тем, чтобы не произошло смещения в момент подключения плоского кабеля к разъему. С этой целью можно использовать тиски, имеющие гладкие губки или снабженные дополнительными алюминиевыми губками.

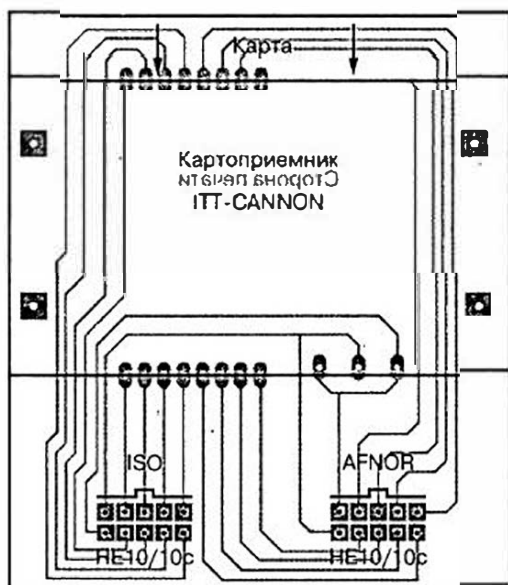


Рис. 4.2. Монтажная схема печатной платы устройство для подключения карт

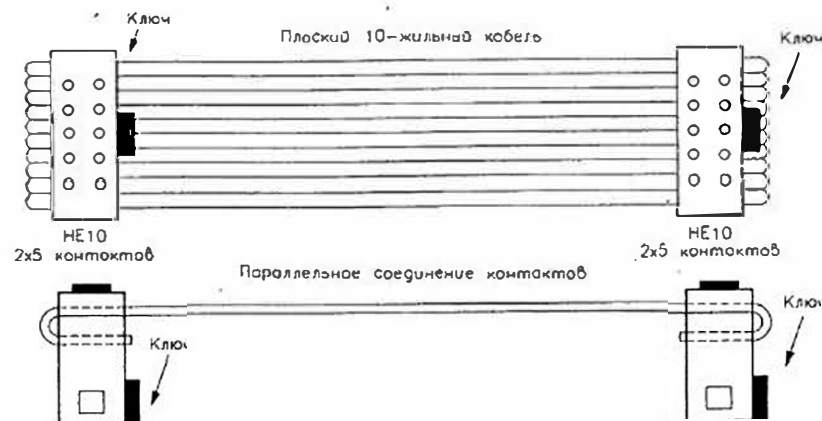


Рис. 4.3. Строение кабеля

Восемь из десяти проводов кабеля соответствуют контактам микромодуля (чип-карты), а два последних обеспечивают доступ к микроконтакту, позволяющему обнаружить присутствие карты в картоприемнике. Эти контакты могут быть использованы для подачи напряжения на устройство чтения карты.

На рис. 4.4 показано соответствие между расположением контактов на микромодуле и выводами разъемов HE10. Номера контактов выбраны не случайно: они соответствуют стандарту ISO на чип-карты.



Рис. 4.4. Соответствие между выводами

МИНИ-УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЧТЕНИЯ ТЕЛЕКАРТ

В книге «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор», помимо детального рассмотрения алгоритмов чтения и записи в телекартах, содержатся полные схемы устройств для их программирования и чтения, которые полностью совместимы со схемами, приведенными ниже. Тем не менее в данной книге было решено начать с представления упрощенного устройства для чтения,

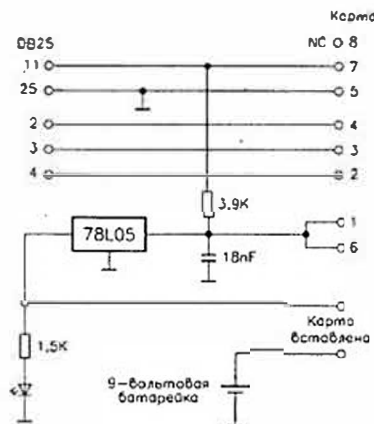


Рис. 4.5. Схема устройство для чтения карт

позволяющего прочитать любую телекарту при помощи РС-совместимого компьютера.

Последующие устройства будут запрограммированы именно на основании данных, которые собраны таким образом; при этом не возникает необходимости вести запись в карты.

Схема на рис. 4.5 показывает, что устройство предназначено для подключения к порту принтера (CENTRONICS) РС-совместимого компьютера или компьютера другого типа.

Помимо выполнения роли источника питания карты, формирующе-

го напряжение +5 В от девятивольтовой батарейки, рассматриваемое устройство служит для подключения пяти линий интерфейса CENTRONICS через контакты разъема DB25 к соответствующим щеткам картоприемника.

В схеме предусмотрен светодиод, показывающий наличие вставленной карты; одновременно он может сигнализировать о том, что батарейка разряжается.

Табл. 4.1 и рис. 4.6 устанавливают соответствие между номерами контактов разъема DB25, сигналами интерфейса CENTRONICS, контактами чип-карты по стандарту ISO, сигналами

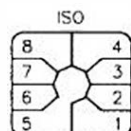


Рис. 4.6. Нумерация выводов микро модуля телекарты

Таблица 4.1. Соответствия между выводами и сигналами

DB25	CENTRONICS	ISO	Телекарта	NMC9306
11	BUSY	7	S	D0
18-25	GND	5	GND	GND
2	D0	4	RAZ	CS
3	D1	3	H	SK
4	D2	2	W	DI
Vcc (+5 В)		1	Vcc	Vcc
Vcc (+5 В)		6	Vpp	N.C.
N.C.		8	FUSIBLE	N.C.

телекарты, а также сигналами ИС ЭСППЗУ типа NMC9306, использование которой будет рассмотрено ниже.

Печатная плата, топология которой представлена на рис. 4.7, была разработана специально для использования корпуса HEILAND HE222. Его конструкция позволяет довольно точно совместить прорезанный в нем шлиц для вставки телекарты со шлицом картоприемника (проделать шлиц можно с помощью дисковой фрезы).

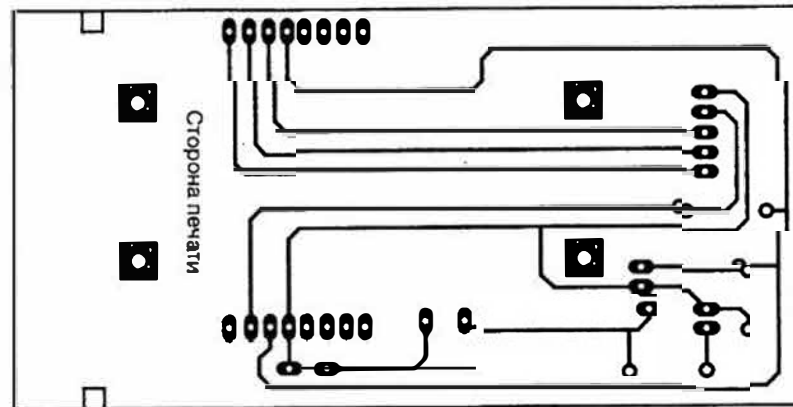


Рис. 4.7. Топология печатной платы устройства для чтения карт

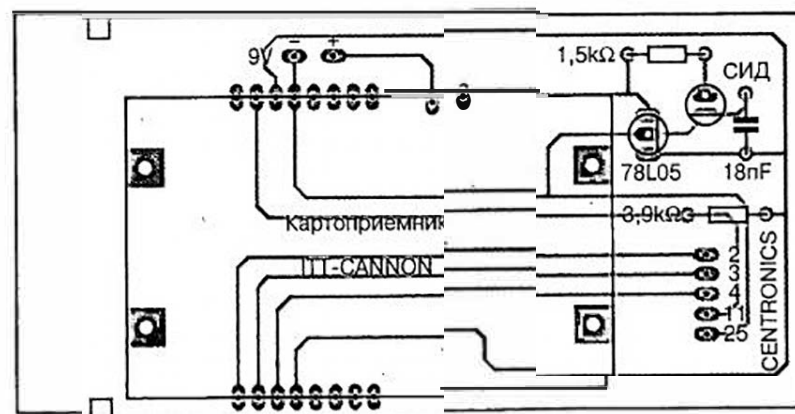


Рис. 4.8. Монтажная схема устройство для чтения карт

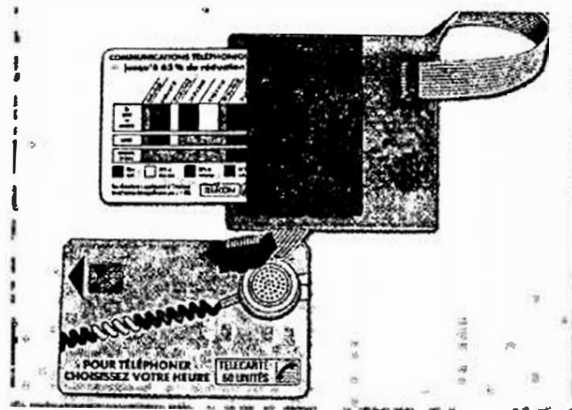


Рис. 4.9. Внешний вид устройства для подключения карт

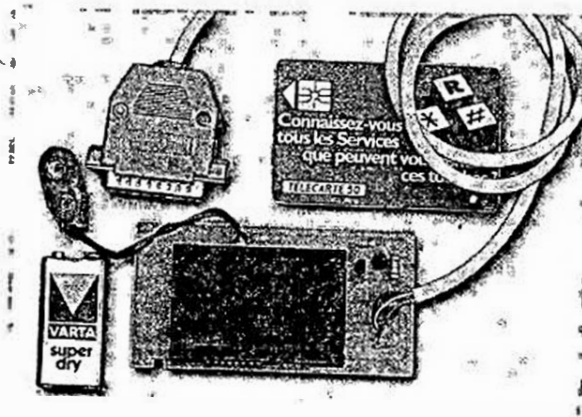


Рис. 4.10. Внешний вид устройства для чтения телекарт

Монтаж, выполняющийся в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4.8, не вызывает проблем при условии, что тип картоприемника точно соответствует рекомендованной модели (ITT-Cannon).

В корпусе зарезервировано место для размещения батарейки на 9 В, подключение же к интерфейсу компьютера осуществляется через кабельный шлейф с вилкой DB25 на конце.

На рис. 4.9 показан внешний вид устройства для подключения телекарт, а на рис. 4.10 – внешний вид устройства чтения телекарт. Перечень элементов дан в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Перечень элементов устройства для чтения карт

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	3,9 кОм	5%, 0,25 Вт
	R2	1,5 кОм	5%, 0,25 Вт
Конденсаторы	C1	18 нФ	
Интегральные микросхемы	D1	78L05	Стабилизатор напряжения +5 В
Светодиоды	VD1		Красный
1 картоприемник ITT-CANNON			
1 вилка DB-25			
50 см пятижильного кабеля			
1 корпус HEILAND HE222			
1 батарейка на 9 В со жгутиком для подключения			

Программное обеспечение

Как обычно, с целью максимального упрощения и универсализации аппаратуры основные функции, связанные с управлением устройством, возложены на программное обеспечение.

Нижеприведенные программы, написанные на Basic, были разработаны для PC-совместимых компьютеров невысокого уровня, имеющих тактовую частоту не более 8 МГц и порт принтера LPT1. Для других адресов порта или других мини-компьютеров (например, типа AMSTRAD CPC) потребуется произвести соответствующую модификацию листингов и в первую очередь определить адреса обращения к программно-доступным регистрам интерфейса CENTRONICS.

Кроме того, может возникнуть необходимость искусственно замедлить эти программы в случае использования компьютеров, имеющих тактовую частоту выше 8 МГц (посредством введения нескольких пустых циклов FOR – NEXT).

Короткая программа TELECARD.BAS, листинг которой приведен ниже, позволяет отобразить все 256 бит, хранящихся в телекарте, в форме таблицы, представленной после листинга: восемь колонок по восемь строк и по четыре бита в строке колонки.

```

10 REM -- TELECARD --
20 E=&H379: S=&H378
30 CLS
40 OUT S,0

```

```

50 PRINT "Вставить карту, затем нажать Enter."
60 INPUT Z$
70 BEEP: FOR T=0 TO 400:NEXT T
80 OUT S,250:OUT S,248
90 FOR F=1 TO 8
100 FOR G=1 TO 8
110 FOR H=1 TO 4
120 OUT S,249
130 D=INP(E):D= (0 AND 128)
140 IF D= 128 THEN PRINT "0";
150 IF D<>128 THEN PRINT "1";
160 OUT S,251
170 NEXT H
180 PRINT " ";:NEXT G
190 PRINT:NEXT F
200 PRINT:GOTO 40
210 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Содержимое использованной телекарты:

1011	1111	0000	0011	1000	0110	0110	1001
1011	0011	0011	0110	0110	0100	0101	1101
1100	1011	0000	1101	0001	0000	0000	0110
1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	0000
0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0000	0000	0000	0000	0000	0000	1111	1111

Три первых строки соответствуют 96 битам зоны изготовителя, которые доступны исключительно для чтения и, скорее всего, индивидуальны для каждой телекарты, находящейся в обращении. Пять последних строк представляют зону кодирования, в которой остается возможность трансформировать любой 0 в 1, но такая трансформация будет уже необратимой. Эту зону можно использовать по-разному – в том числе, как будет показано ниже, для программирования персональных кодов с целью увеличения надежности защиты.

Программа CRECARTE.BAS, листинг которой приведен ниже, предназначена для чтения кредита любой телекарты. Опыт показывает, что в действительности многие собранные карты не являются пустыми, и грех было бы этим не воспользоваться.

При чтении программа с полной определенностью объявит следующее:

Телекарта на 50 (или 120, или даже 40) единиц.
Израсходовано: ... единиц.

Или, по ситуации:

Осталось: ... единиц.

Или, к сожалению:

Кредит исчерпан.

Но можно также прочесть:

Телекарта не пригодна к использованию.

Или даже:

Карта испорчена.

Слова «Телекарта не пригодна к использованию» означают, что программа не нашла кода, определяющего применение карты. Речь может идти о карте для посещения кинотеатра, оплаты за стоянку, о банковской карте или PASTEL; вероятно также, что карта без чипа, неверно вставлена или с дефектами (чип поцарапан), имеет место плохой контакт. Фактически такое сообщение подтверждает, что карту нельзя использовать в данном аппарате общественной телефонной кабинки.

```

10 REM --- CRECARTE.BAS ---
20 E=&H379:S=&H378
30 OUT S,0:CLS
40 PRINT "Вставить карту, затем нажать Enter."
50 INPUT Z$:CLS
60 OUT S,250:OUT S,248
70 FOR F=1 TO 8:GOSUB 350:NEXT F
80 A$=""
90 FOR F=9 TO 16
100 GOSUB 350:A$=A$+D$:NEXT F
110 IF A$<>"00000011" THEN PRINT "Телекарта непригодна к использованию." :END
120 FOR F=17 TO 91:GOSUB 350:NEXT F
130 A$=""
140 FOR F=92 TO 96
150 GOSUB 350:A$=A$+D$:NEXT F
160 C$="тип карты"
170 IF A$="10011" THEN C$="на 120 единиц":C=120
180 IF A$="00110" THEN C$="на 50 единиц":C=50
190 IF A$="00101" THEN C$="на 40 единиц":C=40
200 PRINT "Телекарта ";C$:" ";
210 N=0
220 FOR F=97 TO 106:GOSUB 350:NEXT F
230 FOR F=107 TO 248
240 GOSUB 350
250 IF O$="1" THEN N=N+1

```

```

260 NEXT F
270 PRINT "Израсходовано: ";N;" единиц."
280 AS=""
290 FOR F=249 TO 256
300 GOSUB 350:AS=AS+D$:NEXT F
310 IF AS="11111111" THEN PRINT "Кредит исчерпан."
320 IF A<>"11111111" THEN PRINT "Осталось ";C-N;" единиц":BEEP
330 IF N>C THEN PRINT "Карта испорчена.":BEEP
340 PRINT:PRINT:GOTO 40
350 OUT S,249
360 D=INP(E):D=(D AND 128)
370 IF D=128 THEN D$="0"
380 IF D<>128 THEN D$="1"
390 OUT S,251
400 RETURN
410 REM (c)1991 Patrick GUEULLE

```

Сообщение «Карта испорчена» появляется, если карта находится в рабочем состоянии, но ее единицы были израсходованы непонятным образом. В такой ситуации рекомендуется приступить к более подробному изучению содержимого карты с помощью программы TELECARTE.BAS.

Звуковой сигнал может свидетельствовать о том, что карта еще имеет единицы, непригодна для использования или испорчена.

Программа LECARTE.BAS, листинг которой приведен ниже, важна для разнообразных практических приложений. LECARTE.BAS показывает, как и TELECARTE.BAS, содержимое карты, но сначала создает на дисках файл с расширением .car, который вскоре понадобится для программирования устройств чтения, предназначенных для распознавания карт определенного типа.

```

10 REM - LECARTE.BAS --
20 CLS:PRINT "Введите имя .car-файла."
30 INPUT N$:IF N$="" THEN N$="CARTE"
40 N$=N$+".CAR"
50 OPEN N$ FOR OUTPUT AS#1
60 E=&H379: S=&H378
70 OUT S,0
80 PRINT "Вставить карту, затем нажать Enter."
90 INPUT Z$:CLS
100 OUT S,250:OUT S,248
110 FOR F=1 TO 8
120 FOR G=1 TO 8
130 FOR H=1 TO 4
140 OUT S,249
150 D=INP(E):D=(D AND 128)

```

```

160 IF D=128 THEN PRINT#1, "0 ";:PRINT#1, "0 ";
170 IF D<>128 THEN PRINT#1, "1 ";:PRINT#1, "1 ";
180 OUT S,251
190 NEXT H
200 PRINT#1, " ";:PRINT#1, " ";:NEXT G
210 PRINT#1,":PRINT:NEXT F
220 PRINT:PRINT:PRINT "Файл ";N$;" создан."
230 PRINT:PRINT:END
240 REM (c)1991 Patrick GUEULLE

```

ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗАМКОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕЛЕКАРТ

Существует два различных способа применения использованных телекарт в качестве ключей в электронных замках.

Наиболее простой состоит в проверке содержимого карты, не подвергавшейся модификации. Вполне вероятно, что чтение информации в зоне изготовителя позволит создать замок, который будет отвечать одной-единственной карте – кстати, необязательно использованной. Если этот замок будет считывать только часть упомянутой зоны в 96 бит, можно добиться того, что он начнет распознавать более одной карты, поскольку в действительности от одной карты к другой прослеживаются частичные повторения кодовых полей.

Например, при чтении с 89 по 96 бит воспринимаются исключительно карты на 40 или 120 единиц – значительно менее распространенные, чем карты на 50 единиц. При чтении же только первых восьми бит выявляется по крайней мере шесть различных семейств карт.

Другой способ состоит в частичном использовании зоны неиспользованных битов. Так, израсходованная карта на 50 единиц без труда вмещает десять или одиннадцать групп по восемь бит, каждая из которых может иметь 256 различных значений. Следовательно, есть вероятность разработать десять замков, и любой будет реагировать на одну из упомянутых групп по восемь бит. Тогда достаточно лишь записать правильный код в соответствующем месте на карте, и она будет в состоянии открыть данный замок.

Еще более заманчиво запрограммировать карту таким образом, чтобы она открывала либо один, либо множество замков (или даже все). Карта может быть модернизирована, благодаря чему удастся открывать на один или несколько замков больше, или, наоборот, слегкостью снять разрешение на открытие того или иного замка. Для этого достаточно загрузить «единицы» вместо «нулей» некоторого множества битов соответствующего кода.

Легко заметить, что данная технология обладает огромным потенциалом.

Считывающее устройство для ПК, которое мы только что рассмотрели, могло бы работать в качестве замка – естественно, под управлением некоей программы. Однако трудно предположить, что мини-компьютер применяется только для управления открыванием двери, если не возникает задач, связанных с необходимостью вести список вошедших и ушедших, который основан на идентификации карт. В главе 2 был описан универсальный мини-контроллер, который как раз нетрудно запрограммировать для подобного применения.

На рис. 4.11 показано, как чип-карта сопрягается с этим устройством: достаточно инвертировать выходной сигнал карты с тем, чтобы программа мини-контроллера реагировала и на высокие, и на низкие логические уровни сигнала. Конечно, мини-контроллер должен при этом формировать все сигналы, обеспечивающие считывание телекарты и управляющие исполнительным механизмом.

Таким образом, замок состоит из трех модулей:

- программируемого мини-контроллера (рис. 2.6 и рис. 2.7);
- устройства для подключения карты (рис. 4.1 и рис. 4.2);
- схемы сопряжения (рис. 4.12 и рис. 4.13).

Внешний вид устройства сопряжения приведен на рис. 4.14, а перечень элементов замка – в табл. 4.3.

Устройство для подключения карты размещается там, где требуют конкретные условия использования (часто вне помещения

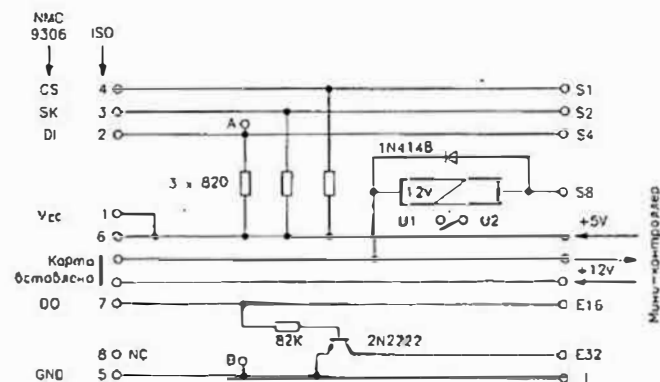


Рис. 4.11. Схема сопряжения чип-карты с мини-контроллером

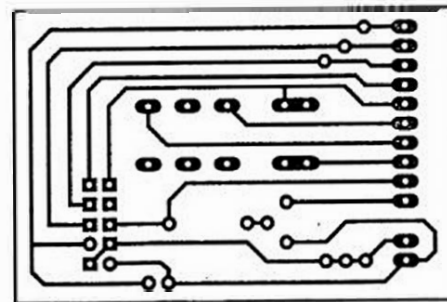


Рис. 4.12. Топология платы устройства сопряжения

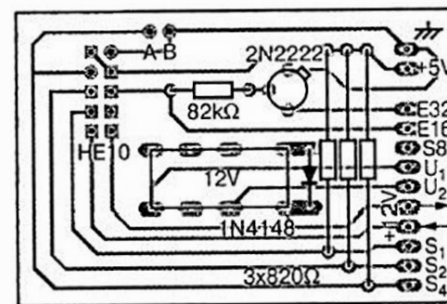


Рис. 4.13. Монтажная схема устройства сопряжения

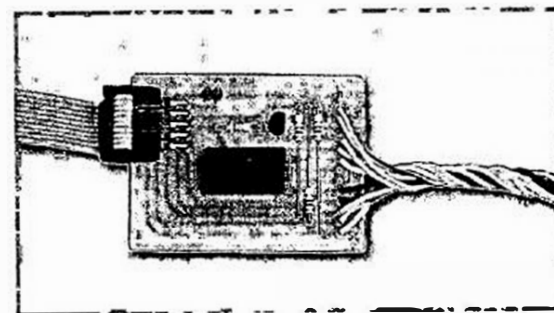


Рис. 4.14. Внешний вид платы устройства сопряжения

в герметичном корпусе). Что касается мини-контроллера, он должен быть расположен недалеко от замка, а схема сопряжения, в свою очередь, недалеко от мини-контроллера, но только не рядом с устройством

Таблица 4.3. Перечень элементов замка с использованием телекарты

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1 – R3	820 Ом	5%, 0,25 Вт
	R4	82 кОм	5%, 0,25 Вт
Транзисторы	VT1	2N2222 или BC107	
Диоды	VD1	1N4148	
Прочее	1 реле 12 В 2RT DIL		
	1 разъем PLD-10R (штыри на плату 2×5, прямой угол)		
	1 устройство для подключения чип-карты		
	1 мини-контроллер		
	1 источник питания на 12–15 В постоянного напряжения		

для подключения карты, которое может подвергаться всякого рода злоумышленным действиям.

Устройство для подключения соединяют со схемой сопряжения при помощи плоского кабеля, аналогичного представленному на рис. 4.3, а мини-контроллер подсоединяется к упомянутой схеме просто с помощью проводов.

Включение питания мини-контроллера (+12 В) осуществляется через контакт, определяющий присутствие карты; таким образом, при необходимости он может работать от внешней батареек. Как только карта вставлена, мини-контроллер начинает выполнение своей программы.

Первые 100 адресов ППЗУ могут содержать байт 00000111 (или 7 в десятичной системе) – это короткое ожидание позволяет подавить неправильную реакцию надребужание контактов при подключении карты. Затем идут байт 00000101 (5 в десятичной системе) и три байта 00000111; все они служат для обнуления счетчика адресов карты.

Для каждого бита, который необходимо пропустить без чтения, требуется запрограммировать два байта 00000110 (6 в десятичной системе) и 00000100 (4 в десятичной системе). Для каждого бита, проверяемого на 0 (E1 в 0), следует, наоборот, запрограммировать 00010110 (22 в десятичной системе) и затем 00000100. Для каждого бита, который нужно проверять на состояние 1 (E2 в 0) потребуется, в свою очередь, запрограммировать 00100110 (38 в десятичной системе) и 00000100. И наконец, программа завершается байтом 10001111 (139 в десятичной системе).

Последний байт может быть достигнут, если содержимое карты соответствует ожиданиям. В этом случае на выход S8 подается низкий уровень напряжения, чтобы включить реле, а выполнение программы останавливается, поскольку вход E128 никогда не сможет перейти в состояние 0 – ведь он ни к чему не подсоединен.

Программа также остановится при первом поступлении на вход мини-контроллера бита, считанного из карты и не соответствующего ожидаемому значению. Включения реле не произойдет, поскольку не будет достигнут необходимый байт программы. Работа мини-контроллера прекращается также, когда карта вынимается из устройства подключения и основное питание (+12 В) отключается.

Большого и не требуется для управления этой электрической «замочной личинкой», обеспечивающей очень хороший уровень безопасности при малых затратах. Теперь остается только запрограммировать ППЗУ байтами, позволяющими распознавать ту или иную карту.

Учитывая большую емкость используемого ППЗУ типа 2764, в одну и ту же память можно заложить две различные программы и выбирать ту или иную с помощью переключки (H – L). Это полезно, например, когда требуется впускать некоторых лиц днем и не впускать ночью (или в рабочие дни, но не в выходные).

При отсутствии компьютера можно запрограммировать ППЗУ вручную, базируясь на вышеприведенных указаниях. Для этого потребуется «вручную» изучить содержимое карты, предназначенной для чтения. Однако лучше разобраться, как действовать с помощью информационных устройств.

Программа SERRCART.BAS (листинг приведен ниже) работает с файлом, сформированным при чтении содержимого карты программой LECARTE.BAS и имеющим расширение .car.

Достаточно в файле уточнить группу битов для тестирования, чтобы программа автоматически построила файл с тем же именем, но с расширением .gom (файл, который содержит байты, подлежащие программированию в ППЗУ мини-контроллера).

Эти байты закодированы в десятичной системе исчисления, но программа ROMTOBIN.BAS, рассмотренная выше, позволяет получить двоичный файл, необходимый для некоторых программаторов ППЗУ.

Естественно, можно запрограммировать мини-контроллер таким образом, чтобы он считывал любую группу битов карты с 2 до 256,

в зависимости от того, какой результат необходимо получить. Конкретное решение остается за пользователем.

```

10 REM --- SERRCART.BAS ---
20 CLS:PRINT"Какое имя .car-файла использовать?"
30 INPUT NS:CS=NS+ ".CAR":RS=NS+ ".ROM"
40 CLS:PRINT"Карта содержит 256 бит: 1-256."
50 OPEN CS FOR INPUT AS #1
60 PRINT:PRINT"-----"
70 PRINT:PRINT" Зона изготовителя: 1-96."
80 OPEN RS FOR OUTPUT AS #2
90 PRINT:PRINT" Зона единиц: 97-256."
100 PRINT:PRINT"-----"
110 PRINT:PRINT"Какой бит тестировать первым?"
120 INPUT D
130 IF D<1 OR D>256 THEN CLS:GOTO 110
140 PRINT:PRINT"Какой бит тестировать последним?"
150 INPUT F
160 IF F<=D OR F>256 THEN CLS:GOTO 110
170 CLS:PRINT"- Создается файл ":RS
180 FOR G=1 TO 100
190 PRINT#2,7;
200 NEXT G
210 PRINT#2,5;7;7;7;
220 FOR G=1 TO D-1
230 INPUT#1,B
240 PRINT#2,6;4;
250 NEXT G
260 FOR G=D TO F
270 INPUT#1,B
280 IF B=0 THEN PRINT#2,22;4;
290 IF B=1 THEN PRINT#2,38;4;
300 NEXT G
310 PRINT#2,139;
320 CLOSE
330 CLS:PRINT"- Файл ":RS;" создан. -"
340 END
350 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

АДАПТЕР ДЛЯ ЧИП-КЛЮЧА

В силу того, что фирма Societe SEFEA из Анемасс специализируется по электронным комплектующим для часов, а также микромеханическим устройствам, она обладает двумя необходимыми предпосылками для разработки оригинальных устройств, базирующихся на интегральных схемах в виде микромодулей для чип-карт.

Ключ их производства, базирующийся на микросхеме памяти, представляет собой не что иное, как прочный пластмассовый ключ, на который установлен микромодуль чип-карты. Среди интегральных схем, доступных в такой форме, наиболее распространена ИС TS1200, выпущенная фирмой SGS-Thomson, которая встречается как раз в телекартах (последовательное 256-битовое ППЗУ).

Соответствующее устройство для подключения представляет собой жесткую направляющую колодку из анодированного алюминия или пластмассы, изготовленную с большой точностью и снабженную контактным устройством. Только в самом конце хода ключа, когда щетки доходят до микромодуля, контакт определения наличия ключа замыкается. Весь набор исключительно устойчив и надежен, часто даже в большей степени, чем эквивалентная система на карте.

В отличие от использованных телекарт у продаваемых ключей плавкая перемычка в чипе, защищающая 96 первых бит (зону изготовителя), цела. Благодаря этому создаются широкие возможности различных применений, хотя и ценой дублирования ключей.

С точки зрения электрических характеристик, ключ на TS1200 полностью эквивалентен телекарте, за исключением того, что его плавкая перемычка цела, а память практически чиста. Следовательно, ничто не мешает использованию тех же самых схем программирования и чтения – конечно, при условии соответствующей адаптации соединений.

Стоит отметить, что в устройстве для подключения ключа используются разъемы, совместимые с кабелем, представленным на рис. 4.3. Таким образом, вышеописанный замок может быть снабжен устройствами для подключения карты и ключа.

Что касается мини-устройства для чтения или устройства для чтения и записи, описанных в книге «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор», целесообразно избегать всякой их модификации при изготовлении «фальшивых карт», выполненных на печатной плате.

Из куска одностороннего фольгированного стеклотекстолита размером 100×160 мм можно изготовить две карты, топология которых приведена на рис. 4.15. Сторона печати платы соответствует стороне, на которой расположены контакты чип-карты; соответственно, должно соблюдаться и направление размещения в считывающем устройстве.

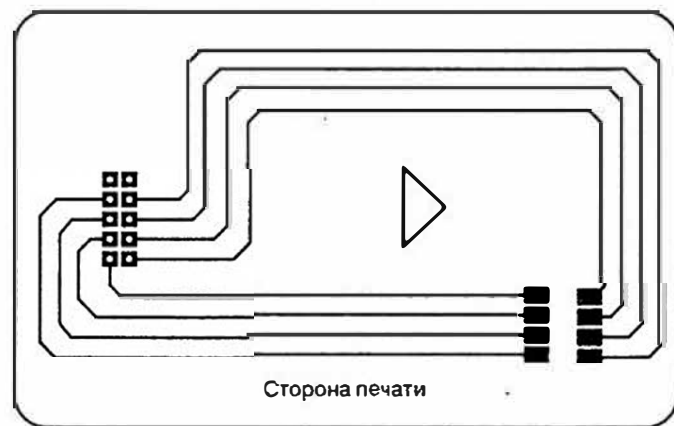


Рис. 4.15. Топология печатной платы «фальшивой карты»

Остается соединить «фальшивую карту» с устройством для подключения ключа при помощи кабеля, аналогичного представленному на рис. 4.3. Разъем HE10 соединяется с устройством для подключения (фирмы SEFEA) так, чтобы кабель выходил со стороны, противоположной месту вставки ключа – другими словами, назад. Благодаря такой адаптации замок должен работать с ключом на TS1200 (у фирмы SEFEA он имеет товарный номер МК 10), подобно тому как он работает с телекартой. Отличие только в том, что в новом ключе один-единственный бит из 256 имеет состояние 1. Этого достаточно, чтобы предотвратить любую незаконную имитацию телефонных карт.

Нужно помнить, что злоумышленникам в крайнем случае может оказаться доступным только устройство для подключения. Следовательно, кабель должен быть такой длины, чтобы адаптер и автоматическое устройство располагались в надежном и удобном месте и при этом были скрыты от посторонних глаз.

Поскольку отверстие в устройстве подключения ключа значительно шире, чем в устройстве подключения карты, то с наружной стороны нужно сделать задвижку, закрывающуюся с помощью пружины или под собственным весом. Это предохранит замочную скважину от попадания воды при дожде и ограничит проникновение посторонних предметов.

Внешний вид адаптера для чип-ключа приведен на рис. 4.16.

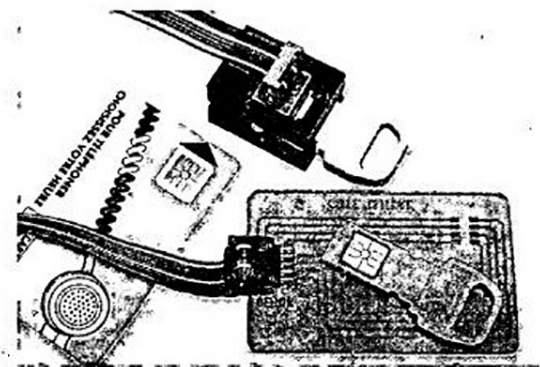


Рис. 4.16. Внешний вид адаптера для чип-ключа

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАМОК НА ЭСППЗУ

По сравнению с ППЗУ, содержащимися в телекартах, у ЭСППЗУ есть преимущество: их можно многократно перепрограммировать, полностью или частично. Такая необходимость возникает, если требуется часто изменять прерогативы карт или ключей, используемых в приложениях, которые связаны с контролем доступа.

Но есть и недостаток: не исключена подделка посредством дублирования. Действительно, в телекартах имитация зоны изготовителя практически невозможна, а в ЭСППЗУ не представляет труда скопировать содержимое одной микросхемы в другую.

Ниже будет описан один из вариантов замка с использованием телекарты, причем на основе ЭСППЗУ. Такой замок, несомненно, более удобен, но уровень его защищенности ниже, чем у предыдущих вариантов. Придется делать выбор в зависимости от предполагаемого применения.

Чип-карта на ЭСППЗУ

В настоящих телекартах бескорпусная интегральная микросхема располагается внутри пластмассовой карты толщиной 0,76 мм. В рассматриваемом варианте предлагается разместить на карте обычную микросхему в корпусе типа DIL (DIP) или планарном корпусе (SMD).

Дело в том, что в большинство картоприемников карта вставляется не более чем наполовину и значительная часть ее площади свободна, поэтому именно здесь можно разместить микросхему. Такой

принцип, широко применяемый при тестировании схем, которые предназначены для последующей миниатюризации, позволяет использовать разнообразные типы интегральных схем, более распространенные, чем микромодули, применяемые изготовителями карт.

Справедливости ради стоит заметить, что чип-карта является не чем иным, как изолирующей пластиной, на которую нанесены проводники и контактные площадки, соединенные с электронной схемой. По сути, это тоже печатная плата. Отсюда всего один шаг до создания чип-карты на базе фольгированного стеклотекстолита той же толщины. Кстати, этот шаг уже был пройден, когда создавалась «фальшивая карта» для адаптера.

Со своей стороны, ЭСППЗУ NMC9306 представляет собой компонент, который можно найти без труда и по доступной цене. Он обладает функциональными возможностями, которые допускают его использование в многочисленных приложениях, сравнимых с теми, где применяются чип-карты – например, связанных с запоминанием данных, контролем доступа, обеспечением защиты программных продуктов и т.д.

На рис. 4.17 приведена структурная схема ЭСППЗУ NMC9306.

Как и память телекарт, ЭСППЗУ NMC9306 имеет объем 256 бит. Внутреннее ЗУ организовано в виде массива из 16 регистров по 16 бит в каждом. Память допускает не менее десяти тысяч циклов перезаписи, а хранение информации при отключенном питании обеспечивается в течение порядка десяти лет.

Содержимое памяти, как и в чип-картах, доступно через последовательный интерфейс, в данном случае через шину MICROWIRE (право собственности принадлежит фирме National Semiconductor).

Для обеспечения функционирования схемы, в том числе для питания и интерфейса, достаточно шести линий, о чем свидетельствует система выводов, представленная на рис. 4.18. Назначение выводов дано в табл. 4.4.

ЭСППЗУ NMC9306N производства NS выпускается в корпусе типа DIP. Из восьми выводов, которые есть в этой схеме, два не используются. Выводы DI и DO могут быть объединены, если требуется один вход-выход данных.

В отличие от схемы TS1200, которая применяется в телекартах, на ИС NMC9306 через интерфейс передаются не только данные. Необходимость произвольного доступа к шестнадцати регистрам требует обмена командами и адресами.

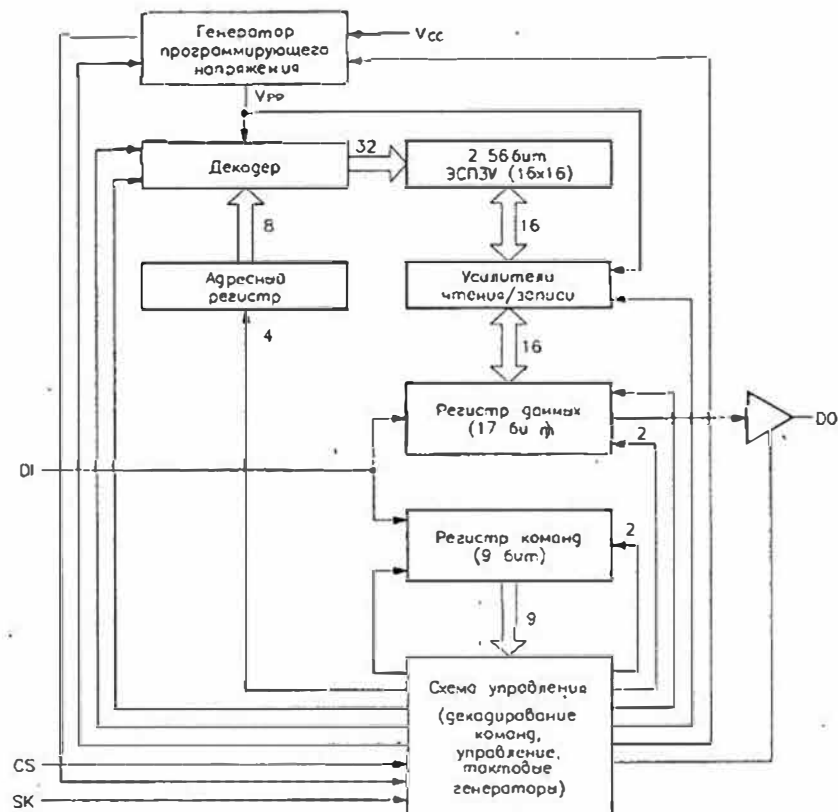


Рис. 4.17. Структурная схема ЭСППЗУ NMC9306

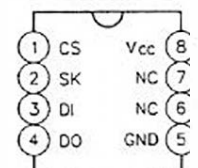


Рис. 4.18. Система выводов ЭСППЗУ NMC9306

Система команд дана в табл. 4.5. Команды имеют переменный формат и в общем виде включают в себя:

- стартовый бит (всегда 1);
- 4 бита кода операции;

Таблица 4.4. Назначение выводов ЭСППЗУ NMC9306

Обозначение контакта	Функциональное назначение
CS	Выбор кристалла (микросхемы)
SK	Вход тактового сигнала
DI	Вход данных
DO	Выход данных
Vcc	Напряжение питания
GND	Общий (0 В)

Таблица 4.5. Система команд ЭСППЗУ NMC9306

Команда	Стартовый бит	Код операции	Адрес	Данные	Функция
READ	1	10xx	A3A2A1A0	(D15-D0) ¹	Чтение регистра A3A2A1A0
WRITE	1	01xx	A3A2A1A0	D15-D0	Запись регистра A3A2A1A0
ERASE	1	11xx	A3A2A1A0		Стирание регистра A3A2A1A0
EWEN	1	0011	xxxx		Разрешение стирания/записи
EWDS	1	0000	xxxx		Запрет стирания/записи
ERAL	1	0010	xxxx		Стирание всех регистров
WRAL	1	0001	xxxx	D15-D0	Запись во все регистры

- 4 бита адреса;
- 16 бит данных (только команды READ, WRITE) или 256 бит данных (WRAL).

На рис. 4.19 представлены временные диаграммы сигналов каждой из команд, которые важно точно соблюдать. Например, если не привести сигнал линии CS к нулевому уровню между двумя операциями чтения, то вторая операция выдаст в качестве результата адрес регистра, а не данные, которые он содержит.

Следует отметить, что существует возможность разрешить (посредством команды EWEN) или запретить (посредством EWDS) операции чтения и стирания.

Бескорпусный вариант исполнения ЭСППЗУ NMC9306 мог бы быть установлен на микромодуль для чип-карты при применении

¹ Данные от микросхемы по линии DO. – Прим. ред.

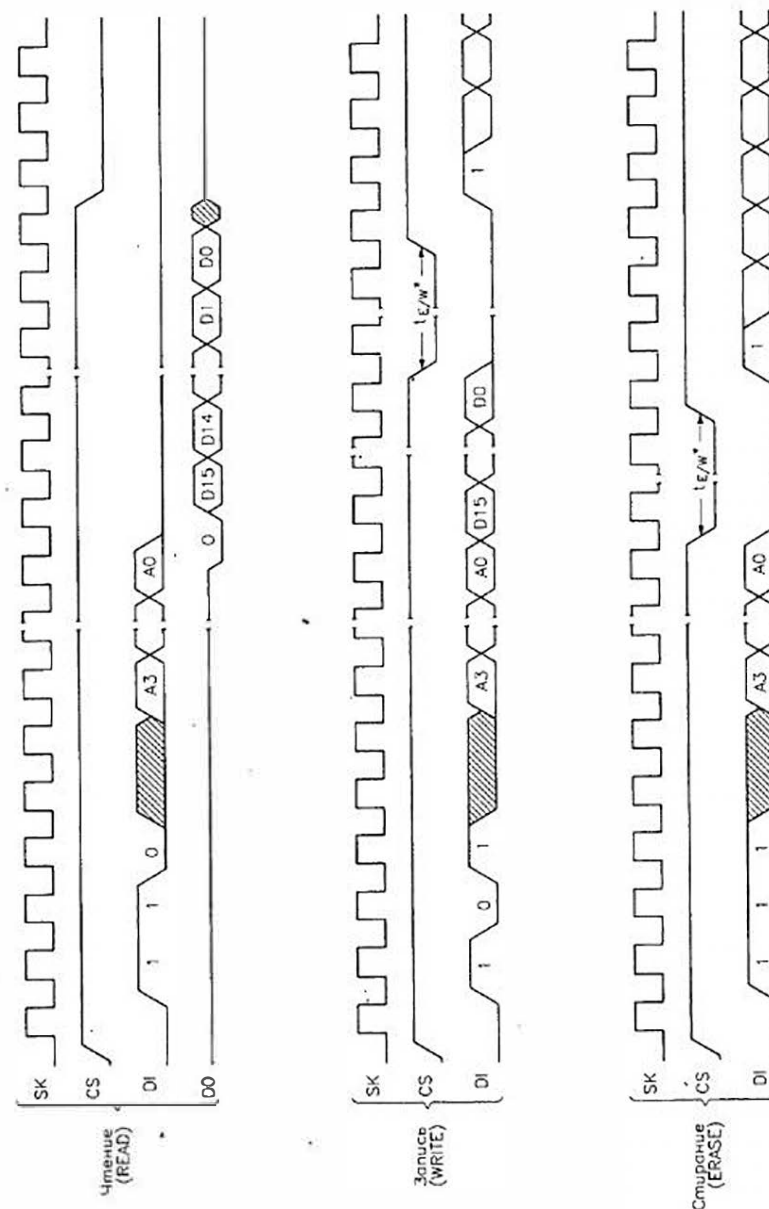


Рис. 4.19. Временные диаграммы выполнения команд ЭСППЗУ NMC9306 (1 из 2)

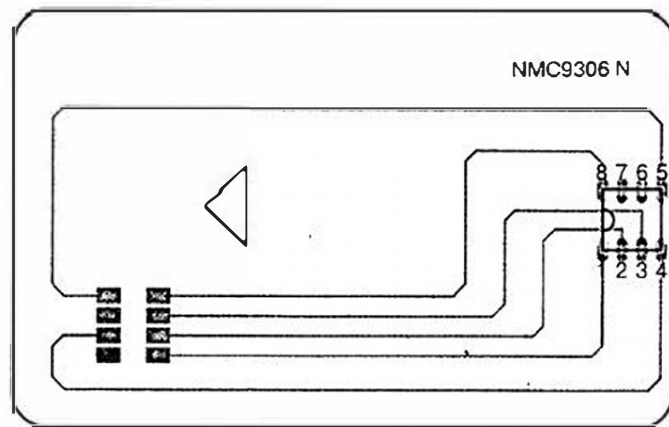


Рис. 4.21. Монтажная схема печатной платы чип-карты на ЭСППЗУ

Ключ с использованием ЭСППЗУ

Другое, весьма изящное решение заключается в создании ключа на базе устройства для подключения типа Memory Key, специально для этой цели разработанного фирмой Amphenol. На рис. 4.22 показано механическое строение этого приспособления в соответствующем корпусе.

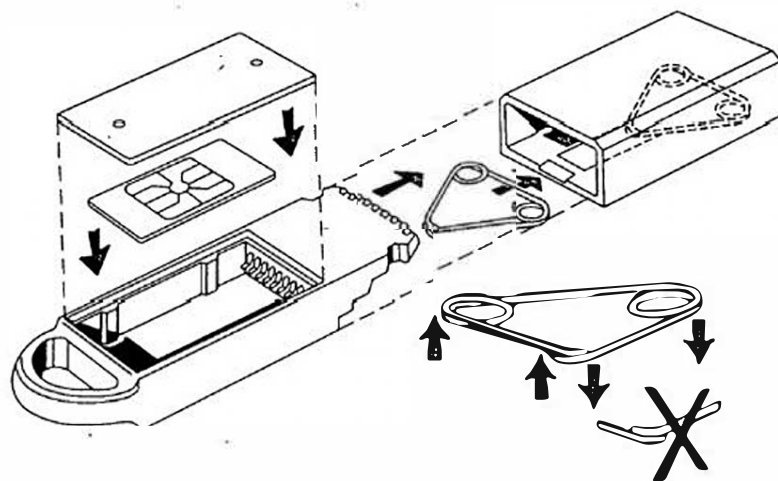


Рис. 4.22. Memory Key производства фирмы Amphenol

Благодаря небольшим печатным платам, показанным на рис. 4.23 и 4.24, в ключе можно расположить либо микромодуль, вырезанный из телекарты, либо ЭСППЗУ типа NMC9306 в корпусе DIP. Согласно рис. 4.24, микросхема припаивается на плату со стороны печати, для чего предварительно необходимо согнуть выводы микросхемы.

В обоих случаях для изготовления плат потребуется использовать стеклотекстолит. Монтаж плат необходимо выполнять с большой аккуратностью.

Корпус устройства монтируется на печатной плате, топология которой показана на рис. 4.25. Устанавливается уже известный нам двухрядный угловой разъем на 10 контактов; таким образом, плата совместима со всей системой. Подключение осуществляется при помощи кабеля, показанного на рис. 4.3.

Для приложений, где необходим контакт, сигнализирующий о наличии карты, предусматривается место для припаивания мини-атюрного геркона со стороны печати. Теперь достаточно разместить небольшой магнит внутри ключа, чтобы полностью обеспечить

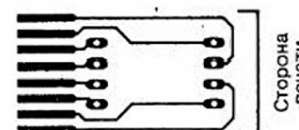


Рис. 4.23. Печатная плата для размещения чипа телекарты

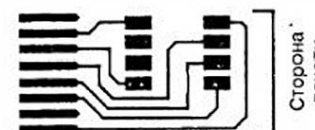


Рис. 4.24. Печатная плата для размещения корпуса DIP

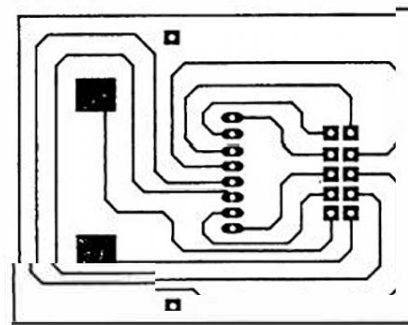


Рис. 4.25. Топология печатной платы для корпуса

совместимость данного устройства с предыдущими, в частности с устройством сопряжения, представленном на рис. 4.13.

Внешний вид ключа и платы для корпуса приведен на рис. 4.26.

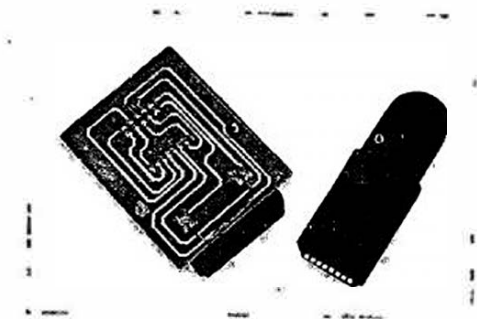


Рис. 4.26. Внешний вид ключа на базе Memory Key производства фирмы AMPHENOL и платы для корпуса

Программное обеспечение

Как известно, на программное обеспечение возлагаются все основные функции по управлению системой. Это позволяет максимально упростить аппаратуру и сделать ее универсальной.

Программы на языке Basic, приведенные ниже, были написаны для PC-совместимых компьютеров невысокого уровня (тактовая частота не превышает 8 МГц) с параллельным портом LPT1. Для других адресов портов или других компьютеров (например, ARMSTRAD CPC) потребуется надлежащим образом изменить эти программы и знать соответствующие адреса доступа к регистрам интерфейса CENTRONICS.

Кроме того, может возникнуть необходимость искусственно замедлить программы, если речь пойдет о более быстродействующих ПК, чтобы не нарушить заданные хронограммы.

Базовая программа (READ.BAS), листинг которой приведен ниже, обеспечивает чтение всего содержимого ЭСППЗУ, то есть 256 бит.

Результат этой операции выводится на экран в виде шестнадцати групп по шестнадцать бит и одновременно записывается на диск в форме файла, названного EEPROM.CAR (его имя можно впоследствии изменить).

Текстовый формат этого файла – единичные и нулевые биты записываются в виде символов – совместим с файлами, использованными ранее в других программах и предназначенными для работы

с телекартами. Но распределение 256 бит информации осуществляется по-разному: у телекарт в группы по четыре бита, а у ЭСППЗУ – в блоки по шестнадцать бит, что лучше соответствует их внутренней организации.

```

10 REM - READ --
20 S=888:E=889
30 OUT S,0:CLS
40 PRINT"Вставить карту, затем нажать Enter."
50 INPUT Z$:CLS
60 OPEN "eprom.car" FOR OUTPUT AS #1
70 DATA 0, 1, 1,0,0,0
80 FOR L=0 TO 7
90 FOR C=0 TO 1
100 R=(2*L)+C
110 B8=0:B4=0:B2=0:B1=0
120 IF R>7 THEN B8=1:R=B8-8
130 IF R>3 THEN B4=1:R=R-4
140 IF R>1 THEN B2=1:R=R-2
150 B1=R
160 RESTORE
170 FOR F=1 TO 6
180 READ B
190 GOSUB 340
200 NEXT F
210 B=B8:GOSUB 340
220 B=B4:GOSUB 340
230 B=B2:GOSUB 340
240 B=B1:GOSUB 340
250 FOR F=1 TO 16
260 B=0:GOSUB 340
270 IF D=128 THEN PRINT"0";:PRINT#1,"0 ";
280 IF D<>128 THEN PRINT"1";:PRINT#1," 1 ";
290 NEXT F
300 OUT S,0:OUT S, 1
310 PRINT#1," ";:PRINT" ";:NEXT C
320 PRINT#1,:PRINT:NEXT L
330 END
340 B=4*B
350 OUT S,B+1
360 OUT S,B+3
370 OUT S,B+1
380 D=INP(E):D=D AND 128
390 RETURN
400 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Можно без проблем скопировать содержимое телекарты в ЭСППЗУ и наоборот, хотя эти два типа карт не взаимозаменяемы с точки зрения

их применения: в самом деле, никому не придет в голову звонить при помощи ЭСППЗУ!

Программа ERASE.BAS, листинг которой приведен ниже, служит для стирания всего ЭСППЗУ. Эта операция была невозможна в случае ППЗУ типа ОТР, которые практически представляют собой телекарты.

```

10 REM -- ERASE --
20 S=888:E=889
30 RESTORE:CLS
40 OUT S,0
50 PRINT"Вставить карту, предназначенную к стиранию, затем нажать Enter."
60 INPUT Z$:OUT S,1
70 CLS:PRINT"-- Идет стирание. --"
80 DATA 0,1,0,0,1,1,1,1,1,1
90 DATA 0,1,0,0,1,0,1,1,1,1
100 N=10:GOSUB 160
110 GOSUB 260
120 N=10:GOSUB 160
130 GOSUB 260
140 CLS:PRINT"Стирание закончено. ":BEEP
150 END
160 FOR F=1 TO N
170 READ B:GOSUB 210
180 NEXT F
190 OUT S,0
200 RETURN
210 B=4*B
220 OUT S,B+1
230 OUT S,B+3
240 OUT S,B+1
250 RETURN
260 OUT S,0
270 FOR T=0 TO 20:NEXT T
280 RETURN
290 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

При полном стирании во все ячейки памяти записывается 1.

Операция состоит в последовательном выполнении команды EWEN и команды ERAL (см. рис. 4.19). Данная цепочка команд может стереть всю информацию ЭСППЗУ даже в том случае, если оно было защищено от стирания и записи с помощью команды EWDS.

Если необходимо, чтобы программа ERASE не исполнялась, следует нейтрализовать команду EWEN. На практике это сводится к подавлению строк 80, 100 и 110.

Функция программы WRITE.BAS, приведенной ниже, противоположна той, которую выполняет программа READ: в память записывается содержимое файла с расширением .car.

```

10 REM -- WRITE --
20 S=888:E=889:CLS
30 PRINT"Введите имя .car-файла. "
40 INPUT NS:NS=N$+".CAR"
50 OPEN NS FOR INPUT AS #1
60 CLS:OUT S,0
70 PRINT"Вставить карту, затем нажать Enter."
80 INPUT Z$:CLS
90 PRINT"-- Идет программирование. --"
100 OUT S,1
110 DATA 0,1,0,0,1,1,0,0,0,0
120 FOR F=1 TO 10
130 READ B:GOSUB 430
140 NEXT F
150 GOSUB 480
180 OUT S,1
170 DATA 0,1,0,1,1,1
180 FOR Q=0 TO 15
190 R=0
200 RESTORE 170
210 B8=0:B4=0:B2=0:B1=0
220 IF R>7 THEN B8=1:R=R-8
230 IF R>3 THEN B4=1:R=R-4
240 IF R>1 THEN B2=1:R=R-2
250 B1=R
260 FOR F=1 TO 6
270 READ B:GOSUB 430
280 NEXT F
290 B=B8:GOSUB 430
300 B=B4:GOSUB 430
310 B=B2:GOSUB 430
320 B=B1:GOSUB 430
330 FOR F=1 TO 16
340 INPUT#1,B:GOSUB 430
350 NEXT F
360 GOSUB 480
370 OUT S,1
380 NEXT Q
400 CLS:PRINT"Программирование закончено."
410 PRINT"Вынуть карту":BEEP
420 END
430 B=4*B
440 OUT S,B+1.

```

```

450 OUT S,B+3
460 OUT S,B+1
470 RETURN
480 OUT S,0
490 FOR T=0 TO 300:NEXT T
500 RETURN
510 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Не следует забывать, что наш файл имеет текстовый формат, и это позволяет обрабатывать его при помощи простого текстового редактора.

Обычно перед WRITE выполняют программу ERASE. Но при необходимости можно несколько раз подряд перезагружать память, выполняя программу WRITE. В этом случае, однако, нужно иметь в виду, что при записи происходит только преобразование 1 в 0, но не обратное. Этот процесс полностью отличается от того, который наблюдается при работе с телекартами.

В вышеприведенной программе команда EWEN опять выполняется раньше других, что позволяет вести запись даже в ЭСППЗУ, защищенном командой EWDS.

При желании сохранить защиту нужно убрать строки со 110 по 160. Программа PROTECT.BAS, листинг которой представлен ниже, как раз служит для защиты ЭСППЗУ от стирания и записи посредством выполнения команды EWDS. Действие заключается в предотвращении исполнения команд WRITE или ERASE самой микросхемой. Команда EWDS используется после программирования ЭСППЗУ и перед началом эксплуатации памяти в каком-либо устройстве (электронном замке, электронном ключе для программного продукта либо в качестве микросхемы памяти конфигурации для программируемой логики и т.д.).

```

10 REM --- PROTECT ---
20 S=888:E=889
30 RESTORE:CLS
40 OUT S,0
50 PRINT"Вставить карту, затем нажать Enter."
60 INPUT Z$:OUT S,1
70 DATA 0,1,0,0,0,0,0,0,0,0
80 N=10:GOSUB 120
90 GOSUB 220
100 CLS:PRINT"Карта защищена. ":BEEP
110 END
120 FOR F=1 TO N

```

```

130 READ B:GOSUB 170
140 NEXT F
150 OUT S,0
160 RETURN
170 B=4*B
180 OUT S,B+1
190 OUT S,B+3
200 OUT S,B+1
210 RETURN
220 OUT S,0
230 FOR T=0 TO 300:NEXT T
240 RETURN
250 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Программа CHECK.BAS, листинг которой дается ниже, позволяет произвести бит за битом сравнение содержимого ЭСППЗУ с содержимым файла, который, к примеру, только что использовался для программирования.

Совпадающие биты выводятся на экран в виде тире, а несовпадающие — в виде звездочек. В конце проверки выдается отчет.

```

10 REM --- CHECK ---
20 S=888:E=889:K=0
30 OUT S,0:CLS
40 PRINT"Имя исходного .car-файла?"
50 INPUT N$:N$=N$+"CAR"
60 OPEN N$ FOR INPUT AS #1
70 CLS:PRINT"Вставить карту, затем нажать Enter."
80 INPUT Z$:CLS
90 DATA 0,1,1,0,0,0,0
100 FOR L=0 TO 7
110 FOR C=0 TO 1
120 R=(2*L)+C
130 B8=0:B4=0:B2=0:B1=0
140 IF R>7 THEN B8=1:R=R-8
150 IF R>3 THEN B4=1:R=R-4
160 IF R>1 THEN B2=1:R=R-2
170 B1=R
180 RESTORE
190 FOR F=1 TO 6
200 READ B
210 GOSUB 420
220 NEXT F
230 B=B8:GOSUB 420
240 B=B4:GOSUB 420
250 B=B2:GOSUB 420

```

```

260 B=B1:GOSUB 420
270 FOR F=1 TO 16
280 B=0:GOSUB 420
290 INPUT#1,X
300 IF D=128 AND X=0 THEN PRINT"-";
310 IF D=128 AND X=1 THEN PRINT".":K=1
320 IF D<> 128 AND X=1 THEN PRINT"-";
330 IF D<>128 AND X=0 THEN PRINT".":K=1
340 NEXT F
350 OUT S,0:OUT S,1
360 PRINT" ";:NEXT C
370 PRINT:NEXT L
380 PRINT:PRINT:PRINT
390 IF K=0 THEN PRINT"Соответствует."
400 IF K=1 THEN PRINT"Не соответствует. ":BEEP
410 ENO
420 B=4*B
430 OUT S,B+1
440 OUT S,B+3
450 OUT S,B+1
460 D=INP(E):D=0 AND 128
470 RETURN
480 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Наконец, программа BLANK.BAS, листинг которой приведен ниже, проверяет на «чистоту» новую память или память, в которой только что стерли информацию. Как и в предыдущем случае, стертые биты (в состоянии 1) представлены в виде тире, а нестертые (в состоянии 0) – звездочками.

В конце проверки также выдается полный отчет.

```

10 REM -- BLANK --
20 S=888:E=889:A=0
30 OUT S,0:CLS
40 PRINT"Вставить карту, затем нажать Enter."
50 INPUT Z$:CLS
60 DATA 0,1,1,0,0,0
70 FOR L=0 TO 7
80 FOR C=0 TO 1
90 R=(2*L)+C
100 B8=0:B4=0:B2=0:B1=0
110 IF R>7 THEN B8=1:R=R-8
120 IF R>3 THEN B4=1:R=R-4
130 IF R>1 THEN B2=1:R=R-2
140 B1=R
150 RESTORE

```

```

160 FOR F=1 TO 6
170 READ B
180 GOSUB 360
190 NEXT F
200 B=B8:GOSUB 360
210 B=B4:GOSUB 360
220 B=B2:GOSUB 360
230 B=B1:GOSUB 360
240 FOR F=1 TO 16
250 B=0:GOSUB 360
260 IF D=128 THEN PRINT".":A=1
270 IF D<> 128 THEN PRINT"-";
280 NEXT F
290 OUT S,0:OUT S,1
300 PRINT" ";:NEXT C
310 PRINT:NEXT L
320 PRINT:PRINT:PRINT
330 IF A=1 THEN PRINT "Нет ";:BEEP
340 PRINT"Пустая"
350 ENO
360 B=4*B
370 OUT S,B+1
380 OUT S,B+3
390 OUT S,B+1
400 O=INP(E):O=0 AND 128
410 RETURN
420 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Теперь речь пойдет об использовании карт и ключей на базе ЭСППЗУ, запрограммированных подобным образом, в замке, изначально задуманном для работы с телекартами.

С технической точки зрения совместимость уже обеспечена: чип-карта на ЭСППЗУ может быть непосредственно вставлена в устройство для подключения карт, в то время как печатная плата с корпусом для ключа AMPHENOL полностью взаимозаменяема с устройством для подключения ключа SEFEA.

Однако ППЗУ мини-контроллера должно программироваться абсолютно по-другому. Это совершенно очевидно, поскольку используемые здесь протоколы связи радикально отличаются.

```

10 REM -- SERE2PR.BAS --
20 CLS:PRINT"Имя .car-файла?"
30 INPUT NS:C$=NS+ ".CAR":R$=NS+ ".ROM"
40 OPEN CS FOR INPUT AS #1

```

```

50 CLS:PRINT"Какой регистр тестировать? (0-15)"
60 INPUT R:IF R>15 THEN 50
70 B8=0:B4=0:B2=0:B1=0:X=16-R
80 IF R>7 THEN B8=1:R=R-8
90 IF R>3 THEN B4=1:R=R-4
100 IF R>1 THEN B2=1:R=R-2
110 B1=R
120 CLS:PRINT"- Создается файл ":R$I:
130 OPEN R$ FOR OUTPUT AS #2
140 FOR F=1 TO 128
150 PRINT#2,7;
160 NEXT F
170 GOSUB 380:GOSUB 380:GOSUB 380
180 GOSUB 380:GOSUB 390:GOSUB 390
190 GOSUB 380:GOSUB 380:GOSUB 380
200 B=B8:GOSUB 400
210 B=B4:GOSUB 400
220 B=B2:GOSUB 400
230 B=B1:GOSUB 400
240 IF X=0 THEN 280
250 FOR F=1 TO X
260 INPUT#1,8
270 NEXT F
280 FOR F=1 TO 16
290 INPUT#1,8
300 IF B=0 THEN PRINT#2,6;4;22;
310 IF B=1 THEN PRINT#2,6;4;38;
320 NEXT F
330 PRINT#2,255;
340 CLOSE
350 CLS:PRINT"Создан файл ":R$:
360 PRINT"для программирования 2764.":BEEP
370 END
380 PRINT#2,6;4;6;:RETURN
390 PRINT#2,2;0;2;:RETURN
400 IF B=0 THEN GOSUB 380
410 IF B=1 THEN GOSUB 390
420 RETURN
430 REM (c)1992 Patrick GUEULLE

```

Программа SERE2PR.BAS, листинг которой представлен выше, так же как и SERRCART.BAS, предназначена для построения файла с расширением .gom, необходимого для программирования ППЗУ 2764 на базе файла с расширением .sag, воспроизводящего содержимое ЭСППЗУ, которое должно послужить ключом.

Напомним, что файл с расширением .gom состоит из десятичных величин, но его не трудно преобразовать в двоичный файл с помощью утилиты ROMTOBIN.BAS, листинг которой рассматривался ранее.

Работа замка основана на чтении одного из шестнадцати регистров памяти, то есть шестнадцати бит. Этого вполне достаточно для обеспечения большого числа возможных комбинаций. Одновременно обеспечивается возможность управлять шестнадцатью замками при помощи одного набора ключей или карт.

В любой момент можно «выдать» или, наоборот, «забрать» у любой карты разрешение на управление любым из шестнадцати замков. Это осуществляется путем изменения содержимого соответствующего регистра.

Кроме того, такие операции полностью обратимы, чего не наблюдалось в случае телекарты на ППЗУ, когда изменяли несколько бит.

ЭЛЕКТРОННЫЙ КЛЮЧ НА БАЗЕ ЧИПА ОТ ТЕЛЕКАРТЫ

Среди различных средств защиты от несанкционированного копирования программного обеспечения важное место занимают электронные ключи. Обычно это небольшие черные коробочки, включаемые между компьютером и принтером и обеспечивающие достаточную степень защиты.

Основной элемент оригинальной схемы, представленной ниже, — кристалл (чип), снятый с израсходованной телекарты. Очевидное преимущество такого выбора в том, что упомянутый элемент бесплатен; впрочем, это не единственное его достоинство. Далее покажем, что данное решение обеспечивает также безопасность очень высокого уровня, несмотря на то, что схема самого ключа уже ни для кого не является секретом.

В подавляющем большинстве случаев электронный ключ выполняется в небольшом корпусе, содержащем два разъема DB25 (вилку и розетку), и предназначен для включения между ПК и кабелем принтера. Некоторые модели могут подключаться к последовательному порту.

Чаще всего корпус заливается специальной пластмассой, не дающей возможности изучить его внутреннюю схему, а следовательно и скопировать.

Конечно, электронный ключ не должен никаким образом воздействовать на работу принтера, а тем более компьютера и других

устройств. На практике многие электронные ключи в большей или меньшей степени нарушают работу системы или отказываются функционировать на некоторых типах ПК и даже с некоторыми типами принтеров.

Принцип обеспечения защиты состоит в следующем: при запуске защищаемое программное обеспечение запрашивает электронный ключ, отправляя ему закодированное сообщение. Подсоединенный к ПК ключ отвечает также закодированным сообщением, которое программное обеспечение сравнивает с тем, что заложено. Если все совпадает, выполнение программы продолжается.

Бывает, что электронный ключ не отвечает или полученное сообщение не полностью соответствует тому, что должно быть получено (например, при использовании другого ключа или при попытке вскрытия защиты). В таком случае программное обеспечение реагирует соответствующим образом. Обычно в DOS выдается сообщение об ошибке, но не исключено и полное уничтожение исполняемого файла.

Простейшие электронные ключи содержат несложные схемы, подключаемые к редко используемым линиям интерфейса. Существуют и другие, более совершенные, которые снабжены специальными заказными микросхемами, стоящими недешево. Теперь будет показано, как можно обеспечить эффективную защиту с помощью телекарты.

Выше уже говорилось, что кристалл израсходованной телекарты содержит ППЗУ с последовательным доступом объемом 256 бит, которое имеет недоступную для модификаций зону, составляющую 96 бит. Вполне понятно, что каждая телекарта уникальна, поскольку число возможных комбинаций в ее матрикулярном номере в тысячи раз превосходит число всех телекарт, которые гипотетически можно изготовить. Как бы то ни было, вероятность встретить две идентичные карты можно считать ничтожно малой.

Кристалл должен быть аккуратнейшим образом вырезан из карты; теперь он может считаться интегральной схемой, содержащей уникальную сигнатуру из 12 байт, которую легко прочитать, но невозможно изменить. Можно ли мечтать о чем-то лучшем для применения в электронном ключе, зная, что к кристаллу можно припаять выводы и включить его в соответствующую схему?

Естественно, технология создания чип-карт запатентована, но приложенное, о котором идет речь, не должно вызвать проблем, поскольку никто не собирается пользоваться всей картой целиком, а только ее интегральной схемой.

Воплотить идею, о которой мы говорим, на практике не столь просто, как это кажется. Для начала необходимо обеспечить питание кристалла напряжением около 5 В от линий порта принтера. Считается, что потребляемый кристаллом ток может достигать до 60 мА, хотя реальные цифры обычно ниже. Затем нужно сформировать определенные циклограммы сигналов для подачи на входы чипа, чтобы с его выхода получить содержащуюся в нем информацию. Наконец, должны быть приняты эффективные меры для обеспечения «прозрачности» электронного ключа. Следует сделать так, чтобы ключ не влиял на взаимодействие ПК с принтером, а принтер — на взаимодействие ПК с ключом.

После нескольких более или менее удачных попыток были определены принципы, нашедшие свое выражение в схеме, которая представлена на рис. 4.28, и в устройстве, внешний вид которого приведен на рис. 4.27:

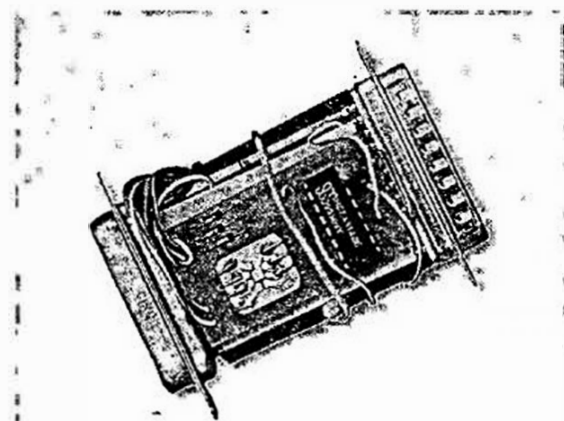


Рис. 4.27. Внешний вид электронного ключа

- необходимо осуществлять питание схемы через три диода, подключенных к линиям STROBE, INIT и AUTOFEED. Программное обеспечение должно во время диалога поддерживать

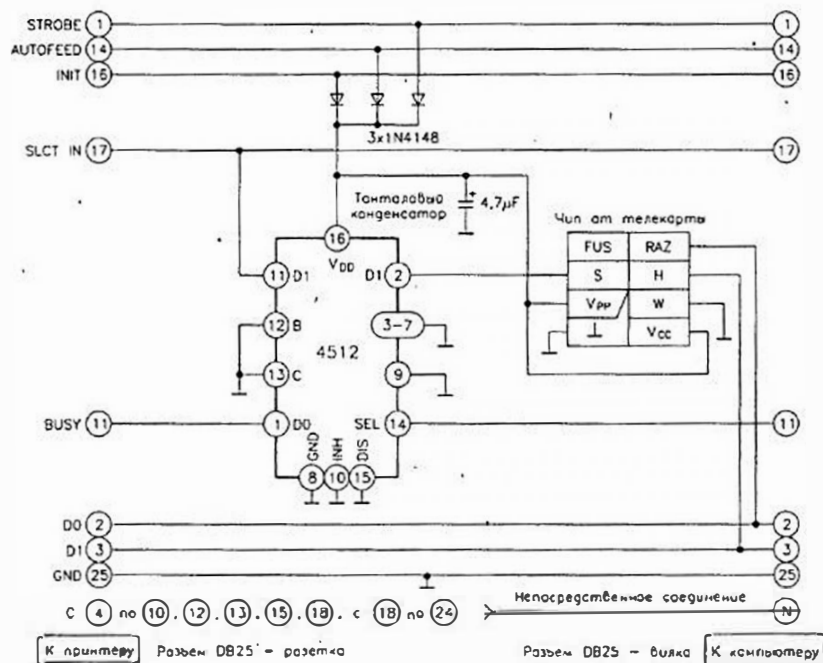


Рис. 4.28. Схема электронного ключа

напряжение на указанных линиях на высоком уровне (логическая 1). Дополнительное преимущество этого решения заключается в том, что пока напряжение на линии STROBE находится на высоком уровне, принтер не будет воспринимать никакие коды, которые могут циркулировать по линиям данных;

- сигналы к выводу RAZ и тактовые импульсы необходимо передавать по линиям данных D0 и D1. Вывод записи должен быть заземлен, поскольку данное приложение не использует запись в память;
- сигналы с выхода кристалла следует передавать в ПК по линии BUSY. Это требует ее «разрыва». Простого параллельного подключения к ней недостаточно, поскольку линия не рассчитана на схемы с тремя состояниями.

Переключение линии BUSY между принтером и кристаллом осуществляет КМОП ИС 4512. Она управляется посредством линии

SLCT IN: нулевой уровень логически соединяет по линии BUSY принтер с компьютером. При уровне логической 1 интегральная схема, наоборот, отключает принтер от компьютера и подключает вход BUSY ПК к выходу кристалла.

Таким образом, за исключением линии BUSY (выводы 11 разъемов DB25) все остальные линии параллельного порта проходят через ключ насквозь, при этом общая организация порта изменяется в наименьшей степени.

Топология необходимой для крепления разъемов двухсторонней печатной платы «шины» приведена на рис. 4.29 (сторона выводов 14–25 разъема) и рис. 4.30 (сторона выводов 1–13).

Плата вставляется между двумя рядами контактов разъемов DB25. Остается выполнить 50 паяк, следя, чтобы не возникло короткого замыкания.

Электронная часть выполняется на небольшой односторонней плате, топология которой показана на рис. 4.31.

Монтажная схема, приведенная на рис. 4.32 (соответствующий перечень элементов дан в табл. 4.6), не требует комментариев. Отметим только, что кристалл должен быть предварительно вырезан ножницами из любой, пусть даже поврежденной, телекарты. Затем он накладывается на печатную плату и закрепляется посредством семи или восьми выводов резисторов, предварительно припаянных к карте. Припайвание выводов к кристаллу должно производиться достаточно быстро, чтобы высокая температура не привела к разрушению его контактов.

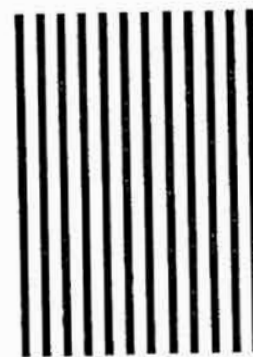


Рис. 4.29. Печатная плата «шины» (обратная сторона)

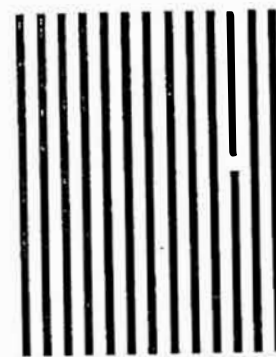


Рис. 4.30. Печатная плата «шины» (передняя сторона)



Рис. 4.31. Топология печатной платы электронного ключа

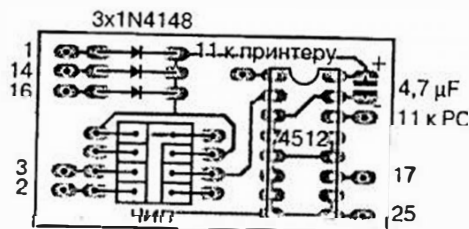


Рис. 4.32. Монтажная схема электронного ключа

Таблица 4.6. Перечень элементов электронного ключа

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Конденсаторы	C1	4,7 мкФ	10 В, танталовый (капельный)
Интегральные микросхемы	D1	CD4512B	
	D2	Чип от телекарты	
Диоды	VD1 – VD3	1N4148	
Прочее	1 вилка DB25		
	1 розетка DB25		

Приклеивание кристалла необязательно, но и не запрещено. Вполне допустимо использование проводящего клея типа ELECOLIT 340 или JELTARGENT.

Теперь остается только соединить платы между собой: во-первых, припаять семь проводов к соответствующим контактам 1, 2, 3, 14, 16, 17, 25 одного из разъемов DB25; во-вторых, два провода припаять

к линии BUSY с одной и с другой стороны от разрыва (точку «11 к PC» соединить выводом 11 вилки DB25, а точку «11 к принтеру» – с выводом 11 розетки DB25). Далее обе платы должны быть приклеены друг к другу, причем между ними нужно проложить изолирующий картон.

Устройство можно залить пластмассой или просто поместить в небольшой корпус (например, HE222 производства HEILAND).

Каждый электронный ключ, созданный таким образом, в принципе является уникальным элементом, и для его использования требуется считать информацию с кристалла, а затем поместить ее в защищаемый программный продукт.

Небольшая программа на языке Basic, листинг которой приведен ниже, достаточна для проведения такого чтения; предполагается, что электронный ключ должен быть установлен между разъемом CENTRONICS ПК и включенным принтером.

```

10 REM - DONGLE.BAS --
20 E=889:S=888:U=890
30 OUT S,0:OUT U,4:CLS
40 OUT S,250:OUT S,248
50 PRINT"DATA ";
60 FOR G=1 TO 12
70 N=0
80 FOR H=7 TO 0 STEP -1
90 OUT S,249
100 D=INP(E):D= (D AND 128)
110 IF D<>128 THEN N=N+(2^H)
120 OUT S,251
130 NEXT H
140 PRINT N;" ";:NEXT G
150 OUT 890,12
160 REM (c)1991 Patrick GUEULLE
    
```

Результат выполнения программы должен быть представлен в виде строки DATA (данных), аналогичной нижеприведенной.

```

DATA 195, 3, 98, 56, 187, 54, 37, 42, 183, 255, 16, 6,
OK
    
```

Каждое цифровое значение эквивалентно десятичному значению одного из двенадцати байтов защищенной зоны кристалла и, следовательно, должно находиться в пределах от 0 до 255.

Второй байт всегда должен быть равен 3, что доказывает, что кристалл действительно вырезан из телекарты, а не из карты для посещения кинотеатра или какой либо еще.

Аналогично последний байт должен быть равен 6, если кристалл взят из карты на 50 единиц (наиболее распространенный случай), или 19, если он вырезан из карты на 120 единиц.

Если у всех двенадцати байт значение 0 или 255, это может означать следующее: в кристалле есть дефект; кристалл был поврежден во время монтажа; ошибка в подключения кристалла на плате; неправильно подключен ключ к ПК; выбран для подключения не тот порт принтера (данная программа написана для порта LPT1); недостаточное напряжение питания.

В последнем случае можно попробовать добавить несколько диодов для того, чтобы снять энергию с других линий, в частности, линий данных с D3 по D7 (это обусловлено свойствами параллельного порта ПК, от которого в большей или меньшей степени зависят все ключи).

Очевидно, чтобы защитить программный продукт, достаточно добавить небольшую стандартную программу для считывания памяти кристалла и проверки соответствия его содержимого тому, что от него ожидают.

Короткая программа на языке Basic, листинг которой приведен ниже, решает данную задачу. Необходимо только, чтобы строка 20 содержала сформированную программой DONGLE.BAS строчку DATA.

В данном примере полезная часть программы ограничивается строкой 180, которая сводится к заявлению о том, что электронный ключ опознается. На практике, естественно, в начало программы, предназначенной к защите, добавляются строки с 10 по 170, если только строки не были перенумерованы заранее (команда RENUM).

```
10 REM -- PROTEGE.BAS --
20 DATA 195,3,98,56,187,54,37,42,183,255,16,6
30 E=889:S=888:U=890
40 OUT S,0:OUT U,4:CLS
50 OUT S,250:OUT S,248
60 FOR G=1 TO 12
70 N=0:READ N
80 FOR H=7 TO 0 STEP -1
90 OUT S,249
100 D=INP(E):D= (D AND 128)
110 IF D<>128 THEN N=N+(2^H)
```

```
120 OUT S,251
130 NEXT H
140 IF N<>M THEN BEEP:PRINT"Ключ закрыт!":END 150 NEXT G
160 OUT 890,12
170 REM (c)1991 Patrick GUEULLE
180 PRINT"Ключ открыт!"
```

Конечно, совершенно исключено поставлять данную программу пользователю в такой форме, поскольку чтения ее листинга достаточно, чтобы моментально понять, что простая команда RUN 180 позволяет обойти защиту и, как следствие, запустить защищаемую программу без ключа.

Таким образом, необходимо скомпилировать исходный текст, написанный на Basic, в исполняемый файл в DOS, другими словами, на машинный язык (файл с расширением .EXE).

Эту операцию несложно сделать при помощи компилятора Basic, такого как, например, Turbo-Basic (Borland) или Quick-Basic (Microsoft). Можно вспомнить дополнительное преимущество этого приема – ничто более не говорит о том, что исходная программа была написана на Basic. Даже листинг, который занимал всего несколько строк, превращен во впечатляющий файл, состоящий из нескольких десятков килобайтов, абсолютно не поддающихся расшифровке.

Более того, кусочек программы, обеспечивающий защиту, оказывается «уполенным» в этой массе и, следовательно, его практически невозможно выделить.

Конечно, вышесказанное справедливо для программы, откомпилированной с любого алгоритмического языка. Программа, которая приведена выше, достаточно проста, чтобы ее алгоритм мог без труда быть адаптирован Turbo-Pascal или, например, C.

В таком случае может возникнуть необходимость искусственно замедлить эти быстродействующие языки, чтобы не «обгонять» кристалл.

Несмотря на то, что данное устройство носит чисто экспериментальный характер, оно было успешно испытано на различных PC-совместимых компьютерах. Однако это не значит, что устройство будет идеально работать в любой системе. Кстати, очень немногие электронные ключи могут функционировать таким образом.

Как правило, необходимо подсоединять и включать принтер для того, чтобы нагрузочные резисторы линий интерфейса, расположенные в принтере, не подгружали ключ. Впрочем, вполне может случиться так, что электронный ключ будет работать и с выключенным принтером, и без принтера вообще.

1	Программируемые компоненты широкого применения	7
2	Программируемые контроллеры	11
3	Применение синтезаторов звука	37
4	Устройства с использованием чип-карт	93

5 ПРИМЕНЕНИЕ ИС ПЛМ

Парные электронные «игральные кости»	142
Декодер для семисегментного индикатора	150

6	Приложения	157
----------	------------	-----

Хотя применений программируемых логических матриц ПЛМ найдено уже очень много, эти компоненты все же не настолько популярны, как ППЗУ. А жаль, поскольку, как будет показано ниже, они могут решать, причем достаточно изящно, некоторые довольно сложные задачи. Но и использование ППЗУ остается вполне конкурентоспособным.

ПАРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ «ИГРАЛЬНЫЕ КОСТИ»

Электронная версия игры в кости является классикой и входит во все каталоги изготовителей наборов для радиолюбителей и сборников схем устройств.

Как правило, требуется по крайней мере четыре или пять корпусов КМОП или TTL, чтобы воспроизвести эквивалент одной единственной кости, снабженной семью светодиодами.

Использование ПЛМ решительно меняет ситуацию в лучшую сторону. Одного корпуса ПЛМ 16R8 вполне достаточно, чтобы создать на этот раз уже парные «кости», в то время как существует возможность сделать не копируемой внутреннюю схему, которую там запрограммировали.

Схема парных «игральных костей», представленная на рис. 5.1, показывает, до какой степени использование пусть даже не совершенной ПЛМ упрощает логические системы: одной единственной интегральной схемы ПЛМ типа 16R8 и одного мультивибратора на двух транзисторах хватает для реализации устройства, имеющего уже довольно сложный алгоритм функционирования.

Тщательное изучение вопросов программирования ПЛМ позволяет создать счетчик/декодер, полностью отвечающий данной задаче. Создается он на базе восьми триггеров и комбинационной схемы, которую содержит эта широко распространенная ПЛМ.

Результатом разработки стала плата, основную часть которой занимают четырнадцать светодиодов, образующих две «игральные кости». Топология печатной платы приведена на рис. 5.2.

По окончании монтажа, выполненного в соответствии с монтажной схемой на рис. 5.3, и подключения плоской батарейки на 4,5 В схема готова к работе. Каждое нажатие на кнопку должно вызывать новое выбрасывание костей, если, конечно, ПЛМ 16R8 была правильно запрограммирована.

Ниже приведена таблица переключений для ПЛМ, реализующей игру в парные игральные кости.

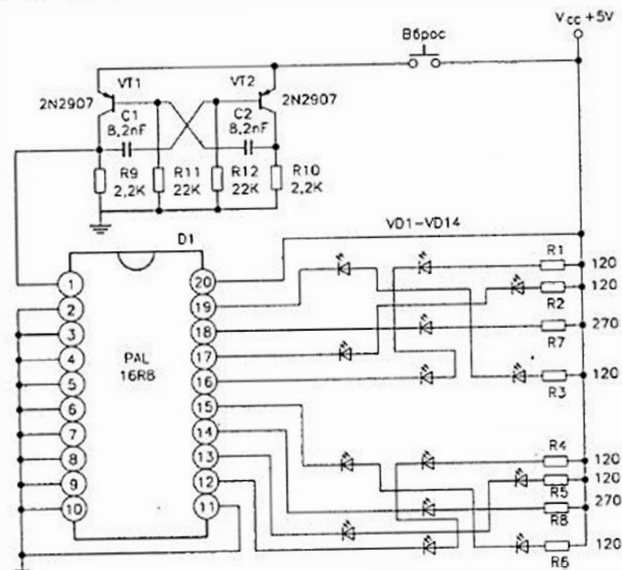


Рис. 5.1. Схема парных «игральных костей»

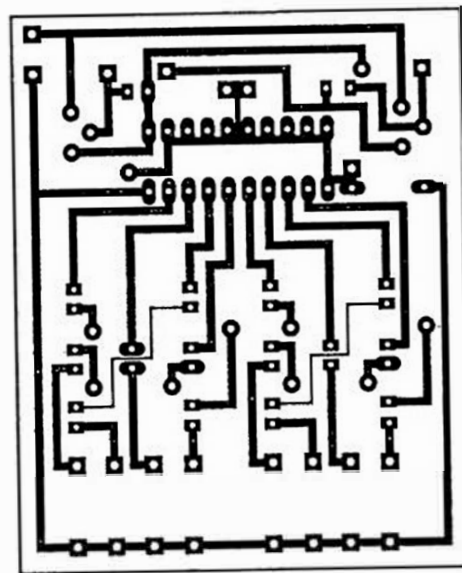


Рис. 5.2. Топология печатной платы парных «игральных костей»

Цель программирования ПЛМ заключается в конфигурировании логической матрицы в соответствии со схемой, приведенной на рис. 5.4. Схема была разработана для реализации на классических элементах – 8 триггерах, 23 логических элементах и 2 транзисторах.

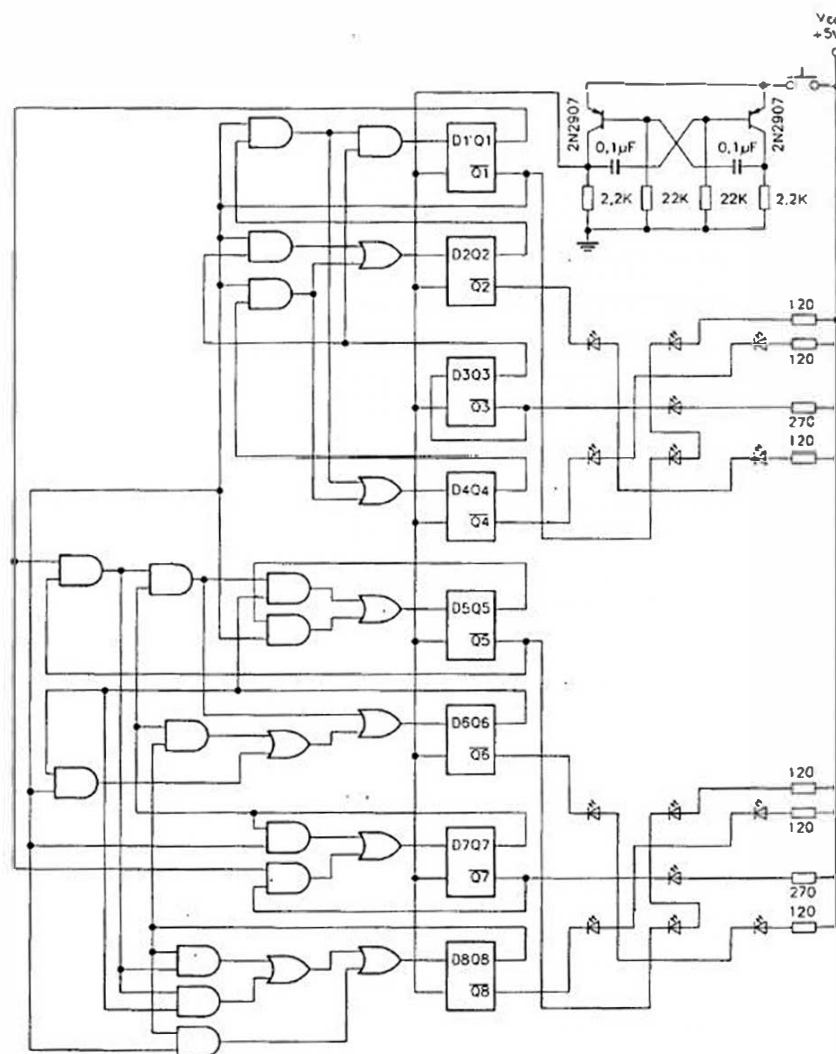


Рис. 5.4. Эквивалентная схема парных «игровых костей»

Чтобы перенести эту схему в ПЛМ, можно, конечно, вручную построить таблицу перемычек, но более удобно составить уравнения традиционными методами.

Достаточно обработать данные уравнения логическим компилятором (при необходимости PALASM), чтобы программа автоматически построила таблицу перемычек и даже создала файл JEDEC, предназначенный для программатора ПЛМ.

Внешний вид устройства приведен на рис. 5.5. Перечень элементов дан в табл. 5.1.

Приведенная выше таблица перемычек полностью описывает программирование ПЛМ 16R8, внутренняя схема которой приведена на рис. 5.6.

Ниже представлены логические уравнения для игры в парные «игральные кости».

$$\begin{aligned} D_1 &= \bar{Q}_1 Q_2 Q_3 \\ D_2 &= \bar{Q}_1 Q_3 + \bar{Q}_1 Q_4 \\ D_3 &= \bar{Q}_3 \\ D_4 &= \bar{Q}_1 Q_2 + \bar{Q}_1 Q_4 \\ D_5 &= \bar{Q}_1 Q_3 + Q_1 \bar{Q}_3 Q_6 Q_7 \\ D_6 &= \bar{Q}_1 Q_6 + Q_1 \bar{Q}_3 Q_7 + Q_1 \bar{Q}_5 Q_8 \\ D_7 &= \bar{Q}_1 Q_7 + Q_1 \bar{Q}_7 \\ D_8 &= \bar{Q}_1 Q_8 + Q_1 Q_5 Q_6 + Q_1 \bar{Q}_5 Q_6 \end{aligned}$$

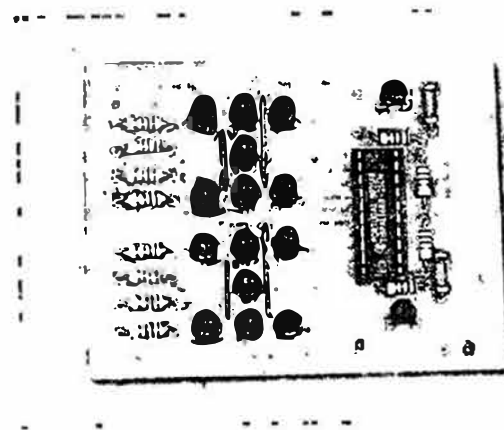


Рис. 5.5. Внешний вид платы парных «игровых костей»

Таблица 5.1. Перечень элементов парных «игральных костей»

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1 – R6	120 Ом	5%, 0,25 Вт
	R7, R8	270 Ом	
	R9, R10	2,2 кОм	
	R11, R12	22 кОм	
Конденсаторы	C1, C2	8,2 нФ	
Транзисторы	VT1, VT2	2N2907	
Интегральные микросхемы	D1	PALC 16R8 CYPRSS или другая PAL 16R8 (в зависимости от программатора)	
Диоды	VD1 – VD14		Красные
Прочее	1 кнопка		
	1 плоская батарейка на 4,5 В или источник напряжения на 5 В		

Ниже представлен файл JEDEC игры.

Written to disk by the SPRINTplus: Logic programmer
for the device Cypress PALC 16R8.

F0.

QF2048.

L0 10111110111110111111111111111111.
L32 10111111111011011111111111111111.
L256 10111101111111111111111111111111.
L512 10101111111110111111111111111111.
L544 10111111111010111111111111111111.
L768 11101110111110111111111111111111.
L800 01111111111111111111111111111111.
L1024 1011111111111011111111101111101.
L1056 1011111111110111111111101101.
L1088 10111111111101111011111111111111.
L1280 10111111111101111101111111111111.
L1312 10111111111101111111011111111111.
L1536 10111111111101110111111111101.
L1568 10111111111101111111111101101.
L1600 101111111111011111111111101111.
L1792 10111111111101110110111111101.
L1824 1011111111110111111111111110.
L2016 000000000000000000000000000000.
C394D.
♥0000

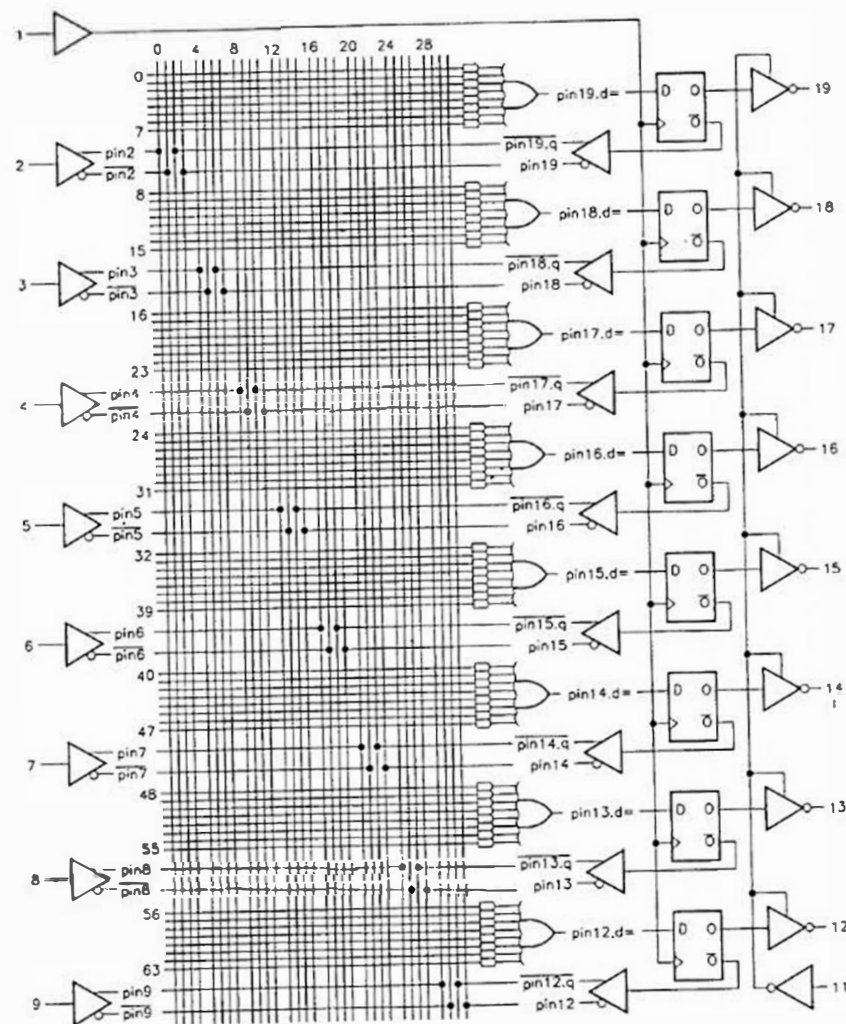


Рис. 5.6. Внутреннее строение ИС ПЛМ 16R8

В таблице перемычек символ X соответствует целой перемычке, а тире указывает на разрушенную.

Из 64 строк таблицы 47 оставлены нетронутыми. Это говорит о том, что данное устройство, которое само по себе является достаточно сложным, не полностью использует ресурсы одной из самых простых ПЛМ (16R8).

Вышеприведенный файл JEDEC не содержит (за исключением последней) строк с нетронутыми перемычками, то есть строк, с которыми программатору действительно нечего делать.

Каждый 0, появляющийся на строке файла JEDEC, соответствует X из таблицы перемычек (то есть нетронутой плавкой перемычке), в то время как каждая 1 файла JEDEC соответствует разрушенной перемычке, показанной в таблице в виде тире.

Каждая строка JEDEC начинается с заглавной буквы L, за которой без пробела идет номер первой перемычки этой самой строки. Затем стоит пробел, потом – описание 32 плавких перемычек этой строки и в конце – звездочка, закрывающая строку.

Нумерация перемычек начинается с нулевой (первой перемычки первой строки) и доходит до 2047 (последней перемычки последней строки). Соответственно, строки нумеруются от 0 до 63, а перемычки в строке – от 0 до 31.

Тогда становится понятным обозначение QF2048*, которое просто напоминает, что ПЛМ 16R8 содержит 2048 перемычек.

Это обозначение необязательно, как и все строки файла JEDEC, которые не начинаются с заглавной L, а следовательно, не описывают строку плавких перемычек (например, ключ управления C349D*).

Те из читателей, которые захотят выполнить рассматриваемое устройство, должны будут сформировать этот файл при помощи простого текстового редактора, а затем использовать его для программирования ПЛМ соответствующим программатором (например, программатором для КМОП ПЛМ фирмы CYPRESS, описанным в книге «Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор»).

Важно отдавать себе отчет в том, что, как и в программе, написанной на машинном языке, одна единственная ошибка в файле JEDEC может сделать запрограммированную ПЛМ абсолютно непригодной.

Обычно файлам JEDEC, записанным на дискетах ПК, дают расширение .jed. В рассматриваемом случае файл парных игральные кости получил имя DICE.JED.

ДЕКОДЕР ДЛЯ СЕМИСЕГМЕНТНОГО ИНДИКАТОРА

В данном разделе стояла задача не столько дать настоящее описание устройства, сколько показать, как технология программируемых компонентов позволяет создать интегральную схему, отсутствующую

в продаже, но, тем не менее, необходимую для выполнения какого-либо специфического приложения.

Поэтому здесь не приводится топология печатной платы, так как реализация на практике созданного таким образом компонента будет зависеть от личных требований каждого отдельного читателя.

Задача состоит в создании интегральной схемы декодера для семисегментного индикатора и микросхемы памяти, специально адаптированной к приемнику-дешифратору сигналов тонального набора DTMF SSI 202, выпущенному фирмой Silicon Systems.

В табл. 5.2 показано, что используемый двоичный код отличается от обычного, в частности, кодированием нуля.

Ниже приведена таблица истинности декодера, использующего ПЛМ.

```
title { декодер 7-сегментного индикатора для SSI 202 }
include pl6r8;
define aa = pin19.d;
define bb = pin18.d;
define cc = pin17.d;
```

Таблица 5.2. Двоичный код SSI 202

Двоичный код				
Знак	D8	D4	D2	D1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
.	1	0	1	1
#	1	1	0	0
A	1	1	0	1
B	1	1	1	0
C	1	1	1	1
D	0	0	0	0

```

define dd = pin16.d;
define ee = pin15.d;
define ff = pin14.d;
define gg = pin13.d;
define AA = pin2;
define BB = pin3;
define CC = pin4;
define DD = pin5;
truth_table {
DD CC BB AA : aa bb cc dd ee ff gg ;
0 0 0 0 : 1 1 1 1 1 0 1 ;
0 0 0 1 : 0 1 1 0 0 0 0 ;
0 0 1 0 : 1 1 0 1 1 0 1 ;
0 0 1 1 : 1 1 1 1 0 0 1 ;
0 1 0 0 : 0 1 1 0 0 1 1 ;
0 1 0 1 : 1 0 1 1 0 1 1 ;
0 1 1 0 : 1 0 1 1 1 1 1 ;
0 1 1 1 : 1 1 1 0 0 0 0 ;
1 0 0 0 : 1 1 1 1 1 1 1 ;
1 0 0 1 : 1 1 1 1 0 1 1 ;
1 0 1 0 : 1 1 1 1 1 1 0 ;
1 0 1 1 : 1 0 0 1 0 0 1 ;
1 1 0 0 : 0 0 1 1 1 1 1 ;
1 1 0 1 : 1 1 1 1 1 1 0 ;
1 1 1 0 : 0 0 1 1 1 1 1 ;
1 1 1 1 : 1 0 0 1 1 1 0 ;
}

```

В данном случае опять очень хорошо подходит ИС ПЛМ 16R8, поскольку восемь триггеров могут служить регистром для хранения цифры или знака, которые будут выводиться на экран.

Благодаря программному компилятору PRO-LOGIC, достаточно составить таблицу истинности, которая показанна выше (и соответствует обозначению сегментов, приведенному на рис. 5.7), чтобы автоматически генерировался файл JEDEC, показанный ниже.

Конечно, этот файл может непосредственно использоваться программатором ПЛМ для трансформации ИС 16R8 в специальную интегральную схему.

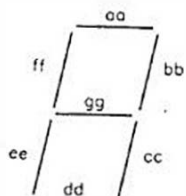


Рис. 5.7. Обозначение сегментов

prologic Compiler
Texas Instruments VI.97
Copyright (C) 1989 INLAB, Inc.
Декодер 7-сегментного индикатора для SSI 202

pl6r8 версия 89.2.11

```

•N_csidpl6r8
•OP20
•OF204
•F0
•L0000 1111111101101111111111111111
•L0032 0111111101111111111111111111
•L0064 1111011111110111111111111111
•L0256 1011011111110111111111111111
•L0288 0111011111110111111111111111
•L0320 0111011111110111111111111111
•L0352 1011111101111111111111111111
•L0384 1111111101110111111111111111
•L0512 1011111111110111111111111111
•L0544 1111111101110111111111111111
•L0576 0111111111110111111111111111
•L0608 1111011111111111111111111111
•L0768 0111011101110111111111111111
•L0800 1111011111110111111111111111
•L0832 1011111111110111111111111111
•L0864 1111111101110111111111111111
•L0896 1011011111111111111111111111
•L0928 1111011111011111111111111111
•L0960 1011111101111111111111111111
•L1024 1111111101110111111111111111
•L1056 1011011111111111111111111111
•L1088 1011111101111111111111111111
•L1280 1011111101110111111111111111
•L1312 1111011101110111111111111111
•L1344 0111011101111111111111111111
•L1376 1011011111011111111111111111
•L1408 1111011101110111111111111111
•L1536 0111011101111111111111111111
•L1568 1111011111011111111111111111
•L1600 1011111101111111111111111111
•L1632 1111011101111111111111111111
•L1664 1011111111110111111111111111
•C78E6
•♥26D6

```

Помимо формирования файла JEDEC, программа PROLOGIC создает целый ряд документов, которые будут приведены ниже:

- упрощенные логические уравнения, вытекающие из таблицы истинности;
- таблица перемычек.

Естественно, этот метод может быть применим к созданию схемы преобразователя, адаптированного к любому коду.

Уравнения декодера:

proLogic Compiler
Texas Instruments VI.97
Copyright (C) 1989 INLAB, Inc.
Signal Specifications

```
pin13.d=
    !pin4 & pin3 & pin2
    ! pin5 & !pin3
    ! pin4 & !pin2
    ! pin4 & !pin3
    !pin5 & !pin2
pin14.d=
    !pin5 & pin4 & !pin2
    ! pin5 & !pin4 & !pin3
    ! pin4 & !pin3 & pin2
    ! pin5 & pin3 & !pin2
    ! pin5 & pin4 & pin3
pin15.d=
    pin5 & pin4
    ! pin3 & !pin2
    !pin4 & !pin2
pin16.d=
    !pin5 & pin4 & !pin3 & pin2
    ! pin5 & pin3
    ! pin5 & !pin2
    ! pin5 & !pin4
    ! pin3 & !pin2
    !pin4 & pin3
    !pin4 & !pin2
pin17.d=
    pin5 & !pin2
    !pin5 & pin4
    !pin5 & pin2
    !pin3
pin18.d=
    !pin5 & !pin3 & !pin2
    !pin5 & pin3 & pin2
    pin5 & !pin3 & pin2
    !pin4 & !pin2
    !pin5 & !pin4
```

```
pin19.d=
    pin5 & !pin4
    ! pin4 & pin2
    !pin5 & pin3
```

Ниже представлена таблица перемычек.

proLogic Compiler

Texas Instruments VI.97

Copyright (C) 1989 INLAB, Inc.

Таблица перемычек

декодера 7-сегментного индикатора для SSI 202

pl6r8 версия 89.2.11

	11	1111	1111	2222	2222	2233	
	0123	4567	8901	2345	6789	0123	4567 8901
0	----	----	-X--	X---	----	----	----
1	X---	----	X---	----	----	----	----
2	----	X---	----	-X--	----	----	----
3	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
4	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
5	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
6	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
7	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
8	-X--	-X--	----	-X--	----	----	----
9	X---	X---	----	X---	----	----	----
10	X---	-X--	----	X---	----	----	----
11	-X--	----	-X--	----	----	----	----
12	----	----	-X--	-X--	----	----	----
13	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
14	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
15	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
16	-X--	----	----	X---	----	----	----
17	----	----	X---	-X--	----	----	----
18	X---	----	----	-X--	----	----	----
19	----	-X--	----	----	----	----	----
20	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
21	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
22	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
23	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
24	X---	-X--	X---	-X--	----	----	----
25	----	X---	----	X---	----	----	----
26	-X--	----	----	X---	----	----	----
27	----	----	-X--	X---	----	----	----
28	-X--	X---	----	----	----	----	----
29	----	X---	-X--	----	----	----	----
30	-X--	----	-X--	----	----	----	----
31	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

pin19.d

pin18.d

pin17.d

pin16.d


```

32 ---- X--- X--- +
33 -X-- X--- +
34 -X-- -X-- +
35 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX + pin15.d
36 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
37 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
38 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
39 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
40 -X-- X--- -X-- +
41 ---- -X-- -X-- X--- +
42 X--- -X-- X--- +
43 -X-- X--- X--- + pin14.d
44 ---- X--- X--- X--- +
45 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
46 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
47 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
48 X--- X--- -X-- +
49 ---- -X-- X--- +
50 -X-- X--- +
51 ---- -X-- X--- + pin13.d
52 -X-- -X-- +
53 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
54 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
55 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
56 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
57 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
58 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
59 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX + pin12.d
60 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
61 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
62 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +

63 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX +
: : : : : : : : :
pin2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 : 9 :
: : : : : : : : :
pin1 18 17 16 15 14 13 11

```

Обозначения:

- X Перемычка сохранена (JEDEC 0).
- Перемычка разрушена (JEDEC 1).
- X- Прямой терм входа. Инверсный терм регистра.
- X Инверсный терм входа. Прямой терм регистра.
- XX Любая пара XX эквивалентна логическому 0.
- Нет соединения. Эквивалентно логической 1.

1	Программируемые компоненты широкого применения	7
2	Программируемые контроллеры	11
3	Применение синтезаторов звука	37
4	Устройства с использованием чип-карт	93
5	Применение ИС ПЛМ	141

6 ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1	158
Приложение 2	167

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Введенный с помощью текстового редактора (а лучше «сканера» в сочетании с программой распознавания знаков) данный файл, состоящий из десятичных величин, может быть напрямую записан в ППЗУ (половину 27С64) с целью его последующего озвучивания через автономное устройство воспроизведения.

При этом данная схема будет играть роль «говорящей сирены», кричащей «Держи вора!», но, к сожалению, понятно это будет только французским ворам, поскольку кричать она будет по-французски.

[illegible]

126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
126	127	126	126	126	126	126	126	126	126	125	126	127
127	126	126	127	125	126	126	125	126	127	124	129	128
129	124	126	123	120	126	125	127	127	127	127	124	128
128	128	129	124	126	122	124	126	127	127	127	126	126
127	127	127	127	126	124	124	124	125	124	127	127	127
127	127	126	125	126	127	122	127	125	131	124	130	127
122	123	122	123	124	125	124	131	126	127	124	129	130
128	130	126	122	125	121	124	126	127	126	127	127	124
131	125	131	125	124	124	124	124	126	127	127	126	129
123	126	123	126	127	135	129	136	128	125	122	118	123
123	125	126	131	127	127	126	129	133	134	130	124	121
117	119	120	125	124	131	124	131	127	124	131	131	124
128	127	120	124	124	124	120	129	116	129	124	137	132
141	128	128	121	117	119	116	121	124	131	124	131	125
131	134	132	132	130	121	120	117	122	119	124	127	127
126	129	130	131	129	130	130	120	124	117	123	123	134
130	136	128	130	122	123	123	123	127	122	125	122	123
121	131	131	134	132	128	125	121	119	122	123	126	126
125	126	127	127	126	129	131	130	130	120	121	115	123
122	133	128	136	191	127	120	127	126	129	124	126	123
122	123	127	127	134	131	128	128	120	123	121	127	124
130	124	124	124	130	126	124	127	122	126	128	133	134
133	128	126	123	116	123	121	122	125	127	127	126	130
129	133	133	128	129	120	121	122	121	126	127	125	127
126	125	128	134	130	124	120	121	121	124	129	130	134
130	124	124	120	121	126	127	127	126	125	127	127	124
128	128	129	124	126	121	127	127	126	124	128	129	127
122	126	122	124	130	128	128	132	130	127	121	127	123
125	127	124	125	124	125	124	131	124	128	124	125	125
127	126	131	127	127	126	127	125	126	124	126	126	129
128	128	130	126	125	124	127	127	124	131	126	125	125
127	126	126	125	124	125	126	126	127	127	126	127	127
126	126	126	124	125	126	127	121	125	125	129	125	128
131	126	126	124	127	124	131	125	125	127	123	127	127
124	124	128	127	124	129	127	126	125	127	127	123	124
131	126	125	128	131	126	125	126	127	127	127	124	129
127	126	126	125	124	128	125	125	126	126	125	130	124

128	129	124	128	130	124	124	124	127	126	127	126	131
127	125	126	126	126	127	124	130	127	125	125	125	126
127	123	127	126	124	131	124	130	126	129	126	126	126
123	124	125	126	127	124	131	126	130	125	127	126	125
124	129	127	127	126	127	124	131	122	124	124	127	124
131	126	126	126	122	124	131	124	131	124	131	126	124
124	131	124	128	124	131	123	127	124	130	126	127	123
127	120	131	127	126	127	124	131	121	128	129	123	124
120	128	128	128	127	124	130	124	131	124	131	124	131
124	130	124	131	126	127	119	127	126	125	129	131	127
126	124	131	126	135	126	129	124	125	119	128	124	129
127	125	120	132	131	127	123	127	119	124	131	127	127
124	128	124	124	123	127	131	124	127	124	129	125	128
125	120	124	126	124	128	124	127	120	124	125	131	127
126	124	128	113	127	127	127	134	132	128	131	124	131
124	132	118	117	120	121	126	136	128	128	128	127	126
139	124	107	108	121	119	143	140	139	134	129	116	136
136	123	108	113	103	127	136	139	124	131	123	125	140
140	111	95	109	99	132	152	144	132	137	123	124	136
128	103	107	95	127	142	136	128	127	112	143	140	131
116	121	107	118	140	131	124	133	119	124	144	131	120
124	107	111	124	131	127	140	131	124	136	128	128	112
83	95	95	135	146	179	131	156	136	148	124	116	71
87	87	127	132	160	144	157	148	147	94	108	81	99
124	155	134	158	136	147	140	137	106	107	87	103	118
139	128	145	132	139	140	144	128	96	115	107	124	152
147	127	140	131	137	128	107	87	111	118	136	140	129
117	129	131	140	128	83	116	131	134	160	145	103	132
136	132	126	113	79	119	139	140	148	147	115	135	138
128	75	92	103	127	184	167	141	156	156	143	132	104
67	79	107	123	148	155	127	156	168	152	96	88	99
95	156	147	118	147	148	159	144	129	71	95	115	124
140	129	111	126	148	136	136	99	71	124	153	132	140
129	127	156	136	112	99	91	103	140	147	127	135	143
143	140	128	35	94	123	120	184	131	159	188	168	128
116	65	62	128	104	123	126	155	156	184	131	63	124
115	124	144	99	111	156	160	128	124	99	92	156	131
118	127	123	125	140	129	105	111	119	144	152	131	125
132	136	140	120	97	95	111	127	133	141	145	145	144
144	99	47	124	113	108	160	107	156	192	160	136	112

112	99	110	107	79	126	150	140	109	95	124	131	140
160	107	124	160	136	120	99	89	126	129	119	118	138
146	148	96	104	136	131	142	131	111	158	162	128	113
107	112	120	120	103	103	125	143	134	136	103	95	156
163	99	124	131	116	172	131	95	126	123	124	131	115
135	135	140	129	67	92	152	115	148	131	119	168	163
108	127	119	124	130	114	125	131	132	129	83	116	134
127	124	131	111	142	152	130	134	129	126	132	131	109
123	116	128	103	95	124	128	128	152	127	127	156	135
126	131	115	132	132	113	124	119	116	120	99	108	136
131	124	135	119	140	160	129	128	129	124	140	129	110
113	115	120	128	105	103	126	148	129	126	135	119	156
160	107	124	129	116	140	115	111	131	119	124	115	79
124	131	108	160	131	124	192	131	126	137	103	148	131
95	124	128	112	97	96	127	127	124	131	115	156	161
129	136	131	116	148	131	110	124	120	120	99	95	127
119	124	139	111	164	147	128	140	113	124	146	107	108
108	108	128	112	83	110	152	131	140	163	119	172	161
99	126	131	108	136	99	95	124	140	129	67	124	147
108	204	131	92	208	131	126	131	63	124	129	99	126
160	128	67	132	131	124	224	131	124	195	128	152	115
79	94	128	99	110	158	128	94	124	147	111	172	131
127	164	144	128	96	96	92	136	107	95	127	143	156
147	75	124	163	118	154	131	95	172	147	91	103	99
123	160	131	111	156	152	119	52	131	111	188	163	102
220	163	132	112	51	92	156	105	127	174	131	36	160
131	92	227	95	124	202	135	95	125	67	78	129	99
126	176	129	32	160	131	127	191	111	127	191	135	111
96	67	88	144	96	116	155	156	184	144	65	124	160
99	140	131	95	188	163	79	110	123	124	152	131	111
168	160	67	39	126	111	156	195	95	188	200	128	96
67	31	126	129	111	200	192	67	148	131	63	188	143
92	184	99	108	128	83	126	135	95	124	176	129	20
128	131	124	226	127	124	209	131	92	89	47	108	145
83	110	172	180	184	160	51	63	142	99	132	131	127
204	192	99	95	99	119	144	131	124	160	129	31	92
99	120	208	147	159	192	144	96	96	35	63	127	135
188	194	47	124	128	129	128	162	123	188	193	103	88
81	75	124	131	111	188	193	71	46	88	112	184	194
127	124	180	129	96	67	43	148	131	135	176	168	148

75	39	95	127	156	161	131	188	192	128	96	67	63
124	129	123	158	176	176	128	35	60	131	127	188	131
126	192	160	98	75	55	95	164	163	172	176	131	14
127	79	124	168	179	188	224	131	84	48	35	63	159
140	216	192	64	127	107	83	108	195	112	240	192	131
60	67	31	124	139	143	188	193	47	31	78	107	124
227	127	188	192	128	96	67	31	126	173	139	172	180
81	47	67	79	150	192	161	188	192	128	96	65	39
95	159	143	188	184	144	35	46	95	95	156	194	156
220	160	104	73	35	55	118	168	168	204	176	131	3
62	83	124	220	160	184	224	160	96	67	15	63	149
163	156	204	176	128	32	95	63	108	225	145	156	196
128	96	59	15	60	168	177	180	192	160	67	28	99
79	124	211	150	220	192	128	60	49	31	95	167	175
204	192	99	15	63	79	126	189	159	190	192	131	60
35	31	111	159	157	192	192	144	67	11	63	111	140
224	187	188	176	128	72	35	39	95	173	180	190	186
148	128	33	47	95	127	236	193	156	192	144	86	43
23	63	127	190	226	208	160	67	28	83	79	127	173
179	228	224	128	80	19	7	63	127	156	252	208	131
28	65	48	104	160	151	188	248	160	128	64	3	31
111	143	190	240	192	96	93	63	63	124	129	158	228
160	128	81	1	63	127	159	172	224	192	131	37	35
63	124	176	163	220	208	160	96	67	3	63	127	175
188	208	160	99	30	63	63	119	165	179	196	200	144
96	65	15	63	125	171	218	224	176	131	7	47	59
111	156	177	208	224	176	96	65	3	31	95	159	188
240	200	160	66	7	47	79	126	191	190	228	200	144
68	19	3	63	127	175	228	224	192	129	3	31	63
108	179	187	220	192	192	80	19	3	63	127	175	252
240	192	131	15	23	63	102	145	179	228	240	192	128
64	3	31	95	143	223	252	208	144	64	3	31	63
127	159	223	234	208	144	72	3	7	63	119	157	236
240	192	136	64	1	31	95	127	191	220	224	192	144
64	11	15	63	127	191	220	224	192	144	64	3	31
95	127	195	222	224	192	144	64	17	7	63	125	179
220	240	192	144	64	3	31	79	125	177	223	220	192
128	64	3	15	79	127	191	252	240	192	128	32	3
47	95	127	191	222	244	200	136	64	1	7	63	127
175	236	248	208	144	96	3	15	61	125	175	220	252

224	160	96	16	3	31	95	151	207	252	232	176	128
80	3	15	79	127	191	254	240	192	144	96	11	11
63	111	175	204	248	224	160	128	80	3	15	63	127
191	252	232	176	160	96	19	3	55	111	159	223	232
224	160	128	64	3	31	95	127	223	252	208	176	144
64	3	15	63	127	191	236	236	208	160	112	80	3
7	63	127	187	252	248	192	160	104	48	3	47	95
159	238	252	220	192	128	88	64	3	31	95	143	223
252	227	156	136	64	3	15	79	127	188	252	232	196
160	99	68	73	3	47	111	159	239	254	227	132	132
65	3	31	87	127	188	251	214	192	160	97	64	72
67	47	111	151	191	252	208	163	108	104	11	55	95
127	188	243	192	176	128	83	57	84	95	63	103	171
188	240	192	163	84	112	67	63	79	123	159	204	200
160	144	128	90	87	95	125	67	77	159	156	208	192
163	95	124	99	79	75	111	135	188	180	156	144	132
112	107	99	122	128	71	95	143	191	190	184	131	124
129	86	87	79	103	126	180	161	151	144	144	128	105
93	115	140	75	63	127	159	194	192	163	99	124	96
83	71	91	120	200	163	155	140	131	104	105	83	95
158	129	67	124	144	181	168	152	99	124	131	100	107
98	115	126	176	132	136	136	131	120	121	99	111	148
160	81	92	131	159	188	184	129	108	147	98	110	87
95	111	172	160	141	136	136	123	126	103	91	127	156
152	83	94	127	143	182	160	131	92	148	113	115	79
95	119	156	162	128	131	132	132	128	113	99	111	140
156	152	83	60	139	142	172	144	135	92	140	116	97
79	111	124	176	140	131	124	140	136	128	102	103	124
149	150	146	115	63	126	144	161	150	142	123	140	144
96	99	91	127	136	168	131	127	135	140	128	120	103
111	124	133	128	140	144	136	83	104	131	124	171	146
147	127	136	103	108	99	95	127	156	153	132	136	128
131	124	115	111	123	125	135	135	129	135	136	131	71
124	131	154	168	160	129	124	136	98	102	87	111	127
168	147	148	130	130	124	115	95	111	127	135	140	139
131	137	145	136	99	63	125	131	156	177	136	129	132
133	98	96	83	95	143	164	163	140	139	116	124	112
97	103	127	139	146	144	131	124	130	121	120	120	124
91	108	155	142	176	162	138	119	120	99	86	115	103
125	156	169	136	144	130	113	111	111	107	127	147	148

144	129	113	112	117	117	121	128	143	146	144	99	102
135	127	148	144	123	123	126	129	112	115	107	126	144
146	131	124	113	124	130	119	119	124	138	140	136	122
117	127	126	128	130	127	127	132	134	127	127	124	107
95	124	129	140	168	135	124	128	114	107	108	119	110
148	140	148	136	128	107	125	111	116	128	140	133	136
128	116	120	120	117	127	127	127	135	136	138	130	124
123	123	124	107	87	124	131	150	176	144	123	108	115
99	118	115	111	143	150	153	136	128	103	118	119	115
119	135	140	158	136	116	105	103	111	124	138	139	143
136	132	130	112	109	111	119	125	139	137	136	128	115
116	130	123	124	137	117	126	132	121	124	121	113	124
136	135	134	139	118	124	120	123	116	132	129	136	136
129	122	116	119	123	127	130	132	138	129	124	125	123
119	122	127	126	133	129	129	129	127	124	115	99	124
131	138	166	145	124	124	111	113	121	117	115	124	143
140	148	128	113	112	115	112	129	128	136	137	129	126
123	113	117	127	127	132	136	132	131	120	120	121	123
119	125	135	132	132	129	122	123	127	127	128	132	115
110	132	131	140	152	131	122	117	107	123	126	127	124
136	131	136	136	128	116	118	115	126	132	131	125	129
130	128	128	120	118	119	123	125	138	134	132	130	121
121	121	123	123	126	130	134	134	128	128	120	119	119
127	128	133	132	132	128	119	110	123	111	136	146	136
187	122	115	125	119	116	131	126	133	140	139	124	128
112	117	127	126	130	132	131	127	124	127	120	124	123
123	125	134	132	136	131	122	123	119	123	127	125	128
133	135	128	131	120	121	123	123	125	131	131	130	128
129	125	125	127	126	115	110	125	122	148	145	140	128
120	115	110	123	116	135	130	131	134	138	131	124	121
115	115	123	131	136	136	132	124	126	123	120	125	125
127	127	127	130	128	131	121	123	123	126	130	130	130
126	126	126	126	125	125	125	126	127	125	128	130	124
124	125	127	126	127	124	129	127	126	126	127	126	124
116	126	123	124	137	136	134	124	123	112	123	122	127
124	131	127	124	135	128	129	124	121	118	123	126	128
134	128	128	130	125	125	127	122	122	127	127	127	128
134	129	124	126	123	121	126	127	127	127	124	129	128

[illegible]

188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213
214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226
227	228	229	230	231	232	233	234	235	237	237	239	239
241	241	243	243	245	245	247	247	249	249	251	251	253
253	255	255										

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П2.1. Перечень полупроводниковых приборов и микросхем, упоминаемых в книге, и их аналоги

Тип прибора	Аналоги	
	Отечественные (СНГ)	Зарубежные
Диоды		
1N4148	КД522	
Транзисторы		
2N2222	КТ3117	BSW64 2N4014
2N2907	КТ313	BSW24 2N4026
Микросхемы		
2764 (27C64)	К573РФ6	N82HS641
27128	К573РФ81	
27256 (27C256)	К573РФ8	
CD4011B	К561ЛА7	
CD4012B	К561ЛА8	
CD4017B	КР1561ИЕ8	MC14017B
CD4040B	КР1561ИЕ20	MC14040B
CD4060B		MC14060B
CD4069B	КР1561ЛН1	MC14069UB
CD4512B	КР1561КП3	MC14512B
74LS00	К555ЛА3 КР1533ЛА3	9L00 (Fairchild)
74LS244	К555АП5 КР1533АП5	
74LS240	К555АП3 КР1533АП3	
74LS373	К555ИР22 КР1533ИР22	
74HC00	КР1564ЛА3	
74HC373	КР1564ИР22	
7805	КР142ЕН5А	LM323
78L05	КР1157ЕН502	LM2931AZ-5
Z80ACPU		Z0840004PSC
LM324	КР1401УД2А	NJM324 MG5224 μPC324
LM386		
NMC9306		
48Z08		M48Z18
BQ4010		
BQ4011		M48Z32
PALC 16R8		PAL 16R8