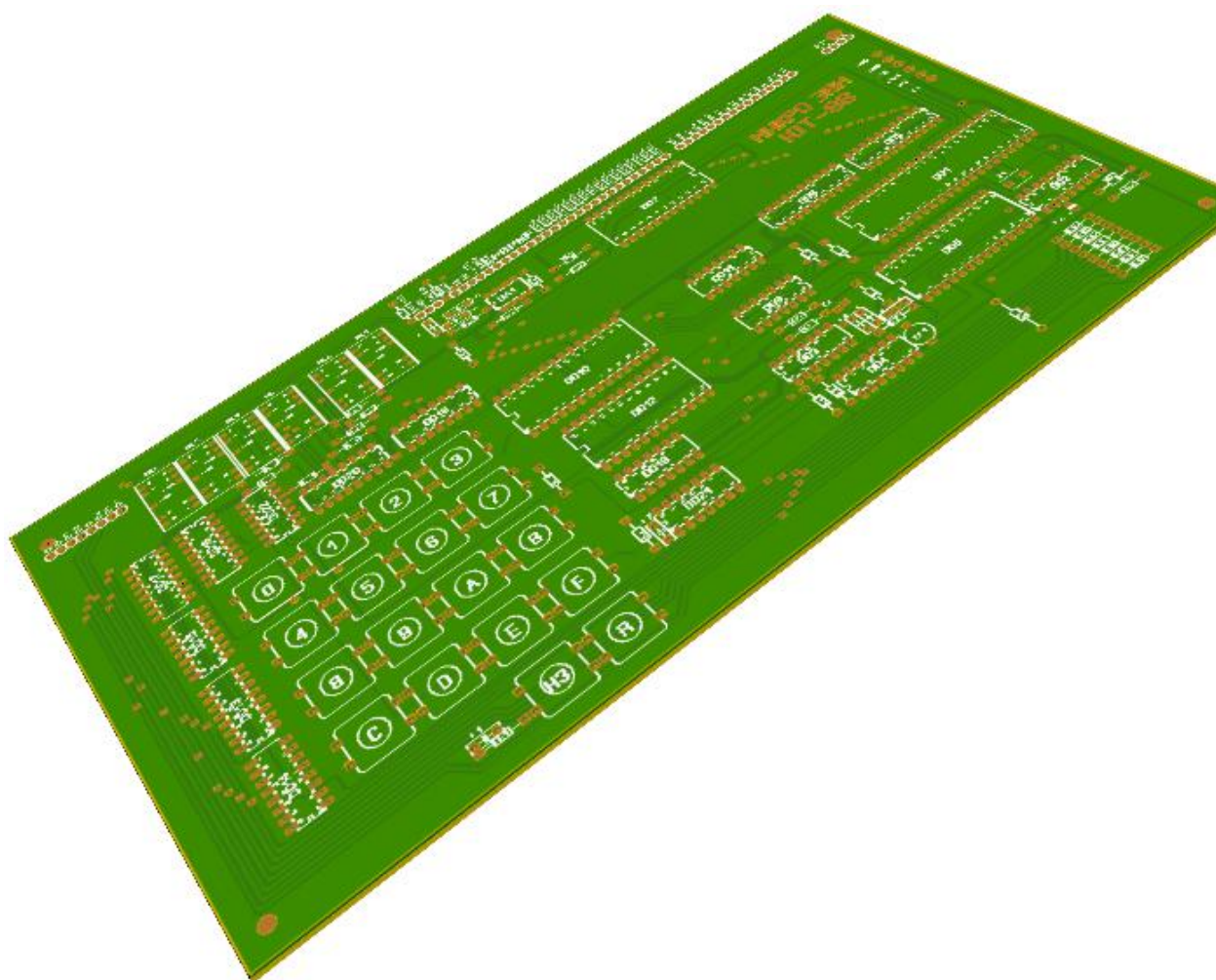


Персональный компьютер ЮТ-88

Руководство по сборке



Введение

Приветствуем тебя, дорогой друг! Наверняка, раз ты читаешь эти строки, значит являешься фанатом компьютера ЮТ-88 и хочешь его собрать.

ЮТ-88 – одна из многих машин, построенных на базе микропроцессора КР580ВМ80А (аналог INTEL 8080А). Свое название компьютер получил во время публикаций в приложении к журналу «Юный Техник».

Описание компьютера

Прежде чем переходить к сборке познакомимся с архитектурой компьютера поподробнее. Схема компьютера приведена на рис.1.

Микросхема DD1 – микропроцессор КР580ВМ80А. Микросхема DD2 КР580ГФ24 предназначена для формирования двух последовательностей тактовых импульсов с заданной частотой и амплитудой. Она включает в себя задающий генератор, стабилизированный внешним кварцевым резонатором Z1 с частотой 16 МГц. Кроме формирователя синхроимпульсов С1 и С2, микросхема DD2 содержит триггеры синхронизации сигналов начальной установки и готовности, а также схему формирования строка состояния /STB, используемого для записи байта состояния при формировании сигналов шины управления.

Как видно, адресная шина (ША) подключается ко многим устройствам. Выходы же микропроцессора КР580ВМ80А выдерживают лишь нагрузку одного входа ТТЛ-микросхем. Поэтому для повышения нагрузочной способности к шине адреса подключены специальные буферные регистры DD5 и DD6 КР580ИР82.

Увеличение нагрузочной способности двунаправленной шины данных обеспечивается с помощью микросхемы системного контроллера DD8 КР580ВК38. Она осуществляет формирование выходных сигналов не только шины данных, но и шины управления. Эта микросхема содержит двунаправленный магистральный формирователь, регистр состояния и схему формирования управляющих сигналов.

Следующий блок микроЭВМ предназначен для кратковременного и долговременного хранения данных и программ. На схеме модуля «ЮТ-88» блок памяти представлен микросхемами ПЗУ КР573РФ6 (DD10) и ОЗУ КР537РУ10 (DD12). Микросхема ПЗУ DD10 предназначены для хранения управляющей программы МОНИТОР.

В состав первого модуля, помимо процессорного блока и блока памяти, входит блок интерфейса, с помощью которого осуществляется ввод и вывод данных. Ввод производится с клавиатуры или с кассетного магнитофона. Вывод – путем индикации на дисплее или записи их на кассетный магнитофон для длительного хранения.

Дисплей – это шесть светодиодных семисегментных индикаторов. Содержимое ячеек памяти с адресами 9000Н, 9001Н и 9002Н отображается на индикаторах в виде шестнадцатеричных цифр.

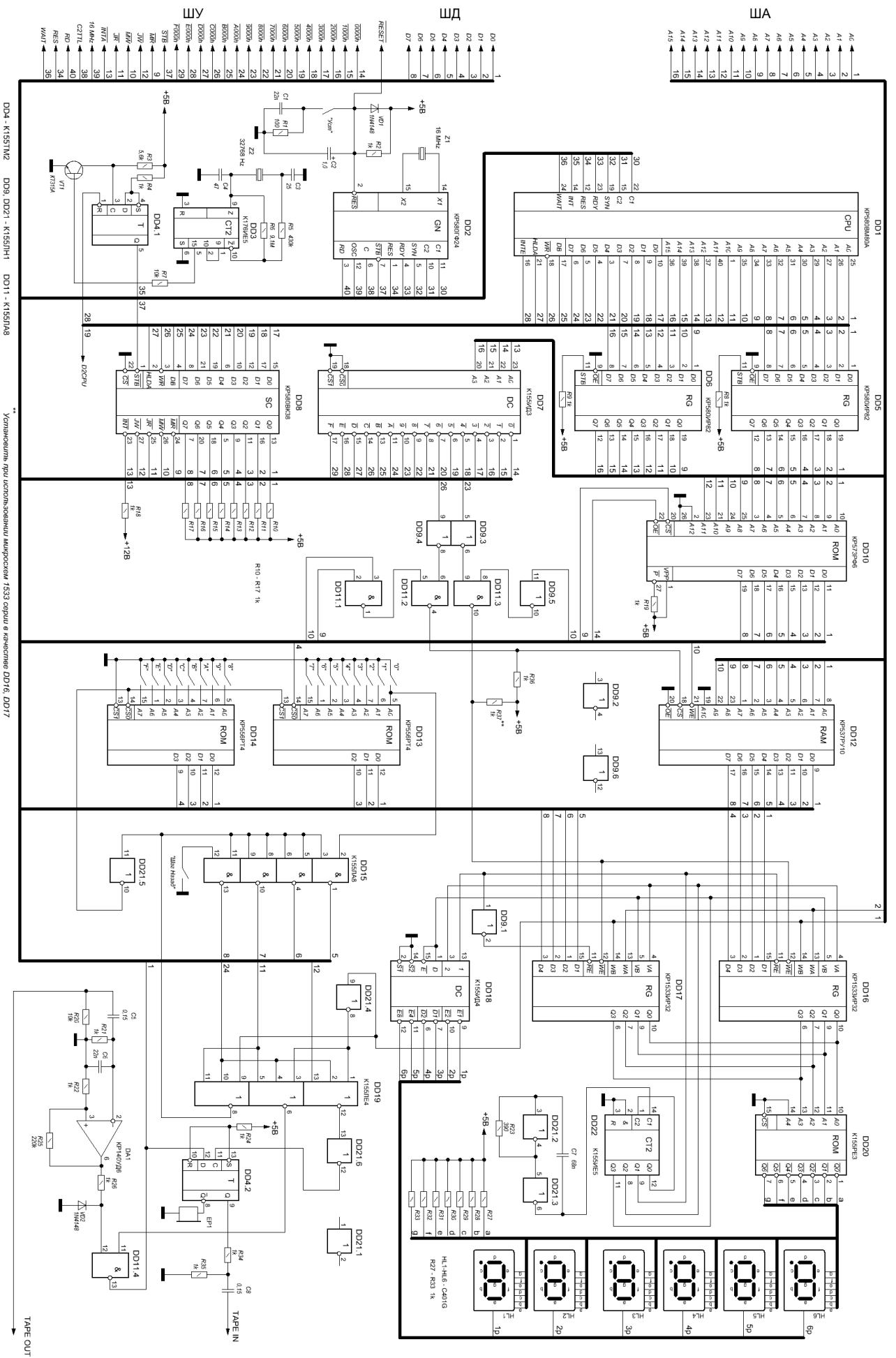


Рис.1 Принципиальная схема компьютера ЮТ-88 в минимальной конфигурации

Основой программного обеспечения микроЭВМ является управляющая программа МОНИТОР объемом 1 Кбайт. Несмотря на столь малый объем, в ней имеются директивы записи, чтения ОЗУ, пуска программ с задаваемого адреса, тестирования ОЗУ и индикаторов, записи и чтения программ с кассетного магнитофона с их последующей проверкой на правильность. Есть возможность пошаговой коррекции содержимого ОЗУ, перемещения программ в новые адреса с их коррекцией, вычисления контрольных сумм, вставки и удаления байтов команд с коррекцией адресов остальной части программы. Минимизация объема МОНИТОРа достигнута прежде всего за счет того, что к наиболее часто используемым подпрограммам ввода/вывода в МОНИТОРе производится обращение не с помощью 3-байтной команды CALL ADR, а с помощью однобайтных команд RST0-RST6.

Встроенная в МОНИТОР программа часов, работающая в режиме прерывания по RST7 от внешнего датчика секунд, позволяет осуществить привязку выполнения программ к реальному времени.

Хранится МОНИТОР в ПЗУ в области памяти 0000H-03FFH. Чтобы его запустить, достаточно произвести начальную установку микроЭВМ, нажав на кнопку «Уст». При работе МОНИТОРа в ОЗУ лишь несколько ячеек используются для стека и хранения промежуточных результатов и данных.

При запуске МОНИТОРа происходит настройка указателя стека и затем, на крайних справа индикаторах появляются две единички. Это означает, что микроЭВМ находится в ожидании ввода директивы с клавиатуры.

Таблица 1. Директивы МОНИТОРа

Клавиша директивы	Параметры директивы	Назначение
0	АДР	Запись данных в ОЗУ с адреса АДР
1	-	Запись данных в ОЗУ с адреса С000H
2	-	Чтение данных из ОЗУ с адреса С000H
3	-	Тест индикации
4	-	Тест ОЗУ
5	АДР	Чтение данных из ОЗУ с адреса АДР
6	-	Пуск программы с адреса С000H
7	АДР	Пуск программы с адреса АДР
8	АДР1, АДР2	Контрольная сумма данных с АДР1 по АДР2
9	АДР1, АДР2	Запись данных на ленту с АДР1 по АДР2
А	АДР	Чтение данных с ленты со смещением, равным АДР
В	-	Индикация времени
С	АДР	Установка времени с АДР С3FDH секунды, С3FEH минуты, С3FFH часы

Все директивы МОНИТОРа задаются шестнадцатеричными цифрами и могут содержать дополнительно до трех параметров. Параметры также вводятся в виде шестнадцатеричных чисел. Их набирают после ввода директивы и контролируют по индикации на дисплее. Поскольку в МОНИТОРе на крайний справа индикатор выводится информация аккумулятора (адрес индикатора 9000H), а на два других индикатора – информация из регистровой пары HL (адреса

9001H, 9002H), то в дальнейшем мы эти индикаторы так и будем называть: индикатор А, индикаторы HL. Перечисленные в таблице директивы относятся к первой основной части МОНИТОРа 0000–01FH. Вторая, вспомогательная часть МОНИТОРа содержит набор программ, обращение к которым производится с помощью директивы «7». Знакомство с директивами МОНИТОРа начнем с директив работы с памятью.

Директива «4» позволяет тестировать ОЗУ микроЭВМ. После нажатия клавиши «4» на индикаторах HL появляется код «С400H», что означает, что вся область ОЗУ от С000H до С3FFH исправна. Тестирование ОЗУ производится последовательной записью в каждую ячейку сначала нулей и их чтением с проверкой на ноль, а затем записью единиц с последующей проверкой качества записи. Если какая-то ячейка памяти неисправна, то ее адрес выводится на индикатор HL. *Пользоваться этой директивой нужно осторожно, так как после прохождения теста ОЗУ все его ячейки заполнятся единицами.*

Директива «1» позволяет осуществлять запись данных в ОЗУ с адреса С000H. После нажатия на кнопку «1» на индикаторах HL появляется код «С000», а на индикаторе А – «00». Последующее нажатие на кнопки приводит к занесению данных в ячейки ОЗУ. Вводимые данные отображаются на индикаторе А, а на индикаторах HL выводятся адреса загружаемых ячеек памяти. Переход от ячейки к ячейке происходит автоматически, с задержкой ~ на 1 с. Так, если после ввода директивы «1» оставить нажатой эту кнопку, то, начиная с ячейки памяти с адресом С000H, во все последующие ячейки будут записываться единицы.

Директива «2» предназначена для просмотра содержимого ячеек памяти, начиная с адреса С000H. После ввода директивы на индикаторах HL появляется адрес «С000», а на индикаторе А – содержимое ячеек памяти С000H. Нажав на любую кнопку, вы перейдете в режим автоматического перелистывания ячеек памяти. *Директива «0»* аналогична директиве «1», однако отличается от нее тем, что после нажатия кнопки «0» необходимо ввести параметр – адрес, начиная с которого будет осуществляться запись данных в ОЗУ. Адрес ячейки памяти при этом индицируется на индикаторе А, а затем, после ввода адреса, появляется уже на индикаторе HL. На индикаторе А высвечивается «00». После этого вводится новая информация в эти и последующие ячейки памяти.

Директива «5» позволяет просматривать ячейки памяти ОЗУ с любого адреса. После нажатия кнопки «5» вводится адрес интересующей ячейки, который сначала индицируется побайтно на индикаторе А, а затем выводится на индикаторы HL. На индикаторе А будет написано содержимое ячейки памяти. Следующие ячейки просматриваются нажатием на любую кнопку.

Особое положение среди директив работы с памятью занимает *директива «Шаг назад»*. Она отсутствует в таблице. Дело в том, что все кнопки в микроЭВМ, кроме кнопки «Шаг назад», имеют двойное функциональное значение. После сброса каждая кнопка служит для ввода директив МОНИТОРа, а при исполнении директив это кнопки шестнадцатеричных цифр. Директива «Шаг назад» имеет отдельную кнопку и может быть введена при исполнении перечисленных выше директив работы с памятью. Предположим,

выполняется директива чтения памяти. На индикаторах HL — адрес «С003», а на индикаторе А — содержимое этой ячейки — «22». После нажатия на кнопку «Шаг назад» на индикаторе А появляются нули и можно вводить новые данные в ячейку с адресом С003Н и последующие адреса. Аналогично применяется директива «Шаг назад» при выполнении других директив работы с памятью.

При работе с памятью полезной может оказаться директива вычисления контрольной суммы. Чтобы получить ее, необходимо нажать на кнопку «8», а затем ввести два параметра — начальный и конечный адрес области памяти, в которой находится контрольная сумма. Так, можно проверить ПЗУ, если задать начальный и конечный адрес МОНИТОРа. Контрольная сумма выводится на индикаторы HL и для МОНИТОРа составляет 0181Н (0000Н–01FFН) и 18ССН (0200Н–03FFН).

Теперь рассмотрим директивы ввода/вывода информации при работе с кассетным магнитофоном. Желательно, чтобы магнитофон имел счетчик ленты, по которому можно было бы найти начало записи. Идентифицировать же запись можно по выводимой при записи и чтении на индикатор HL контрольной суммы информации. Это своего рода паспорт записи.

При записи данных на ленту нажимают кнопку «9», а затем вводят два параметра — начальный и конечный адрес данных. После набора директивы перед вводом младшего байта конечного адреса включают на запись магнитофон и лишь затем вводят последний байт адреса. После этого начинается запись информации на ленту. Скорость записи фиксированная — 1500 бит/с. При выполнении этой директивы на ленту последовательно записываются 256 байт 00, Е6 (байт синхронизации), младший байт начального адреса, старший байт начального адреса, младший байт конечного адреса и старший байт конечного адреса. Завершение выполнения директивы индицируется появлением на индикаторе HL контрольной суммы.

Чтение данных с магнитной ленты в ОЗУ производится по директиве «А». Директива имеет один параметр — смещение. Если смещение равно 0000, то программа считывается в адреса, из которых она была записана. Если запись считана верно, то на индикаторах HL выводится контрольная сумма, которая индицировалась при записи. Итак, чтение записи с магнитофона начинают нажатием кнопки «А» и вводом смещения. Перед вводом последнего полубайта смещения магнитофон включается на воспроизведение, и с началом записи (однотонное звучание) вводится последний полубайт смещения. Считывание записи завершается индикацией контрольной суммы данных, введенных в ОЗУ.

Директив запуска программ две. С помощью директивы «6» осуществляется запуск программы с адреса С000Н, а с помощью директивы «7» программа может быть запущена с адреса, который вводится как параметр директивы. Нажав кнопку «7», набирают адрес пуска программы, контролируя ввод побайтно на индикаторе А. При правильном вводе адрес пуска выводится на индикатор HL. Затем можно вводить параметры запущенной программы. Пользуясь директивой «7», можно применять вспомогательные подпрограммы, входящие во вторую половину МОНИТОРа от 0200Н. до 03FFН. С адреса 0200Н запускается программа копирования данных. Ее

параметрами являются начальный и конечный адреса исходной программы, а также начальный адрес копии. Копирование с помощью этой программы производится как вверх, так и вниз относительно исходной программы и даже на перекрывающиеся области программ с затиранием исходной программы в этих областях.

Предположим, вам необходимо скопировать МОНИТОР с адреса 0100H до 0120H в новые адреса ОЗУ с C100H до C120H. В этом случае должна соблюдаться следующая последовательность нажатия клавиш:

7 0200 0100 0120 C100.

Копирование завершается с появлением двух единичек на индикаторе А. Это значит, что МОНИТОР ожидает ввода следующей директивы.

Проверить копирование данных можно с помощью другой вспомогательной программы сравнения данных двух областей. Ее пусковой адрес 03B2H. У этой программы три параметра: начальный и конечный адреса исходной программы и начальный адрес копии. В продолжение примера с копированием МОНИТОРА приведем последовательность нажатия на клавиши:

7 03B2 0100 0120 C100.

При совпадении исходной программы и копии на всех индикаторах появляются единички. При несовпадении эталона и копии высвечивается адрес с ошибкой копии. При этом возможно исправление ошибки и последующее сравнение данных.

Чтобы скопированная программа могла быть запущена в новых адресах, ее нужно скорректировать с помощью вспомогательной программы - корректора. Ее пусковой адрес 025FH. У программы три параметра: начальный и конечный адреса исходной рабочей программы и начальный адрес корректируемой программы. Для нашего примера с МОНИТОРОМ это будет выглядеть так:

7 025F 0100 0120 C100.

Завершается работа программы появлением единичек на индикаторе А. Если скорректированная программа будет использоваться на другом компьютере, например «МИКРО-80», в адресном пространстве, которое отсутствует в микроЭВМ минимальной конфигурации, то для ее подготовки используется суперкорректор, запускаемый с адреса 02E5H. Параметры суперкорректора: начальный и конечный адреса рабочей программы. Пример с МОНИТОРОМ - рабочая программа подготавливается для работы в F100H - F120H:

7 02E5 C120 F100.

Завершается работа программы появлением единичек на индикаторе А.

При отладке программ может возникнуть необходимость вставки или удаления отдельных байтов. Для этого можно использовать несколько программ.

Программа вставки байта - пусковой адрес 035EH. Параметры программы: адрес того места программы, где необходимо вставить байт, и адрес конца программы. *Программа удаления байта* - пусковой адрес 0388H. Параметры программы: адрес удаляемого байта и адрес конца программы. Программа завершается просмотром оставшейся части программы после адреса удаленного байта.

Программа замены адресов - пусковой адрес 0309H. После пуска

программы вводятся начальный и конечный адреса рабочей программы, а затем старый и новый адреса. Завершается исполнение программы выходом в МОНИТОР и появлением единичек на индикаторе А.

Завершив описание вспомогательных программ МОНИТОРа программой индикации регистров микропроцессора. Эта программа может использоваться при отладке, для чего в отлаживаемую программу с помощью программы вставки байта производится вставка трех байт: CD DD 03. После пуска в требуемом месте отлаживаемой программы происходит остановка, а на индикаторах отображается содержимое регистров HL и ячейки памяти с адресом HL. При нажатии на любую клавишу индицируется содержимое остальных регистров. Выводится оно на индикатор А в следующей последовательности: AF, BC, DE. Затем происходит исполнение программы.

При нажатии кнопки «3» запускается директива тестирования дисплея микроЭВМ. После пуска директивы на всех индикаторах дисплея выводятся последовательно все шестнадцатеричные цифры от 0 до F.

В МОНИТОРе имеется директива начальной установки времени. После нажатия кнопки «С» прерывания запрещаются. Затем следует набрать адрес ячейки памяти C3FDH и последовательно ввести значение секунд, минут и часов. После этого по сигналам точного времени надо нажать кнопку «Уст», пустив тем самым часы и разрешив прерывания.

Имеется в МОНИТОРе и директива индикации времени, для чего достаточно нажать кнопку «В». При этом на индикаторе HL выводятся часы и минуты, а на индикаторе А — секунды. Точность хода часов определяется стабильностью кварцевого генератора.

В состав МОНИТОРа входят ряд подпрограмм ввода/вывода, которые могут быть использованы при составлении программ. Перечислим эти подпрограммы и правила обращения с ними.

1. Подпрограмма записи байта на магнитофон, обращение с помощью команды RST1 (код CF). Код выводимого символа должен храниться в регистре А.

2. Подпрограмма ввода байта с клавиатуры — обращение с помощью команды RST2 (код D7). После возврата из подпрограммы код клавиатуры находится в регистре А микропроцессора.

3. Подпрограмма задержки на секунду — обращение с помощью команды RST3 (код DF).

4. Подпрограмма чтения клавиатуры (проверка активности клавиатуры) — обращение через RST4 (код E7).

5. Подпрограмма индикации содержимого регистра HL и А на индикаторах дисплея микроЭВМ — обращение через команду RST5 (код EF).

6. Подпрограмма ввода двух байтов с клавиатуры в регистр DE — обращение через команду RST6 (код F7).

7. Подпрограммы сравнения адресов, хранимых в регистровых парах DE и BC, — пусковой адрес 0194H и в регистровых парах HL и DE — пусковой адрес 0259H.

8. Подпрограмма чтения байта с магнитофона — пусковой адрес 0128H. После возврата из подпрограммы код считанного символа находится в регистре А микропроцессора.

Эти подпрограммы помогут вам упростить разработку новых программ. Заметим, что для унификации обмена программ с «МИКРО-80» подпрограммы обслуживания кассетного магнитофона (записи и чтения байта) идентичны тем, что использованы в МОНИТОРе «МИКРО-80».

Сборка и наладивание

Сборку компьютера начинают с установки всех конденсаторов и резисторов, затем устанавливают транзистор VT1, диоды, кварцевые резонаторы и светодиодные индикаторы.

Далее устанавливают микросхемы DD9, DD21, DD16 - DD18, DD20 и DD22. Подают питание на схему. На всех индикаторах должно высветиться FFFF FF (в случае использования микросхем КР1533ИР32 должен высветиться код 0000 00). Если наблюдается свечение только одного индикатора - проверяют исправность элементов С7, R23, DD21.3, DD21.4, DD22. Исправность ПЗУ DD20 можно проверить при вынутых микросхемах DD16 и DD17. Адресные входы DD20 (выводы 10, 11, 12, 13) соединяют с общим проводом. При этом на индикаторах должен высветиться код 0000 00. Подавая коды 0001 - 1111 на входы DD20 убеждаются в появлении соответствующих шестнадцатеричных цифр на индикаторах.

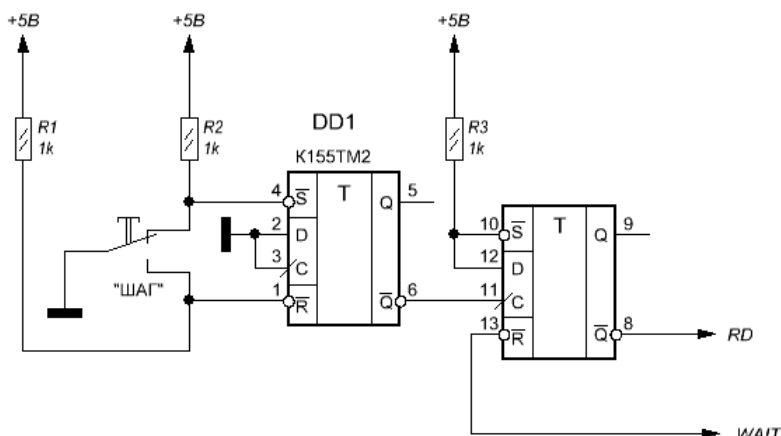
Исправность индикаторов HL1 - HL6 проверяют при вынутой микросхеме DD20. После подачи питания, на всех индикаторах должен появиться код 8888 88. Если какой-либо сегмент не светится - проверяют исправность резисторов R27 - R33.

Если блок индикации работает исправно - переходят к проверке клавиатуры. Для этого устанавливают микросхемы DD13 - DD15. Вывод 11 микросхемы DD21.5 соединяют с шиной +5В (при применении в качестве DD21 К155ЛН1 или К555ЛН1, вывод 11 можно не соединять с шиной +5В). Выводы 12 микросхем DD16 и DD17 соединяют с общим проводом (при применении микросхем КР1533ИР32, дополнительно соединяют выводы А0 и А1 на системном разъеме с общим проводом). Нажимая на различные клавиши, убедитесь в индикации на правом индикаторе кодов нажатых клавиш.

Если клавиатура работает исправно - устанавливают на плату все остальные микросхемы, кроме DD3, DD4, DA1. Вывод 11 микросхемы DD21 отключают от шины +5В. Выводы 12 микросхем DD16 и DD17 отключают от общего провода (снимают перемычку с системного разъема).

После подачи питания, на индикаторах должен высветиться код FFFF 11 (в случае использования микросхем КР1533ИР32 должен высветиться код 0000 11). Нажимают клавишу «3», при этом на индикаторах дисплея выводятся последовательно все

Рис. 2. Схема отладочного узла.



шестнадцатеричные цифры от 0 до F. Если компьютер не реагирует на нажатие клавиш – соберите на отдельной плате узел (рис. 2) и проверьте с его помощью поцикловое исполнение программы МОНИТОР микропроцессором. При однократном нажатии на клавишу «Шаг» микропроцессор переходит в состояние ожидания, что позволяет на индикаторах дисплея контролировать считываемые из ПЗУ коды и их исполнение. Выводы 12 микросхем DD16 и DD17 при этом соединяют с общим проводом. Поскольку микросхема DD11 имеет выход с открытым коллектором, ее можно не отключать от микросхем DD16 и DD17.

После нажатия кнопки «Уст» на правом индикаторе должен появиться код «31». Последовательно нажимая кнопку «Шаг» на отладочном модуле, проконтролируйте выполнение первых команд МОНИТОРа. В частности, после двенадцати нажатий на правом индикаторе должны появиться две единицы при этом на адресной шине должен быть код адреса /9000H, а на шине управления – активный сигнал /MW (в журнале, по ошибке, написано про 9 нажатий; после 9 нажатий на индикаторе должен быть код «32»).

После устранения обнаруженных неисправностей, добившись исполнения первых команд МОНИТОРа в шаговом режиме, отключите дополнительный узел.

Если по-прежнему компьютер не реагирует на нажатие клавиш – проверяют осциллографом сигнал выборки клавиатуры на выводе 10 микросхемы DD21.5. В случае наличия на выводе 10 DD21.5 постоянного логического уровня проверяют исправность микросхем DD9, DD11, DD19, DD21. Если указанные микросхемы исправны, но на выводе 10 DD21.5, проверяют осциллографом наличие импульсов на выводе 18 DD12. Импульсы есть – заменяют ОЗУ DD12, если импульсов нет – проверяют исправность микросхемы DD7.

Установите микросхемы DD3, DD4 и пьезодинамик EP1, и, нажав клавишу «В», проверьте индикацию времени, смену показаний на правом индикаторе каждую секунду. Опробуйте директиву установки времени «С». Пуск часов производите по сигналам точного времени нажатием кнопки «Уст».

Затем переходят к проверке директив работы с кассетным магнитофоном. Для проверки директивы «9» соедините выход 9 микросхемы DD4.2 со входом осциллографа, нажмите на клавишу «9» и наберите адреса D000H – FFFFH. На экране должна появиться непрерывная последовательность импульсов, а в динамике EP1 должен появиться характерный звук.

Записанную на магнитофон информацию используют для проверки работы формирователя импульсов на микросхеме DA1.

Устанавливают микросхему DA1 и включают магнитофон на воспроизведение. С помощью осциллографа проверяют наличие на выводе 6 микросхемы DA1 последовательности прямоугольных импульсов.

Внимание! Все изменения в схеме необходимо производить при выключенном питании!

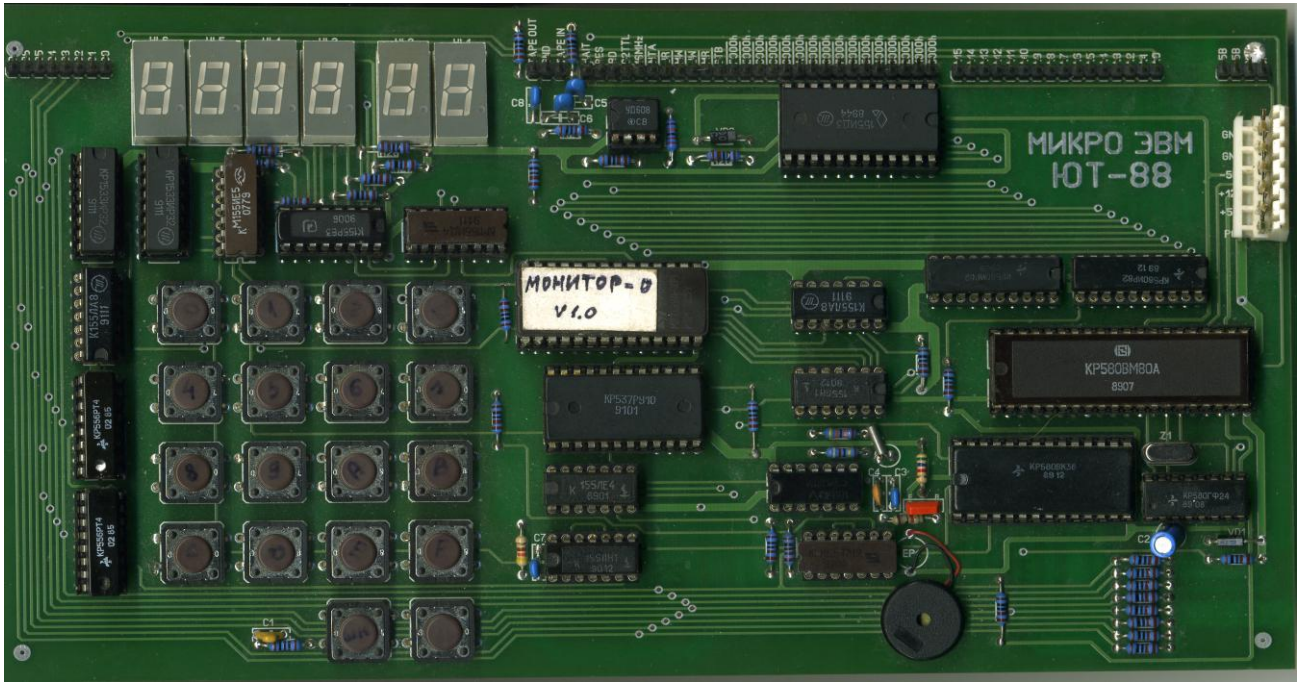


Рис. 3 Внешний вид компьютера ЮТ-88 в минимальной конфигурации

Приложение

Таблица 2.

Микросхема	Аналог	Примечания
DD1 KP580BM80A	8080A	
DD2 KP580ГФ24	8224	
DD3 K176ИЕ5	CD4033E	
DD4 K155TM2	K133TM2, K555TM2, K1533TM2, SN5474, SN7474, SN74LS74	
DD5, DD6 KP580ИР82	8282	
DD7 K155ИД3	K133ИД3, SN54154 SN74154	
DD8 KP580BK38	KP580BK28, 8228, 8238	
DD9, DD21 K155ЛН1	K133ЛН1, K555ЛН1, K1533ЛН1, SN7404	В качестве DD21 использовать только K155ЛН1 или SN7404, иначе возможна неустойчивая работа блока индикации.
DD10 KP573PФ6	KP573PФ4, KP573PФ71, 2764, 27128	
DD11, DD15 K155ЛА8	K133ЛА8, K555ЛА8, K1533ЛА8, SN5401, SN7401, SN74ALS01	
DD12 KP537PY10	HM6516	
DD13, DD14 KP556PT4	3604	
DD16, DD17 K155PП1	K155ИР26, K555ИР26, K155ИР32, K555ИР32, 74170, KP1533ИР32, SN54ALS170	При применении микросхем KP1522ИР32 или SN54ALS170, подтянуть вывод 10 DD11 через резистор сопротивлением 1к к шине +5В
DD18 K155ИД4	K133ИД4, SN54155, SN74155	
DD19 K155ЛЕ4	K555ЛЕ4, SN7427, SN74LS27	
DD20 K155PE3	N8223B	
DD22 K155ИЕ5	K133ИЕ5, K555ИЕ5, SN5493A, SN7493A	
DA1 KP140УД6	KP140УД608, MC1456P, MC1456CG	

Таблица 3.

Микросхема	Ток потребления*, мА		
	+5В	+12В	-5В
DD1 KP580BM80A	50	70	1
DD2 KP580ГФ24	30	95	-

DD3 K176ИЕ5	0,3	-	-
DD4 K155ТМ2	30	-	-
DD5, DD6 КР580ИР82	160	-	-
DD7 K155ИД3	56	-	-
DD8 КР580ВК38	100	-	-
DD9, DD21 K155ЛН1	33	-	-
DD10 КР573РФ6	120	-	-
DD11, DD15 K155ЛА8	22	-	-
DD12 КР537РУ10	70	-	-
DD13, DD14 КР556РТ4	130	-	-
DD16, DD17 K155РП1	150	-	-
DD18 K155ИД4	40	-	-
DD19 K155ЛЕ4	26	-	-
DD20 K155РЕ3	110	-	-
DD22 K155ИЕ5	39	-	-
DA1 КР140УД6	5	-	5
Итого:	1644,3	165	6

* максимальный ток, потребляемый микросхемой

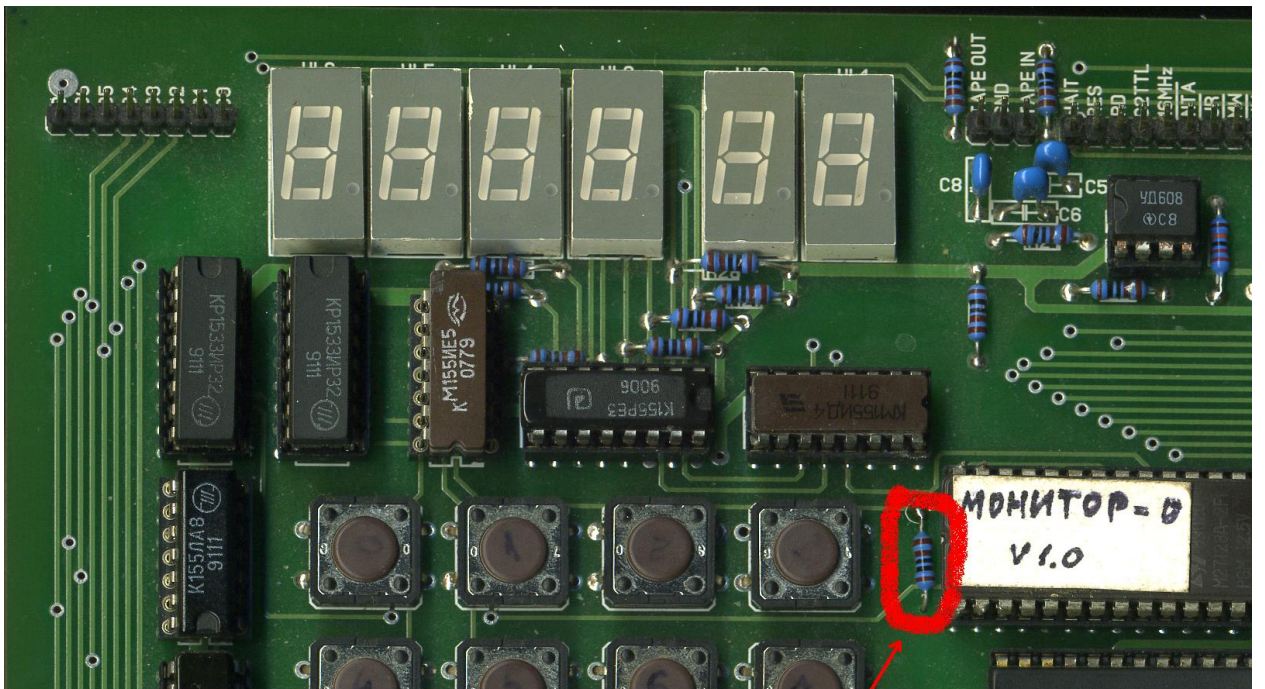
Таблица 4. Перечень элементов, используемых в компьютере

Позиция	Номинал	Количество
DD1	КР580ВМ80А	1
DD2	КР580ГФ24	1
DD3	K176ИЕ5	1
DD4	K155ТМ2	1
DD5, DD6	КР580ИР82	2
DD7	K155ИД3	1
DD8	КР580ВК38	1
DD9, DD21	K155ЛН1	2
DD10	КР573РФ6	1
DD11, DD15	K155ЛА8	2
DD12	КР537РУ10	1
DD13, DD14	КР556РТ4	2
DD16, DD17	K155РП1	2
DD18	K155ИД4	1
DD19	K155ЛЕ4	1
DD20	K155РЕ3	1
DD22	K155ИЕ5	1
DA1	КР140УД6	1
C1, C6	22нФ	2
C2	1мкФ x 16В	1
C3	25пФ	1
C4	47пФ	1
C5, C8	0,15мкФ	2
C7	68нФ	1

HL1 - HL6	C-401G	6
R1	100 Ом	1
R2, R4, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R21, R22, R24, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36	1 кОм	28
R3	5,6 кОм	1
R5	430 кОм	1
R6	9,1 МОм	1
R7, R20	10 кОм	2
R23	390 Ом	1
R25	220 кОм	1
VD1, VD2	1N4148	2
VT1	КТ315А	1
Z1	16 МГц	1
Z2	32768 Гц	1
EP1	KPR-1720	1
Кнопки для клавиатуры	TS31043N или TS33073N (под колпачок)	18
Блокировочные конденсаторы	(0,1 - 0,68) мкФ	27

Таблица 5. Системный разъем

Контакт	Описание
D0 - D7	Шина данных
A0 - A15	Шина адреса
TAPE OUT	Вывод данных на магнитофон
TAPE IN	Чтение данных с магнитофона
WAIT	Сигнал «Ожидание»
RES	Установка в исходное состояние
RD	Сигнал «Готовность»
C2TTL	Тактовый сигнал, синхронный с фазой C2
16MHz	Тактовый сигнал с частотой кварца Z1
/INTA	Подтверждение запроса прерывания
/JR	Чтение порта ВВ
/MW	Запись в память
/JW	Запись в порт ВВ
/MR	Чтение памяти
/STB	Стrobe-сигнал состояния
/0000h - /F000h	Сигналы выборки адресного пространства
+5В	Питание +5В
GND	Общий



Установить резистор 1к между шиной +5В и 10 выводом DD11 при замене микросхем К155РП1 на КР1533ИР32

Рис. 4 Доработка печатной платы для установки микросхем КР1533ИР32

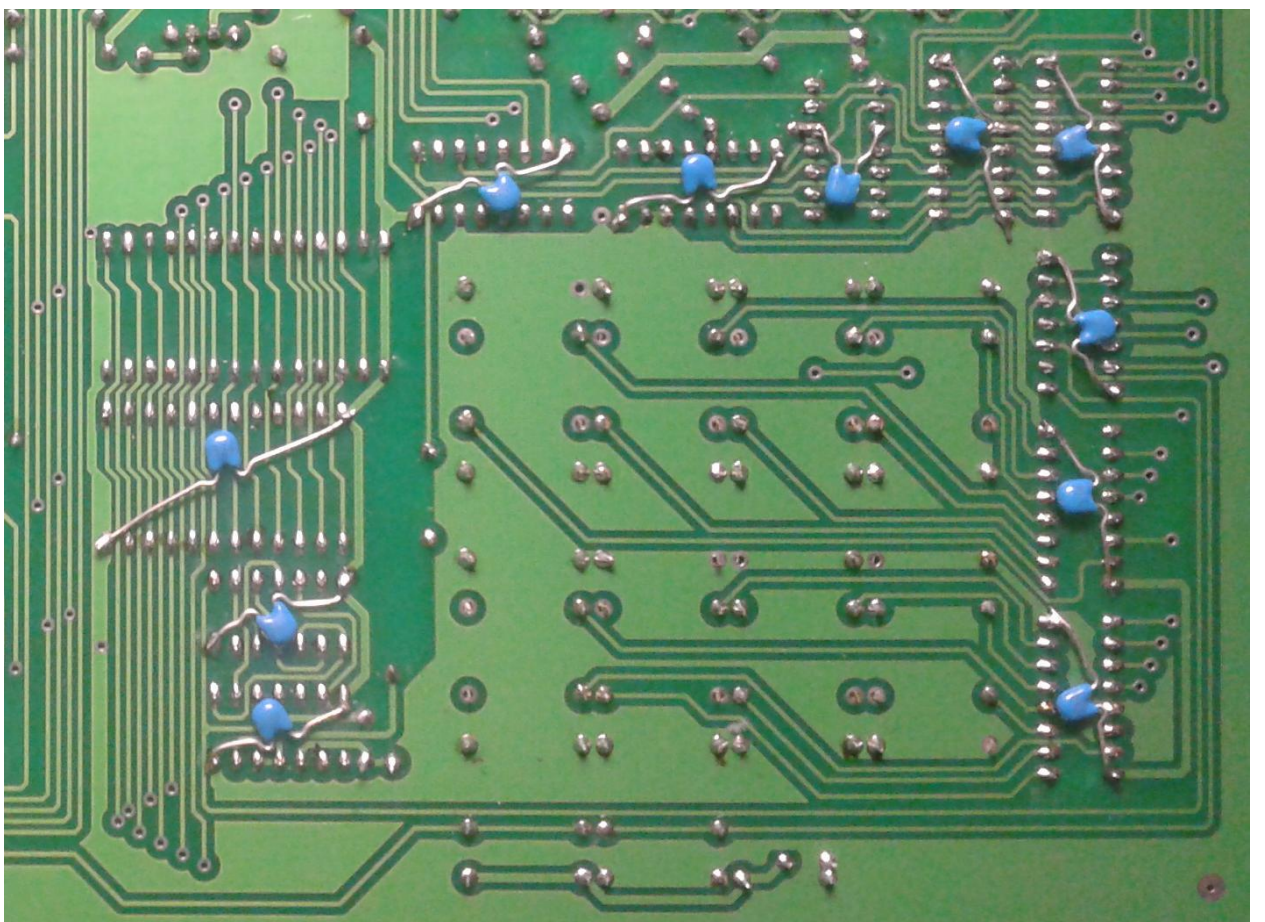
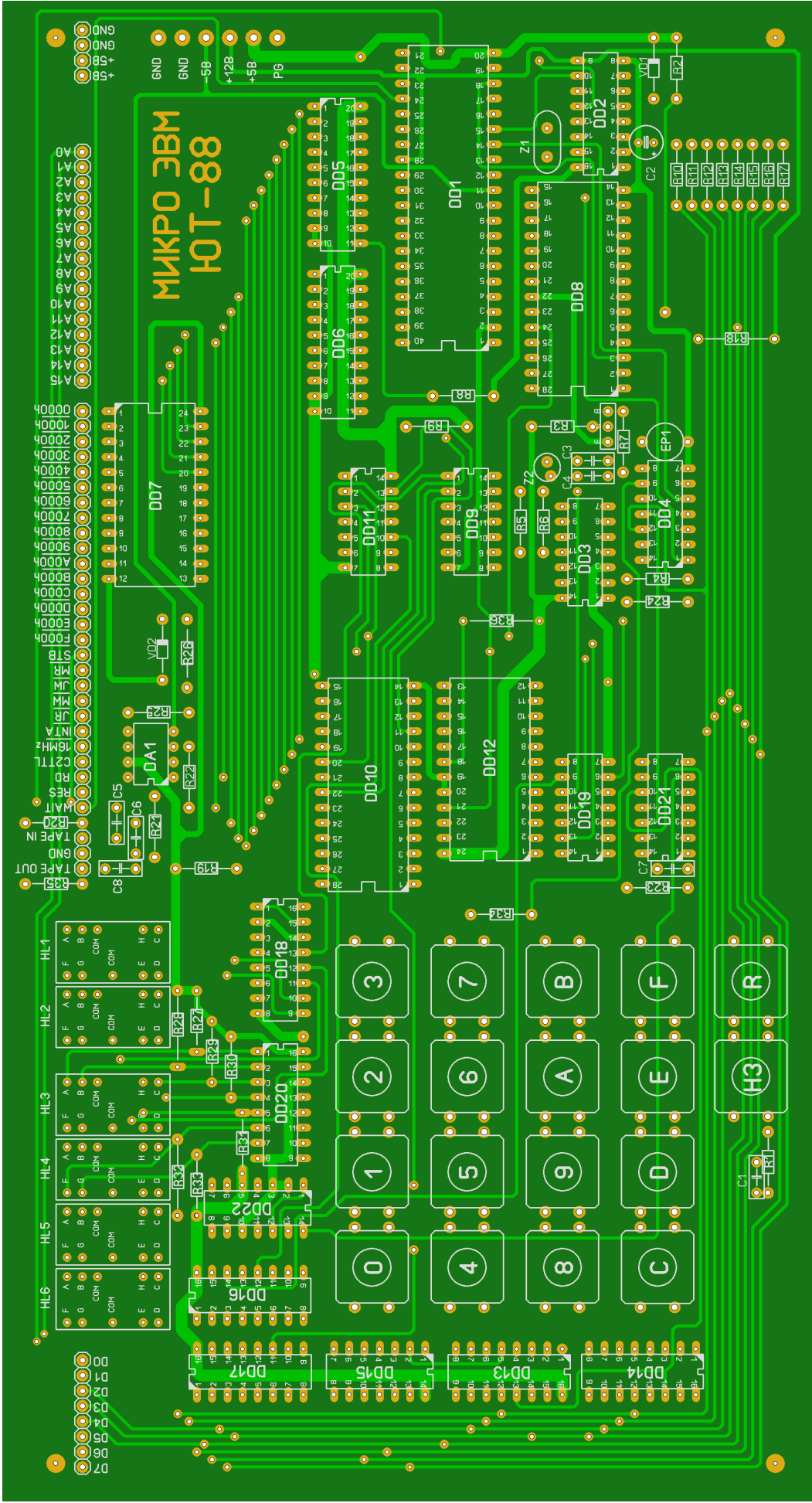
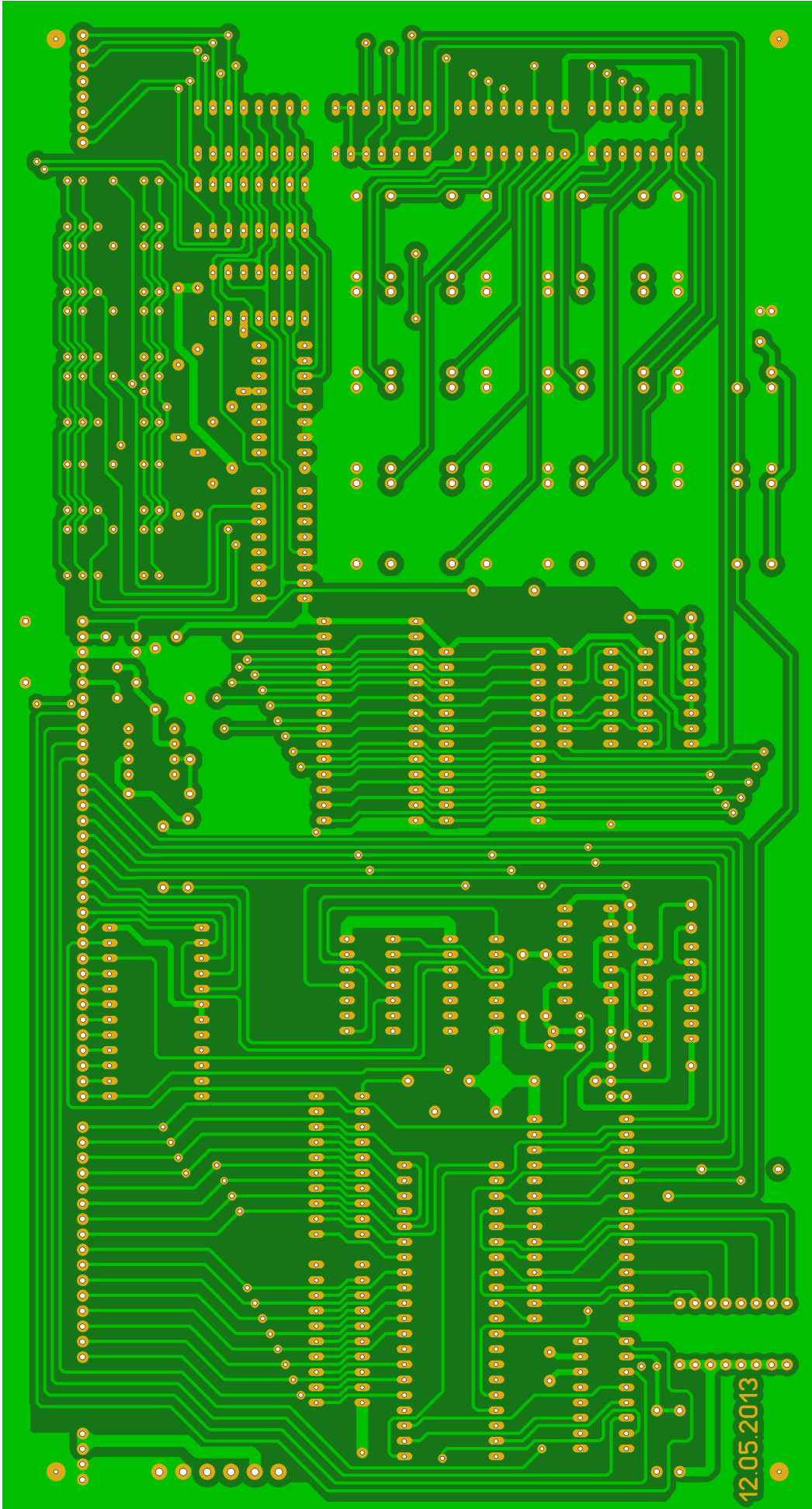


Рис. 5 Выводы питания микросхем шунтируются конденсаторами с емкостью (0,1 - 0,68)мкФ





Содержимое ПЗУ DD20 (K155PE3)

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
0000:	3F	06	5B	4F	66	6D	7D	07	7F	6F	77	7C	39	5E	79	71
0010:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Содержимое ПЗУ DD13 (KP556PT4)

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
0000:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0010:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0020:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0030:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0040:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0050:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0060:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0070:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	07
0080:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0090:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00A0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00B0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	06
00C0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00D0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	05
00E0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	04
00F0:	00	00	00	00	00	00	00	03	00	00	00	02	00	01	00	00

Содержимое ПЗУ DD14 (KP556PT4)

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
0000:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0010:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0020:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0030:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0040:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0050:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0060:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0070:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0F
0080:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0090:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00A0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00B0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0E
00C0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00D0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0D
00E0:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0C
00F0:	00	00	00	00	00	00	00	0B	00	00	00	0A	00	09	08	07

Содержимое ПЗУ DD10 (KP573PФ6)

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
0000:	31	EE	C3	3E	11	C3	3B	00	C3	00	01	F7	EB	C3	7D	00
0010:	D5	AF	57	E7	07	C3	47	00	E5	F5	21	50	66	C3	56	00
0020:	DF	C3	5F	00	00	C3	00	C0	32	00	90	22	01	90	C9	00
0030:	F5	D7	57	D7	5F	F1	C9	00	C3	C1	00	FB	32	00	90	E7
0040:	C6	F3	26	00	6F	6E	E9	07	07	07	B2	57	32	00	90	E7
0050:	B2	32	00	90	D1	C9	2B	7D	B4	C2	56	00	F1	E1	C9	DB
0060:	A0	C6	00	CA	5F	00	FE	80	CA	6E	00	E6	0F	C9	2B	3B
0070:	3B	AF	EF	D7	77	DF	23	C3	71	00	21	00	C0	E7	7E	EF
0080:	23	C3	7D	00	F7	EB	AF	EF	DF	E9	21	00	C0	C3	71	00
0090:	F3	F7	EB	C3	71	00	AF	67	6F	EF	DF	C6	11	FE	10	C2

00A0:	97	00	C7	21	00	C0	AF	77	7E	B7	C2	BB	00	3D	77	7E
00B0:	3C	C2	BB	00	23	7C	E6	04	CA	A6	00	7E	EF	E7	C3	A6
00C0:	00	F3	F5	C5	D5	E5	21	E4	00	11	FD	C3	06	03	1A	3C
00D0:	27	12	BE	C2	DE	00	AF	12	23	13	05	C2	CE	00	E1	D1
00E0:	C1	F1	FB	C9	60	60	24	C3	9A	01	C3	C2	01	C3	75	01
00F0:	C3	F5	01	91	8A	7A	96	A3	0B	25	84	ED	E7	EA	F0	90
0100:	C5	D5	F5	57	0E	08	7A	07	57	3E	01	AA	D3	A1	CD	21
0110:	01	3E	00	AA	D3	A1	CD	21	01	0D	C2	06	01	F1	D1	C1
0120:	C9	06	1E	05	C2	23	01	C9	C5	D5	0E	00	57	DB	A1	5F
0130:	79	E6	7F	07	4F	DB	A1	BB	CA	35	01	E6	01	B1	4F	CD
0140:	6E	01	DB	A1	5F	7A	B7	F2	63	01	79	FE	E6	C2	57	01
0150:	AF	32	FC	C3	C3	61	01	FE	19	C2	30	01	3E	FF	32	FC
0160:	C3	16	09	15	C2	30	01	3A	FC	C3	A9	D1	C1	C9	06	2D
0170:	05	C2	70	01	C9	C5	D5	E5	F5	F7	42	4B	F7	2E	00	65
0180:	0A	D5	5F	16	00	19	D1	CD	94	01	03	C2	80	01	EF	F1
0190:	E1	D1	C1	C7	7A	B8	C0	7B	B9	C9	C5	D5	E5	F5	F7	42
01A0:	4B	F7	C5	AF	6F	CF	2C	C2	A5	01	3E	E6	CF	78	CF	79
01B0:	CF	7A	CF	7B	CF	0A	CF	CD	94	01	03	C2	B5	01	C1	C3
01C0:	7D	01	C5	D5	E5	F5	F7	3E	FF	CD	28	01	67	CD	EE	01
01D0:	6F	19	44	4D	C5	CD	EE	01	67	CD	EE	01	6F	19	EB	CD
01E0:	EE	01	02	CD	94	01	03	C2	DF	01	C1	C3	7D	01	3E	08
01F0:	CD	28	01	C9	00	2A	FE	C3	3A	FD	C3	EF	DF	C3	F5	01
0200:	CD	24	02	DA	0A	02	CD	0E	02	C7	CD	19	02	C7	1A	77
0210:	CD	94	01	1B	2B	C2	0E	02	C9	0A	77	CD	94	01	03	23
0220:	C2	19	02	C9	F7	D5	F7	EB	22	F2	C3	E1	22	F0	C3	F7
0230:	EB	22	F4	C3	7D	93	6F	7C	9A	67	22	F8	C3	4D	44	2A
0240:	F2	C3	E5	09	22	F6	C3	2A	F0	C3	4D	44	D1	2A	F4	C3
0250:	7D	91	7C	98	D8	2A	F6	C3	C9	7C	BA	C0	7D	BB	C9	CD
0260:	24	02	CD	66	02	C7	2A	F4	C3	56	E5	CD	B9	02	60	E3
0270:	78	FE	03	C2	A5	02	23	4E	23	46	2B	E5	2A	F0	C3	79
0280:	95	78	9C	DA	A3	02	2A	F2	C3	7D	91	7C	98	DA	A3	02
0290:	2A	F8	C3	7D	81	5F	7C	88	57	E1	73	23	72	23	33	33
02A0:	C3	AB	02	E1	2B	C1	23	05	C2	A6	02	5D	54	2A	F6	C3
02B0:	23	CD	59	02	EB	C2	69	02	C9	01	06	03	21	D3	02	7A
02C0:	A6	23	BE	C8	23	0D	C2	BF	02	0E	03	05	78	FE	01	C2
02D0:	BF	02	C9	FF	CD	C7	C4	FF	C3	C7	C2	E7	22	CF	01	C7
02E0:	06	C7	C6	F7	D3	F7	EB	22	F0	C3	22	F4	C3	E5	F7	EB
02F0:	22	F2	C3	22	F6	C3	F7	EB	22	FA	C3	D1	7D	93	6F	7C
0300:	9A	67	22	F8	C3	CD	66	02	C7	F7	D5	F7	EB	22	F2	C3
0310:	F7	EB	22	FA	C3	F7	EB	22	EE	C3	E1	22	F0	C3	56	E5
0320:	CD	B9	02	60	E3	78	FE	03	C2	4A	03	23	5E	23	56	2B
0330:	E5	2A	FA	C3	CD	59	02	C2	48	03	2A	EE	C3	EB	E1	73
0340:	23	72	23	33	33	C3	50	03	E1	2B	C1	23	05	C2	4B	03
0350:	5D	54	2A	F2	C3	23	CD	59	02	EB	C2	1E	03	C7	F7	EB
0360:	22	F0	C3	4D	44	F7	6B	62	22	F2	C3	23	22	F6	C3	CD
0370:	0E	02	AF	77	E5	23	22	F4	C3	21	01	00	22	F8	C3	CD
0380:	66	02	E1	7E	EF	D7	77	C7	F7	EB	22	F0	C3	22	F4	C3
0390:	4D	44	E5	F7	6B	62	22	F2	C3	E1	C5	03	CD	19	02	AF
03A0:	77	2B	22	F6	C3	21	FF	FF	22	F8	C3	CD	66	02	E1	C3
03B0:	7D	00	F7	4B	42	F7	D5	F7	EB	D1	0A	BE	C2	D4	03	79
03C0:	BB	C2	CF	03	78	BA	C2	CF	03	3E	11	6F	67	EF	C7	03
03D0:	23	C3	BA	03	F5	7E	EF	D7	77	F1	C3	BA	03	C5	D5	E5
03E0:	F5	7E	EF	E7	E3	3E	AF	EF	E7	E3	69	60	3E	BC	EF	E7
03F0:	EB	3E	DE	EF	E7	F1	E1	D1	C1	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF