

Основы электроники 47 группа на 11.04.2022 Андреева НИ (две пары)

Прочитайте. Запишите конспект.

Придете в техникум проверю и поставлю оценки

Тема 3.3. Микропроцессоры и микро ЭВМ в автоматизации производственных процессов.

Микропроцессорные системы

Микропроцессорные системы предназначены для автоматизации обработки информации и управления различными процессами.

Микропроцессорная система включает в себя **аппаратное обеспечение** или по-английски – hardware и **программное обеспечение** (ПО) - software.

Цифровая информация

Микропроцессорная система работает с **цифровой информацией**, которая представляет собой последовательность цифровых кодов.

В основе любой микропроцессорной системы лежит **микропроцессор**, который способен воспринимать только двоичные числа (составленные из 0 и 1). Двоичные числа записываются посредством двоичной системы счисления. *Например, в повседневной жизни мы пользуемся десятичной системой счисления, в которой для записи чисел используются десять символов или цифр 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9. Соответственно в двоичной системе таких символов (или цифр) всего два – 0 и 1.*

Рассмотрим единицы измерения цифровой информации:

Бит (от английского "Binary digit" - двоичная цифра) принимает только два значения: 0 или 1.

Бит – наименьшая единица представления информации.

Байт - наименьшая единица обработки информации. Байт — часть машинного слова, состоящая обычно из 8 бит и используемая как единица количества информации при её хранении, передаче и обработке на ЭВМ. Байт служит для представления букв, слогов и специальных символов (занимающих обычно все 8 бит) или десятичных цифр (по 2 цифры в 1 байт).

Два взаимосвязанных байта называется словом, 4 байта – двойное слово, 8 байт – учетверённое слово.

Почти вся информация, которая нас окружает, является аналоговой. Поэтому, прежде чем информация попадёт на обработку в процессор, она подвергается преобразованию посредством АЦП (аналого-цифровой преобразователь). Кроме того, информация кодируется в определённом формате и может быть числовой, логической, текстовой (символьной), графической, видео и др.

Запись одного символа осуществляется одним байтом, который может принимать 256 значений.

Графическая информация разбивается на точки (пиксели) и производится кодирование цвета и положение каждой точки по горизонтали и вертикали.

Кроме двоичной и десятичной системы в МС используют шестнадцатеричную систему, в которой для записи чисел используются символы 0...9 и A...F. Её применение обуславливается тем, что один байт описывается двухразрядным шестнадцатеричным числом, что значительно сокращает запись цифрового кода и делает его более читаемым (11111111 – FF).

10	2	16
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10

Таблица 1 – Запись чисел в различных системах счисления

Для определения значения числа (например, значения числа 100 для разных систем счисления может составлять 42, 10010, 25616), в конце числа добавляют латинскую букву, обозначающую систему счисления: для двоичных чисел букву b, для шестнадцатеричных - h, для десятичных – d. Число без дополнительного обозначения считается десятичным.

Структура микропроцессорной системы

Основу микропроцессорной системы составляет **микропроцессор** (процессор), который

выполняет функции обработки информации и управления. Остальные устройства, входящие в состав микропроцессорной системы, обслуживают процессор, помогая ему в работе.

Обязательными устройствами для создания микропроцессорной системы являются **порты ввода/вывода** и отчасти **память**. Порты ввода/вывода связывают процессор с внешним миром, обеспечивая ввод информации для обработки и вывод результатов обработки, либо управляющих воздействий. К портам ввода подключают кнопки (клавиатуру), различные датчики; к портам вывода - устройства, которые допускают электрическое управление: индикаторы, дисплеи, контакторы, электроклапаны, электродвигатели и т.д.

Память нужна в первую очередь для хранения программы (либо набора программ), необходимой для работы процессора. **Программа** - это последовательность команд, понятных процессору, написанная человеком (чаще программистом).

Структура микропроцессорной системы представлена на рисунке 1. В упрощённом виде процессор состоит из арифметически-логического устройства (АЛУ), осуществляющего обработку цифровой информации и устройства управления (УУ).

Память обычно включает постоянно-запоминающее устройство (ПЗУ), являющееся энергонезависимым и предназначенное для долговременного хранения информации (например, программ), и оперативно-запоминающее устройство (ОЗУ), предназначенное для временного хранения данных.



Рисунок 1 – Структура микропроцессорной системы

Процессор, порты и память взаимодействуют между собой посредством шин. Шина – это набор проводников, объединённых по функциональному признаку. Единый набор системных шин называют **внутрисистемная магистраль**, в которой выделяют:

- шину данных DB (Data Bus), по которой производится обмен данными между ЦП, памятью и портами;
- шину адреса AB (Address Bus), используемой для адресации процессором ячеек памяти и портов;
- шину управления CB (Control Bus), набор линий, передающих различные управляющие сигналы от процессора на внешние устройства и обратно.

Микропроцессоры

Микропроцессор - программно-управляемое устройство, предназначенное для обработки цифровой информации и управления процессом этой обработки, выполненное в виде одной (или нескольких) интегральной схемы с высокой степенью интеграции электронных элементов.

Микропроцессор характеризуется большим числом параметров, поскольку он одновременно является сложным программно-управляемым устройством и электронным прибором (микросхемой). Поэтому для микропроцессора важны, как тип корпуса, так и **система команд процессора**.

Возможности микропроцессора определяются понятием архитектуры микропроцессора.

Приставка «микро» в названии процессора означает, что выполняется он по микронной технологии.



Рисунок 2 – Внешний вид микропроцессора Intel Pentium 4

В ходе работы микропроцессор считывает команды программы из памяти или порта ввода и исполняет их. Что означает каждая команда, определяется системой команд процессора. Система команд заложена в архитектуре микропроцессора и выполнение кода команды выражается в проведении внутренними элементами процессора определённых микроопераций.

Архитектура микропроцессора - это его логическая организация; она определяет возможности микропроцессора по аппаратной и программной реализации функций, необходимых для построения микропроцессорной системы.

Основные характеристики микропроцессоров:

1) **Тактовая частота** (единица измерения МГц или ГГц) – количество тактовых импульсов за 1 секунду. Тактовые импульсы вырабатывает тактовый генератор, который чаще всего находится внутри процессора. Т.к. все операции (инструкции) выполняются по тактам, то от значения тактовой частоты зависит производительность работы (количество выполняемых операций в единицу времени). Частотой процессора можно варьировать в определённых пределах.

2) **Разрядность процессора** (8, 16, 32, 64 бит и т.д.) – определяет число байтов данных, обрабатываемых за один такт. Разрядность процессора определяется разрядностью его внутренних регистров. Процессор может быть 8-разрядным, 16-разрядным, 32-разрядным, 64-разрядным и т.д., т.е. данные обрабатываются порциями по 1, 2, 4, 8 байт. Понятно, что чем больше разрядность, тем выше производительность работы.

Внутренняя архитектура микропроцессора

Упрощенная внутренняя архитектура типового 8-разрядного микропроцессора показана на рисунке 3. В структуре микропроцессора можно выделить три основных части:

- 1) **Регистры** для временного хранения команд, данных и адресов;
- 2) **Арифметико-логическое устройство (АЛУ)**, которое реализует арифметические и логические операции;
- 3) **Схема управления и синхронизации** - обеспечивает выборку команд, организует функционирование АЛУ, обеспечивает доступ ко всем регистрам микропроцессора, воспринимает и генерирует внешние управляющие сигналы.

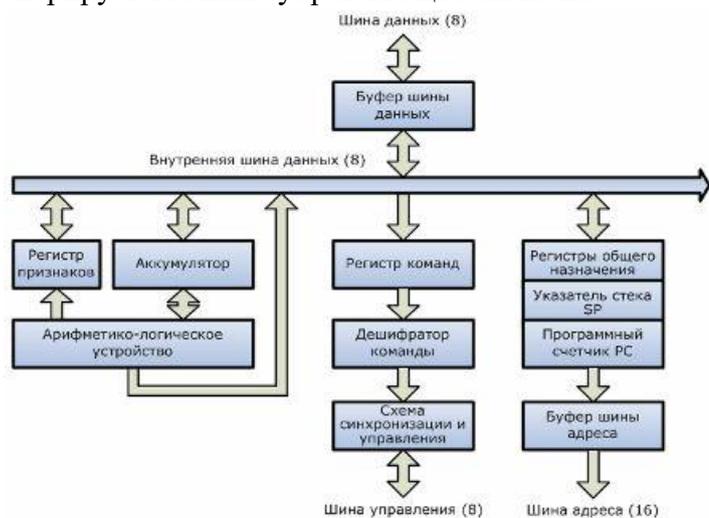


Рисунок 3 - Упрощенная внутренняя архитектура 8-разрядного микропроцессора. Как видно из схемы, основу процессора составляют регистры, которые делятся на специальные (имеющие определенное назначение) и регистры общего назначения.

Программный счетчик (PC) - регистр, содержащий адрес следующего командного байта. Процессор должен знать, какая команда будет выполняться следующей.

Аккумулятор – регистр, используемый в подавляющем большинстве команд логической и арифметической обработки; он

одновременно является и источником одного из байт данных, которые требуются для операции АЛУ, и местом, куда помещается результат операции АЛУ.

Регистр признаков (или регистр флагов) содержит информацию о внутреннем состоянии микропроцессора, в частности о результате последней операции АЛУ. Регистр флагов не является регистром в обычном смысле, а представляет собой просто набор триггер-защелок (флаг поднят или опущен. Обычно имеются флажки нуля, переполнения, отрицательного результата и переноса.

Указатель стека (SP) - следит за положением стека, т. е. содержит адрес последней его использованной ячейки. **Стек** – способ организации хранения данных.

Регистр команды содержит текущий командный байт, который декодируется дешифратором команды.

Линии внешних шин изолированы от линий внутренней шины с помощью буферов, а основные внутренние элементы связаны быстродействующей внутренней шиной данных.

Для повышения производительности многопроцессорной системы функции центрального процессора могут распределяться между несколькими процессорами. В помощь центральному процессору в компьютер часто вводят **сопроцессоры**, ориентированные на эффективное исполнение каких-либо специфических функций. Широко распространены **математические и графические**, сопроцессоры **ввода-вывода**, разгружающие центральный процессор от несложных, но многочисленных операций взаимодействия с внешними устройствами.

На современном этапе основным направлением повышения производительности является разработка **многоядерных процессоров**, т.е. объединение в одном корпусе двух и более процессоров, с целью выполнения нескольких операций параллельно (одновременно).

Лидирующими компаниями по разработке и изготовлению процессоров являются Intel и AMD.

Алгоритм работы микропроцессорной системы

Алгоритм — точное предписание, однозначно задающее процесс преобразования исходной информации в последовательность операций, позволяющих решать совокупность задач определённого класса и получать искомый результат.

Главным управляющим элементом всей микропроцессорной системы является **процессор**. Именно он, за исключением нескольких особых случаев, управляет всеми остальными устройствами. Остальные же устройства, такие, как ОЗУ, ПЗУ и порты ввода/вывода являются ведомыми. Сразу после включения процессор начинает читать цифровые коды из той области памяти, которая отведена для хранения программ. Чтение происходит последовательно ячейка за ячейкой, начиная с самой первой. В ячейке записаны данные, адреса и команды. Команда - это одно из элементарных действий, которое способен выполнить микропроцессор. Вся работа микропроцессора сводится к последовательному чтению и выполнению команд.

Рассмотрим последовательность действий микропроцессор во время выполнения команд программы:

- 1) Перед выполнением очередной команды микропроцессор содержит ее адрес в программном счетчике РС.
- 2) МП обращается к памяти по адресу, содержащемуся в РС, и считывает из памяти первый байт очередной команды в регистр команд.
- 3) Дешифратор команд декодирует (расшифровывает) код команды.
- 4) В соответствии с полученной от дешифратора информацией устройство управления вырабатывает упорядоченную во времени последовательность микроопераций, реализующих предписания команды, в том числе:
 - извлекает операнды из регистров и памяти;
 - выполняет над ними предписанные кодом команды арифметические, логические или другие операции;
 - в зависимости от длины команды модифицирует содержимое РС;
 - передает управление очередной команде, адрес которой снова находится в программном счетчике РС.

Совокупность команд микропроцессора можно разделить на три группы:

1) Команды перемещения данных

Перемещение происходит между памятью, процессором, портами ввода/вывода (каждый порт имеет свой собственный адрес), между регистрами процессора.

2) Команды преобразования данных

Любые данные (текст, рисунок, видеоролик и т.д.) представляют собой числа, а с числами можно выполнять только арифметические и логические операции. Поэтому к командам этой группы относятся сложение, вычитание, сравнение, логические операции и т.п.

3) Команда передачи управления

Очень редко программа состоит из одной последовательной команд. Подавляющее число алгоритмов требуют разветвления программы. Для того, чтобы программа имела возможность менять алгоритм своей работы в зависимости от какого-либо условия, и служат команды передачи управления. Данные команды обеспечивают протекание выполнения программы по разным путям и организуют циклы.

Внешние устройства

К внешним, относятся все устройства, находящиеся вне процессора (кроме оперативной памяти) и подключаемые через порты ввода/вывода. Внешние устройства можно подразделить на три группы:

- 1) устройства для связи человек-ЭВМ (клавиатура, монитор, принтер и т.д.);
- 2) устройства для связи с объектами управления (датчики, исполнительные механизмы, АЦП и ЦАП);
- 3) внешние запоминающие устройства большой ёмкости (жёсткий диск, дисководы).

Внешние устройства подключаются к микропроцессорной системе физически - с помощью разъёмов, и логически - с помощью портов (контроллеров).

Для взаимодействия процессора и внешних устройств применяется система (механизм) прерываний.

Система прерываний

Это специальный механизм, который позволяет в любой момент, по внешнему сигналу заставить процессор приостановить выполнение основной программы, выполнить операции, связанные с вызывающим прерывание событием, а затем вернуться к выполнению основной программы.

У любого микропроцессора имеется хотя бы один вход запроса на прерывание INT (от слова Interrupt - прерывание).

Рассмотрим пример взаимодействия процессора персонального компьютера с клавиатурой (рисунок 4).

Клавиатура - устройство для ввода символьной информации и команд управления. Для подключения клавиатуры в компьютере имеется специальный порт клавиатуры (микросхема).

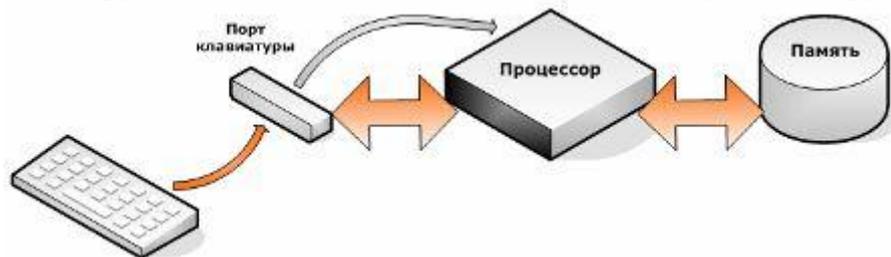


Рисунок 4 – Работа процессора с клавиатурой

Алгоритм работы:

1) При нажатии клавиши контроллер клавиатуры формирует цифровой код. Этот сигнал поступает в микросхему

порта клавиатуры.

2) Порт клавиатуры посылает процессору сигнал прерывания. Каждое внешнее устройство имеет свой номер прерывания, по которому процессор его и распознаёт.

3) Получив прерывание от клавиатуры, процессор прерывает выполнение программы (например, редактор Microsoft Office Word) и загружает из памяти программу обработки кодов с клавиатуры. Такая программа называется драйвер.

4) Эта программа направляет процессор к порту клавиатуры, и цифровой код загружается в регистр процессора.

5) Цифровой код сохраняется в памяти, и процессор переходит к выполнению другой задачи.

Благодаря высокой скорости работы, процессор выполняет одновременно большое количество процессов.

ЭВМ и микропроцессорные средства автоматизации

В последнее время в управлении технологическими процессами широкое применение нашли средства вычислительной техники, что обусловлено прежде всего двумя причинами:

- появлением средств вычислительной техники, характеризующихся большими функциональными возможностями, наличием устройств связи с объектом и различными формами и средствами представления информации и вместе с тем невысокой стоимостью;

— возможностью реализации как аппаратным, так и программным путем более сложных схем управления с адаптацией к изменяющимся характеристикам объекта, что позволяет значительно повысить качество систем.

Вычислительная техника является эффективным средством оптимального управления, которое обеспечивает наиболее выгодное значение определенного критерия, характеризующего эффективность управления при заданных ограничениях

Технической основой современных систем управления и цифрового регулирования являются ЭВМ и микропроцессоры. Независимо от типа, ЭВМ могут быть представлены одной укрупненной структурной схемой

Устройство ввода-вывода вводит дискретную информацию, необходимую для работы вычислительной машины, т.е. программу и исходные данные, в том числе информацию о ходе технологического процесса, и выводит результаты вычислений на периферийное устройство. Арифметико-логическое устройство осуществляет арифметические и логические операции. Запоминающее устройство хранит программы, исходные данные, промежуточные и окончательные результаты. Устройство управления организует процесс выполнения программ и координирует взаимодействие всех устройств ЭВМ во время ее работы

Развитие технологии производства больших интегральных схем (БИС) с повышенным уровнем интеграции и увеличение объема их производства привели к созданию принципиально новых средств вычислительной техники — микро-ЭВМ

Центральным блоком микро-ЭВМ является микропроцессор — программно-управляемое устройство для обработки данных, выполненное на одной или нескольких больших интегральных схемах (БИС).

Когда микропроцессор выполнен на одной БИС, имеем однокристалльный процессор, если же из комплекса БИС — процессор модульного исполнения.



Рис. 6.22. Укрупненная структура ЭВМ

Типичная схема микропроцессора представлена на рис. 6.23.

Схема включает арифметическое устройство, устройство управления, счетчик команд, накопитель и регистр общего назначения, которые объединены системой шин (адресной, информационной и управления).

Счетчик команд и накопитель в микропроцессоре автоматически реализуют адресацию результата операции. Регистр общего назначения — это внутренние ячейки памяти, которые служат для хранения промежуточных результатов работы микропроцессора. В современных системах управления микропроцессоры применяются как средства управления в составе программируемых контроллеров — устройств



Рис. 6.23. Структура микропроцессора

Основные достоинства программируемого контроллера — это возможность простого ввода любой необходимой программы функционирования с помощью встроенного или автономного (подключаемого) портативного устройства программирования, высокая надежность, быстродействие, малые габариты. Программируемые контроллеры могут функционировать как в автономном режиме, так и в составе иерархической системы управления технологическим процессом. В состав контроллеров кроме микропроцессоров и устройства программирования входят устройство ввода-вывода и блок питания. В некоторых типах контроллеров предусмотрена возможность их подключения к ЭВМ

В программируемых контроллерах запоминающее устройство может позволять как считывать, так и записывать информацию. Первые применяются для управления процессами, где не требуется частая смена программы. Такие контроллеры обладают большой надежностью, но процесс смены программы в них весьма трудоемок. Вторые контроллеры получили большее распространение вследствие простоты перепрограммирования



Рис. 6.24. Структура системы управления с программируемым контроллером
 Информация о значениях выходных параметров, полученная первичными измерительными преобразователями, преобразуется на устройстве ввода в цифровую форму и поступает на микропроцессор, который определяет величины отклонений регулируемых параметров от заданных значений и преобразует их в соответствии с заданными законами регулирования. Сигналы

воздействий поступают на устройство вывода, где преобразуются в аналоговую форму и передаются на исполнительные устройства, осуществляющие регулирующие воздействия на объект

При необходимости информации о значениях регулируемых параметров может отображаться на дисплее или других устройствах. Кроме того, возможно осуществление связи с ЭВМ, например, для контроля за работой системы или для других целей

Основные характерные функции, возлагаемые на микро-ЭВМ и программируемые контроллеры, следующие:

- замена жесткой логики (релейных систем) на программную, что делает систему более гибкой, легко приспосабливающейся к изменениям технологической схемы процесса
- управление локальными системами регулирования
- непосредственное цифровое регулирование (в качестве цифрового регулятора);
- автоматизация работы приборов и процессов измерений, экспресс-обработка результатов измерений, обеспечение возможности использования прибора в составе измерительной системы

Системы со средствами вычислительной техники в контуре управления относятся к так называемым дискретным системам, которые функционируют в дискретном пространстве и определяются дискретными состояниями

Структурная схема системы автоматического управления с цифровым вычислительным устройством (цифровым регулятором) представлена на рис. 6.25. В такой системе, в отличие от непрерывной, управляющее устройство оперирует с дискретными числовыми последовательностями, получаемыми путем квантования по времени непрерывной функции (рис. 6.26)

Обычно в цифровых системах квантование производится с постоянным интегралом времени (интервалом дискретности T). Преобразование непрерывного сигнала в числовую последовательность осуществляется в аналого-цифровом преобразователе (АЦП).



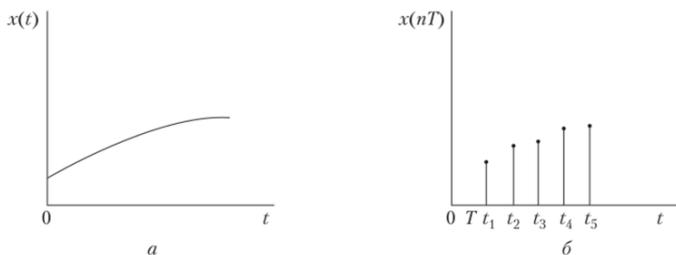
Рис. 6.25. Структурная схема системы автоматического управления с цифровым вычислительным устройством

В вычислительном устройстве (ВУ) производится определение текущего значения управляющего воздействия, которое в дальнейшем преобразуется из числовой последовательности в

непрерывный сигнал с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП)

Для управления технологическими процессами часто используются хорошо исследованные линейные законы регулирования: П, И, ПИ, ПД, ПИД, реализуемые в дискретной форме в вычислительном устройстве

Рис. 6.26. Графики непрерывной функции (а) и дискретной последовательности (б)



При расчете цифровых регуляторов, реализующих типовые линейные законы регулирования, определяют параметры настройки, рассмотренные ранее для непрерывных систем регулирования, а также рассчитывают интервал дискретности T

Чтобы дискретная система обладала свойствами, близкими к свойствам непрерывной системы, интервал дискретности выбирается достаточно малым

Обычно в качестве цифрового регулятора используют управляющий вычислительный комплекс (УВК), который одновременно обслуживает несколько контуров управления. При этом УВК работает по принципу поэтапного управления, с кратковременным поочередным подключением к каждому из обслуживаемых контуров

Вычислительное устройство в определенные моменты времени рассчитывает и выдает каждому контуру соответствующие управляющие воздействия. Так как исполнительное устройство относительно медленно реагирует на изменение входного сигнала, то в течение цикла обегания эти изменения хранятся в буферном запоминающем устройстве