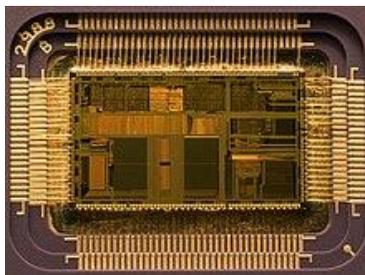


49-50 Микропроцессоры, устройства с микропроцессорами

Микропроцессор — процессор (устройство, отвечающее за выполнение арифметических, логических операций и операций управления, записанных в машинном коде), реализованный в виде одной микросхемы или комплекта из нескольких специализированных микросхем.



В состав микропроцессора входят: арифметико-логическое устройство, блок управления и синхронизации, запоминающее устройство, регистры, шины передачи данных и команд.

Некоторые авторы относят к микропроцессорам только устройства, реализованные строго на одной микросхеме. Такое определение расходится как с академическими источниками, так и с коммерческой практикой (например, варианты микропроцессоров Intel и AMD в корпусах типа SECC и подобных, такие, как Pentium II, были реализованы на нескольких микросхемах).

В настоящее время, в связи с очень незначительным распространением процессоров, не являющихся микропроцессорами, в бытовой лексике термины «микропроцессор» и «процессор» практически равнозначны.

В то же время микропроцессор обычно не имеет интегрированных в микросхему устройств ввода-вывода, таймеров и других периферийных устройств, чем отличается от микроконтроллера.

Классификация микропроцессоров

По числу больших интегральных схем (БИС) в микропроцессорном комплекте различают микропроцессоры **однокристалльные** и **многокристалльные** и многокристалльные секционные.

Однокристалльные микропроцессоры получают при реализации всех аппаратных средств процессора в виде одной БИС или СБИС (сверхбольшой интегральной схемы). По мере увеличения степени интеграции элементов в кристалле и числа выводов корпуса параметры однокристалльных микропроцессоров улучшаются. Однако возможности однокристалльных

микропроцессоров ограничены аппаратными ресурсами кристалла и корпуса.

Для получения многокристального микропроцессора необходимо провести разбиение его логической структуры на функционально законченные части и реализовать их в виде БИС (СБИС). Например при создании трёхкристального микропроцессора, содержащего БИС операционного (ОП), БИС управляющего (УП) и БИС интерфейсного (ИП) процессоров, его части выполняют заранее определенные функции и могут работать автономно.

Операционный процессор служит для обработки данных, управляющий процессор выполняет функции выборки, декодирования и вычисления адресов операндов и также генерирует последовательности микрокоманд. Автономность работы и большое быстродействие БИС УП позволяет выбирать команды из памяти с большей скоростью, чем скорость их исполнения БИС ОП. При этом в УП образуется очередь ещё не исполненных команд, а также заранее подготавливаются те данные, которые потребуются ОП в следующих циклах работы. Такая опережающая выборка команд экономит время ОП на ожидание операндов, необходимых для выполнения команд программ.

Интерфейсный процессор позволяет подключить память и периферийные средства к микропроцессору; он, по существу, является сложным контроллером для устройств ввода/вывода информации. БИС ИП выполняет также функции канала прямого доступа к памяти.

По назначению различают универсальные и специализированные микропроцессоры.

Универсальные микропроцессоры могут быть применены для решения широкого круга разнообразных задач. При этом их эффективная производительность слабо зависит от проблемной специфики решаемых задач. Специализация МП, т.е. его проблемная ориентация на ускоренное выполнение определенных функций позволяет резко увеличить эффективную производительность при решении только определенных задач.

Среди специализированных микропроцессоров можно выделить: различные микроконтроллеры, ориентированные на выполнение

сложных последовательностей логических операций; математические МП, предназначенные для повышения производительности при выполнении арифметических операций за счёт, например, матричных методов их выполнения; МП для обработки данных в различных областях применений и т. д.

С помощью специализированных МП можно эффективно решать новые сложные задачи параллельной обработки данных.

Например, конволюция позволяет осуществить более сложную математическую обработку сигналов, чем широко используемые методы корреляции. Последние в основном сводятся к сравнению всего двух серий данных: входных, передаваемых формой сигнала, и фиксированных опорных и к определению их подобия. Конволюция дает возможность в реальном масштабе времени находить соответствие для сигналов изменяющейся формы путем сравнения их с различными эталонными сигналами, что, например, может позволить эффективно выделить полезный сигнал на фоне шума.

Разработанные однокристалльные конвольеры используются в устройствах опознавания образов в тех случаях, когда возможности сбора данных превосходят способности системы обрабатывать эти данные.

По виду обрабатываемых входных сигналов различают цифровые и аналоговые микропроцессоры. Сами микропроцессоры цифровые устройства, однако могут иметь встроенные аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Поэтому входные аналоговые сигналы передаются в МП через преобразователь в цифровой форме, обрабатываются и после обратного преобразования в аналоговую форму поступают на выход.

Аналоговые микропроцессоры выполняют функции любой аналоговой схемы (например, производят генерацию колебаний, модуляцию, смещение, фильтрацию, кодирование и декодирование сигналов в реальном масштабе времени и т.д., заменяя сложные схемы, состоящие из операционных усилителей, катушек индуктивности, конденсаторов и т.д.). При этом применение аналогового микропроцессора значительно повышает точность обработки аналоговых сигналов и их воспроизводимость, а также расширяет функциональные возможности за счёт

программной "настройки" цифровой части микропроцессора на различные алгоритмы обработки сигналов.

Обычно в составе однокристалльных аналоговых МП имеется несколько каналов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. В аналоговом микропроцессоре разрядность обрабатываемых данных достигает 24 бит и более, большое значение уделяется увеличению скорости выполнения арифметических операций.

Отличительная черта аналоговых микропроцессоров способность к переработке большого объёма числовых данных, т. е. к выполнению операций сложения и умножения с большой скоростью при необходимости даже за счёт отказа от операций прерываний и переходов. Аналоговый сигнал, преобразованный в цифровую форму, обрабатывается в реальном масштабе времени и передается на выход обычно в аналоговой форме через цифро-аналоговый преобразователь.

По характеру временной организации работы микропроцессоры делят на синхронные и асинхронные.

Синхронные микропроцессоры - микропроцессоры, в которых начало и конец выполнения операций задаются устройством управления (время выполнения операций в этом случае не зависит от вида выполняемых команд и величин операндов).

Асинхронные микропроцессоры позволяют начало выполнения каждой следующей операции определить по сигналу фактического окончания выполнения предыдущей операции. Для более эффективного использования каждого устройства микропроцессорной системы в состав асинхронно работающих устройств вводят электронные цепи, обеспечивающие автономное функционирование устройств. Закончив работу над какой-либо операцией, устройство вырабатывает сигнал запроса, означающий его готовность к выполнению следующей операции. При этом роль естественного распределителя работ принимает на себя память, которая в соответствии с заранее установленным приоритетом выполняет запросы остальных устройств по обеспечению их командной информацией и данными.

По организации структуры микропроцессорных систем различают микроЭВМ одно- и многомагистральные.

В одномагистральных микроЭВМ все устройства имеют одинаковый интерфейс и подключены к единой информационной магистрали, по которой передаются коды данных, адресов и управляющих сигналов.

В многомагистральных микроЭВМ устройства группами подключаются к своей информационной магистрали. Это позволяет осуществить одновременную передачу информационных сигналов по нескольким (или всем) магистралям. Такая организация систем усложняет их конструкцию, однако увеличивает производительность.

По количеству выполняемых программ различают одно- и многопрограммные микропроцессоры.

В однопрограммных микропроцессорах выполняется только одна программа. Переход к выполнению другой программы происходит после завершения текущей программы.

В много- или мультипрограммных микропроцессорах одновременно выполняется несколько (обычно несколько десятков) программ. Организация мультипрограммной работы микропроцессорных управляющих систем позволяет осуществить контроль за состоянием и управлением большим числом источников или приёмников информации.

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.

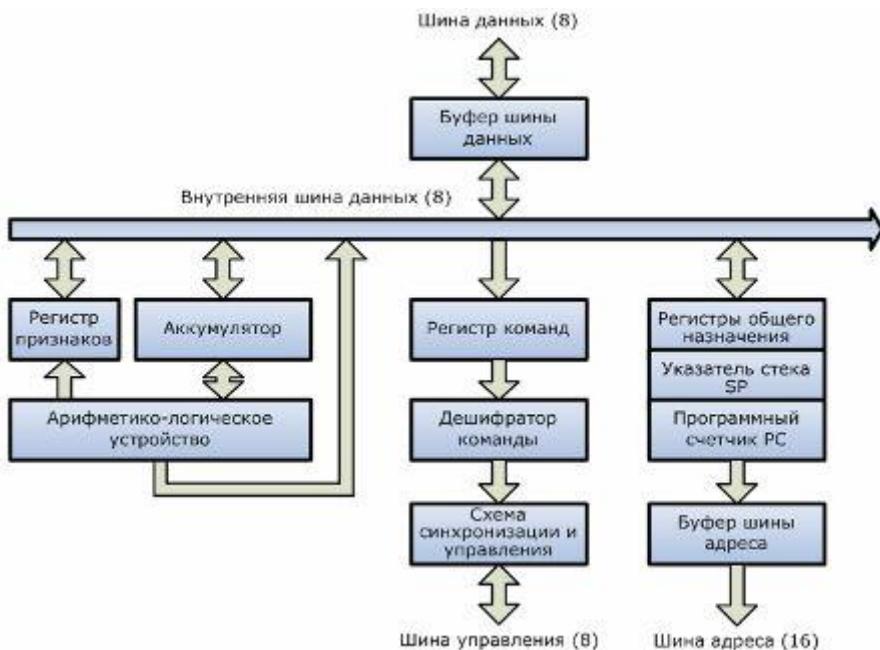


Рисунок 1 - Упрощенная внутренняя архитектура 8-разрядного микропроцессора

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 микропроцессора во время выполнения команд программы:

1) Перед выполнением очередной команды микропроцессор содержит её адрес в программном счётчике 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 2).

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

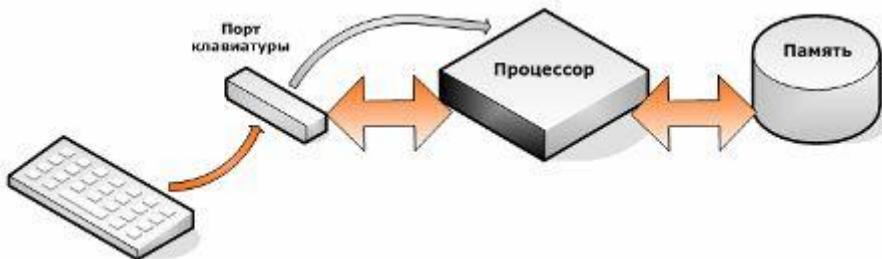


Рисунок 2 – Работа процессора с клавиатурой

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.

Построение микропроцессорных систем управления

При построении различных микропроцессорных систем учёту подлежат различные технические и производственно-технологические факторы, влияющие на эффективность использования систем в аппаратуре. Состав аппаратуры МПС должен обеспечивать:

- простое наращивание разрядности и производительности,
- возможность широкого распараллеливания вычислительного процесса,
- эффективную обработку алгоритмов решения различных задач,
- простоту технической и математической эксплуатации.

Сама МПС, будучи оснащенной разнообразными устройствами ввода - вывода (УВВ) информации, может применяться в качестве законченного изделия. Однако часто к МПС необходимо подавать сигналы от множества измерительных датчиков и исполнительных механизмов какого - либо сложного объекта управления или технологического процесса. В этом случае уже образуется сложная вычислительная система, центром которой является МП.

Важной функцией МП является предварительная обработка информации с внешних устройств (ВУ), преобразования форматов данных, контроллеров электромеханических внешних устройств. МП дает возможность производить контроль ошибок, кодирование - декодирование информации и управлять приемо-передающими устройствами.

Использование МП в контрольно-измерительных приборах и в качестве контрольных средств радиоэлектронных систем дает возможность проводить калибровку, испытание и поверку приборов, коррекцию и температурную компенсацию, контроль и управление измерительными комплексами, преобразование и обработку, индикацию и представление данных, диагностику и локализацию неисправностей.

С помощью микропроцессорных средств можно решать сложные технические задачи по разработке различных систем сбора и обработки информации, где общие функции сводятся к передаче множества сигналов в один центр для оценки и принятия решения.

Использование МПС даже в простейшей схеме управления принципиально изменяет качество функционирования обслуживаемых им устройств. Она позволяет оптимизировать режимы работы управляемых объектов или процессов и за счет этого получать прямой и/или косвенный технико-экономический эффект.

Прямой технико-экономический эффект выражается в экономии потребляемой энергии, повышении срока службы и снижении расхода материалов и оборудования. Косвенный технико-экономический эффект связан со снижением требований к обслуживающему персоналу и повышением производительности.

Пример применения микропроцессоров.

Микропроцессоры нашли широкое применение в составе приборных модулей релейной защиты и автоматики (ПМ РЗА) "Діамант" для объектов электроэнергетики и силового оборудования.

Они выполняют следующие функции:

- релейная защита;
- линейная автоматика;
- противоаварийная автоматика;
- оперативное управление;
- измерение (в том числе мощности, энергии, частоты);
- регистрация аварийных событий и осциллографирование с дискретностью записи аналоговой информации 500 мкс;

- диагностика (самодиагностика ПМ РЗА, ресурс выключателя, определение места повреждения ЛЭП и идентификация КЗ и другие).

ПМ РЗА "Діамант" обеспечивает надёжную защиту следующих энергообъектов:

- ВЛ 6 - 330 кВ;
- трансформаторов (автотрансформаторов) 330/150 - 110/35 - 6 кВ;
- шин 110 - 330 кВ;
- синхронных генераторов;
- синхронных и асинхронных двигателей 6 - 10 кВ;
- силовых вводов, секционных выключателей и фидеров 6 - 10 кВ;
- противоаварийная автоматика (ФАМ, АФСН, ФОЛ, АЛАР, АДВ, АПН).

По своим техническим характеристикам и функциональным возможностям ПМ РЗА "Діамант" не уступает, а по отдельным показателям превосходит аналоги ведущих мировых производителей.

ПМ РЗА "Діамант" может работать как локальное устройство РЗА, так и интегрироваться в системы АСУ ТП энергообъекта посредством комплекса программно-технических средств.

ПМ РЗА "Діамант" внедрены на энергообъектах Украины.

