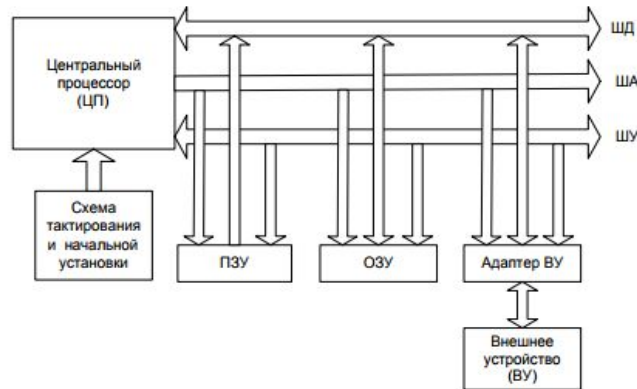


Тема 2.7 Магистрально-модульный принцип построения микропроцессорных систем

Магистрально-модульный принцип построения МПС показан на рис. В МПС все связи между отдельными функциональными блоками осуществляются, как правило, шинами. Под шиной подразумевается физическая группа передачи сигналов, обладающих функциональной общностью (по каждой линии передается один двоичный разряд информации).



Физически шины реализуются в виде параллельных проводящих участков печатной платы или жгутов. Кроме шины данных (ШД), как правило, различают шину адреса (ША) и шину управления (ШУ). Передаваемые по ША адреса формируются в МП. Они необходимы для определения пути передачи данных внутри МПС, в том числе для выбора ячейки памяти, куда необходимо занести или откуда необходимо считать информацию. В определении такта передачи могут принимать участие и управляющие сигналы, подсоединяющие или, наоборот, блокирующие те или иные устройства МПС. В отличие от ША и ШУ шина данных является шиной двунаправленной. Данные по этой шине могут передаваться от микропроцессора к какому-нибудь устройству МПС либо пересылаться в МП от какого-то устройства, доступ к которому обеспечивают сигналы адресной шины. Естественно, что в каждый момент времени данные могут передаваться лишь в одном направлении, определяемом режимом работы микропроцессора.

К основным режимам работы следует отнести: 1) запись данных в память машины; 2) чтение данных из памяти машины; 3) пересылку данных в устройство ввода/вывода; 4) чтение данных с устройства ввода/вывода; 5) выполнение операций с содержимым внутренних регистров микропроцессора.

При реализации последнего режима внешние по отношению к МП шины МПС не используются, т. е. все действия происходят внутри МП. Реализация первых четырех режимов оказывает определяющее влияние на работу шины данных. Работа по реализации любой программы МПС, построенной по типу архитектуры с тремя шинами, состоит в выполнении следующих действий для каждой команды программы:

1. Микропроцессор формирует адрес, по которому хранится код операции команды, переводя в соответствующее состояние шину адреса.
2. Код операции считывается из памяти по сформированному адресу и пересылается в микропроцессор.
3. Микропроцессор дешифрирует (идентифицирует) команду.
4. Микропроцессор настраивается на выполнение одного из перечисленных выше пяти основных режимов в соответствии с результатами дешифрирования считанного из памяти кода команды.

Перечисленные выше пять режимов являются основными, но не единственно возможными.

С точки зрения организации процессов выборки и исполнения команды в современных МПС применяется одна из двух архитектур: фон-неймановская (принстонская) или гарвардская.

Основной особенностью фон-неймановской архитектуры является использование общей памяти для хранения программ и данных. Основной особенностью гарвардской архитектуры является использование отдельных адресных пространств для хранения команд и данных. Так же эти два типа архитектуры различаются по количеству используемых шин, и в силу этого

обстоятельства они имеют другие названия - одношинная, или принстонская, фон-неймановская архитектура и двухшинная, или гарвардская, архитектура.

Архитектура с общей шиной распространена гораздо больше, она применяется, например, в персональных компьютерах и в сложных микрокомпьютерах. Архитектура с отдельными шинами применяется в основном в однокристальных микроконтроллерах.



Рис. Архитектура с общей шиной данных и команд.

Архитектура с общей шиной (принстонская, фон-неймановская) проще, она не требует от процессора одновременного обслуживания двух шин, контроля обмена по двум шинам сразу. Наличие единой памяти данных и команд позволяет гибко распределять ее объем между кодами данных и команд. Например, в некоторых случаях нужна большая и сложная программа, а данных в памяти надо хранить не слишком много. В других случаях, наоборот, программа требуется простая, но необходимы большие объемы хранимых данных. Перераспределение памяти не вызывает никаких проблем, главное — чтобы программа и данные вместе помещались в памяти системы. Как правило, в системах с такой архитектурой память бывает довольно большого объема (до десятков и сотен мегабайт). Это позволяет решать самые сложные задачи.

Архитектура с отдельными шинами данных и команд сложнее, она заставляет процессор работать одновременно с двумя потоками кодов, обслуживать обмен по двум шинам одновременно. Программа может размещаться только в памяти команд, данные — только в памяти данных. Такая узкая специализация ограничивает круг задач, решаемых системой, так как не дает возможности гибкого перераспределения памяти. Память данных и память команд в этом случае имеют не слишком большой объем, поэтому применение систем с данной архитектурой ограничивается обычно не слишком сложными задачами.

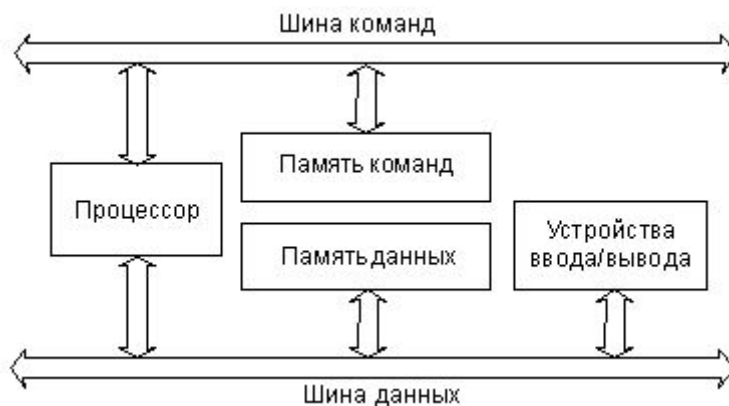


Рис. Архитектура с отдельными шинами данных и команд

В случае двухшинной архитектуры обмен по обеим шинам может быть независимым, параллельным во времени. Соответственно, структуры шин (количество разрядов кода адреса и кода данных, порядок и скорость обмена информацией и т.д.) могут быть выбраны оптимально для той задачи, которая решается каждой шиной. Поэтому при прочих равных условиях переход на двухшинную архитектуру ускоряет работу микропроцессорной системы, хотя и требует дополнительных затрат на аппаратуру, усложнения структуры процессора. Память данных в этом случае имеет свое распределение адресов, а память команд — свое.

Проще всего преимущества двухшинной архитектуры реализуются внутри одной

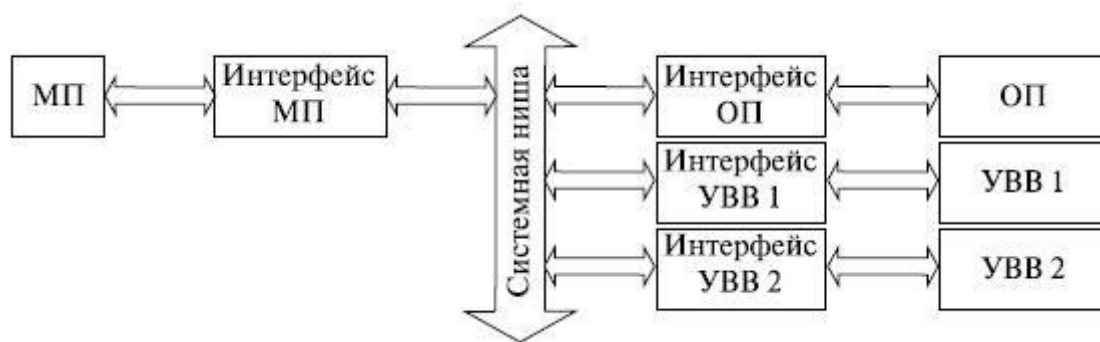
микросхемы. В этом случае можно также существенно уменьшить влияние недостатков этой архитектуры. Поэтому основное ее применение — в микроконтроллерах, от которых не требуется решения слишком сложных задач, но зато необходимо максимальное быстродействие при заданной тактовой частоте.

МПС - сложная система, включающая в себя большое количество различных устройств. Основой ее является микропроцессор. Связь устройств ЭВМ между собой осуществляется с помощью сопряжений, которые в вычислительной технике называются интерфейсами.

Интерфейс - это совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для передачи информации между компонентами ЭВМ и включающих в себя электронные схемы, линии, шины и сигналы адресов, данных и управления, алгоритмы передачи сигналов и правила интерпретации сигналов устройствами.

В широком смысле интерфейс включает также механическую часть (совместимость по типоразмерам) и вспомогательные схемы, обеспечивающие электрическую совместимость устройств по уровням логических сигналов, входным и выходным токам и т. д.

Основным способом организации МПС является магистрально-модульный: все устройства, включая и микропроцессор, представляются в виде модулей, которые соединяются между собой общей магистралью. Обмен информацией по магистрали удовлетворяет требованиям некоторого общего интерфейса, установленного для магистрали данного типа. Каждый модуль подключается к магистрали посредством специальных интерфейсных схем.



На интерфейсные схемы модулей возлагаются следующие задачи:

- обеспечение функциональной и электрической совместимости сигналов и протоколов обмена модулей и системной магистрали;
- преобразование внутреннего формата данных модуля в формат данных системной магистрали и обратно;
- обеспечение восприятия единых команд обмена информацией и преобразование их в последовательность внутренних управляющих сигналов.

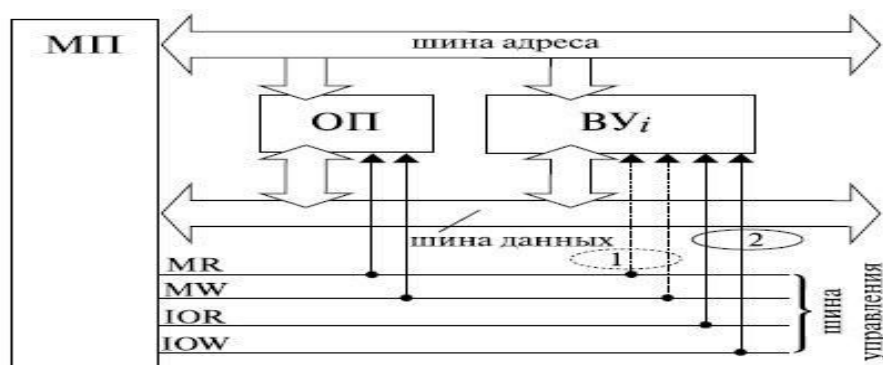
Эти интерфейсные схемы могут быть достаточно сложными. Обычно они выполняются в виде специализированных микропроцессорных БИС. Такие схемы принято называть контроллерами.

Контроллеры обладают высокой степенью автономности, что позволяет обеспечить параллельную во времени работу периферийных устройств и выполнение программы обработки данных микропроцессором.

Кроме того, предварительно буферизуя данные, контроллеры обеспечивают пересылку сразу для многих слов, расположенных по подряд идущим адресам, что позволяет использование так называемого "взрывного" (burst) режима работы шины - 1 цикл адреса и следующие за ним многочисленные циклы данных.

Недостатком магистрально-модульного способа организации ЭВМ является невозможность одновременного взаимодействия более двух модулей, что ставит ограничение на производительность компьютера.

Взаимодействие микропроцессора с оперативной памятью (ОП) и внешними устройствами (ВУ) проиллюстрировано на рис.



Микропроцессор формирует адрес внешнего устройства или ячейки оперативной памяти и вырабатывает управляющие сигналы - либо IOR/IOW при обращении на чтение/запись из внешнего устройства, либо MR/MW для чтения/записи из оперативной памяти.

В МПС используются два основных способа организации передачи данных между памятью и периферийными устройствами: программно управляемая передача и прямой доступ к памяти ПДП (Direct Memory Access - DMA).

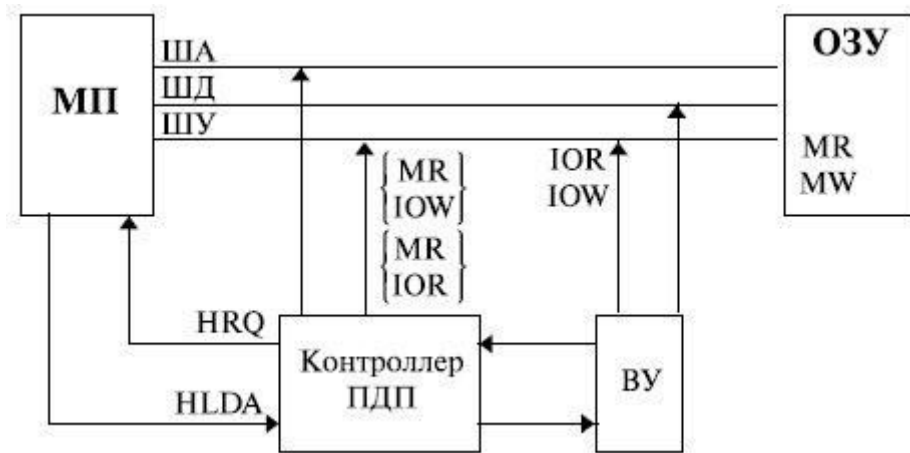
Программно управляемая передача данных осуществляется при непосредственном участии и под управлением процессора. Например, при пересылке блока данных из внешнего устройства в оперативную память процессор должен выполнить следующую последовательность шагов:

1. сформировать начальный адрес области обмена ОП;
2. занести длину передаваемого массива данных в один из своих внутренних регистров, который будет играть роль счетчика;
3. выдать команду чтения информации из ВУ; при этом на шину адреса из МП выдается адрес ВУ, на шину управления - сигнал чтения данных из ВУ, а считанные данные заносятся во внутренний регистр МП;
4. выдать команду записи информации в ОП; при этом на шину адреса из МП выдается адрес ячейки оперативной памяти, на шину управления - сигнал записи данных в ОП, а на шину данных выставляются данные из регистра МП, в который они были помещены при чтении из ВУ;
5. модифицировать регистр, содержащий адрес оперативной памяти;
6. уменьшить счетчик длины массива на длину переданных данных;
7. если переданы не все данные, то повторить шаги 3-6, в противном случае закончить обмен.

Как мы видим, программно управляемый обмен ведет к нерациональному использованию мощности микропроцессора, который вынужден выполнять большое количество относительно простых операций, приостанавливая работу над основной программой. При этом действия, связанные с обращением к оперативной памяти и к внешнему устройству, обычно требуют удлиненного цикла работы микропроцессора, что приводит к еще более существенным потерям производительности.

Альтернативой программно управляемому обмену служит прямой доступ к памяти - способ быстродействующего подключения внешнего устройства, при котором оно обращается к оперативной памяти, не прерывая работы процессора. Такой обмен происходит под управлением отдельного устройства - контроллера прямого доступа к памяти (КПДП).

Схема включения КПДП в состав микропроцессорной системы представлена на рис.



Перед началом работы контроллер ПДП необходимо инициализировать: занести начальный адрес области ОП, с которой производится обмен, и длину передаваемого массива данных. В дальнейшем по сигналу запроса прямого доступа контроллер фактически выполняет все те действия, которые обеспечивал микропроцессор при программно управляемой передаче.

Последовательность действий КППД при запросе на прямой доступ к памяти со стороны внешнего устройства следующая:

1. Принять запрос на ПДП (сигнал DRQ) от ВУ.
2. Сформировать запрос к МП на захват шин (сигнал HRQ).
3. Принять сигнал от МП (HLDA), подтверждающий факт перевода микропроцессором своих шин в третье состояние.
4. Сформировать сигнал, сообщаящий устройству ввода-вывода о начале выполнения циклов прямого доступа к памяти (DACK).
5. Сформировать на шине адреса компьютера адрес ячейки памяти, предназначенной для обмена.
6. Выработать сигналы, обеспечивающие управление обменом (IOR, MW для передачи данных из ВУ в оперативную память и IOW, MR для передачи данных из оперативной памяти в ВУ).
7. Уменьшить значение в счетчике данных на длину переданных данных.
8. Проверить условие окончания сеанса прямого доступа (обнуление счетчика данных или снятие сигнала запроса на ПДП). Если условие окончания не выполнено, то изменить адрес в регистре текущего адреса на длину переданных данных и повторить шаги 5-8.

Прямой доступ к памяти позволяет осуществлять обмен данными между внешним устройством и оперативной памятью параллельно с выполнением процессором программы.