**Введение**

Специальность «Компьютерные системы и сети» – одна из важнейших и наиболее универсальных в современной системе образования. В сферу ее интересов входят самые разнообразные объекты и устройства управления – от элементарных регуляторов до сложнейших систем управления производственными процессами и экспериментальными исследованиями.

Ввиду многоцелевого характера разработки и производства средств вычислительной техники важнейшее значение приобретает проблема дальнейшего повышения их эффективности, определяемой системой структурно-функциональных характеристик.

За последние годы в микроэлектронике бурное развитие получило направление, связанное с выпуском микроконтроллеров, которые предназначены для «интеллектуализации» оборудования различного назначения. Микроконтроллеры представляют собой приборы, конструктивно выполненные в виде БИС и включающие в себя все основные части «голой» микроЭВМ: микропроцессор, память программ и память данных, а также программируемые интерфейсные схемы для связи с внешней средой. Использование микроконтроллеров в системах управления обеспечивает достижения исключительно высоких показателей эффективности при столь низкой стоимости (во многих применениях система может состоять только из одной БИС микроконтроллера), что микроконтроллерам, видимо, нет разумной альтернативной элементной базы для построения управляющих и / или регулирующих систем.

К настоящему времени более двух третей мирового рынка микропроцессорных средств составляют именно микроконтроллеры.

Структурная организация, набор команд и аппаратурно-программные средства ввода-вывода информации микроконтроллеров лучше всего приспособлены для решения задач управления и регулирования в приборах устройствах и системах автоматики, а не для решения задач обработки данных.

**1. Анализ технического задания**

В данной курсовой работе необходимо спроектировать микропроцессорную систему на основе микроконтроллера К1816ВЕ31. Требуется описать и разработать структурную и функциональную схемы проектируемого устройства (системы), обосновать выбор конкретных элементов, разработать принципиальную схему проектируемого устройства (системы), разработать программу инициализации основных компонентов, а также программу функционирования на языке ассемблера микроконтроллера.

**2. Разработка структурной схемы проектируемого устройства**

Основу структурной схемы микроконтроллера (рисунок 1) образует внутренняя двунаправленная 8-битная шина, которая связывает между собой все основные узлы и устройства: резидентную память, АЛУ, блок регистров специальных функций, устройство управления и порты ввода / вывода.

***Арифметико-логическое устройство.*** 8-битное АЛУ может выполнять арифметические операции сложения, вычитания, умножения и деления; логические операции И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, а также операции циклического сдвига, сброса, инвертирования и т.п. В АЛУ имеются программно недоступные регистры Т1 и Т2, предназначенные для временного хранения операндов, схема десятичной коррекции и схема формирования признаков.

Простейшая операция сложения используется в АЛУ для инкрементирования содержимого регистров, продвижения регистра-указателя данных и автоматического вычисления следующего адреса РПП. Простейшая операция вычитания используется в АЛУ для декрементирования регистров и сравнения переменных.

Простейшие операции автоматически образуют «тандемы» для выполнения в АЛУ таких операций, как, например, инкрементирование 16-битных регистровых пар. В АЛУ реализуется механизм каскадного выполнения простейших операций для реализации сложных команд. Так, например, при выполнении одной из команд условной передачи управления по результату сложения в АЛУ трижды инкрементируется СК, дважды производится чтение из РПД, выполняется арифметическое сравнение двух переменных, формируется 16-битный адрес перехода и принимается решение о том, делать или не делать переход по программе. Все перечисленные операции выполняются в АЛУ всего лишь за 2 мкс.

Важной особенностью АЛУ является его способность оперировать не только байтами, но и битами. Отдельные программно-доступные биты могут быть установлены, сброшены, инвертированы, переданы, проверены и использованы в логических операциях. Эта способность АЛУ оперировать битами столь важна, что во многих описаниях микропроцессора говорится о наличии в нем «булевского процессора». Для управления объектами часто применяются алгоритмы, содержащие операции над входными и выходными булевскими переменными (истина / ложь), реализация которых средствами обычных микропроцессоров сопряжена с определенными трудностями.

Рисунок -1. Структурная схема КР1816ВЕ31



АЛУ может оперировать четырьмя типами информационных объектов: булевскими (1 бит), цифровыми (4 бита), байтными (8 бит) и адресными (16 бит). В АЛУ выполняется 51 различная операция пересылки или преобразования этих данных. Используется 11 режимов адресации (7 для данных и 4 для адресов), путем комбинирования «операция / режим адресации» базовое число команд 111 расширяется до 255 из 256 возможных при однобайтном коде операции

***Резидентная память***. Память программ и память данных, размещенные на кристалле КР1816ВЕ31, физически и логически разделены, имеют различные механизмы адресации, работают под управлением различных сигналов и выполняют различные функции.

Память программ (ПЗУ или СППЗУ) имеет емкость 4Кбайта и предназначена для хранения команд, констант, управляющих слов инициализации, таблиц перекодировки входных и выходных переменных и т.п. РПП имеет 16-битную шину адреса, через которую обеспечивается доступ из счетчика команд или из регистра-указателя данных. Последний выполняет функции базового регистра при косвенных переходах по программе или используется в командах, оперирующих с таблицами.

Память данных (ОЗУ) предназначена для хранения переменных в процессе выполнения прикладной программы, адресуется одним байтом и имеет емкость 128 байт. Кроме того, к адресному пространству РПД примыкают адреса регистра специальных функций (РСФ), которые перечислены в таблице 3.

Память программ, также как и память данных, может быть расширена до 64Кбайт путем подключения внешних БИС.

***Аккумулятор и ССП***. Аккумулятор является источником операнда и местом фиксации результата при выполнении арифметических, логических операций и ряда операций передачи данных. Кроме того, только с использованием аккумулятора могут быть выполнены операции сдвига, проверка на нуль, формирование флага паритета и т.п.

Таблица 3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Символ | Наименование | Адрес |
| \* АСС | Аккумулятор | 0Е0Н |
| \* В | Регистр-расширитель аккумулятора | 0F0Н |
| \* PSW | Слово состояния программы | 0D0H |
| SP | Регистр-указатель стека | 81Н |
| DPTR | Регистр-указатель данных (DPH)  (DPL) | 83H  82H |
| \* P0 | Порт 0 | 80Н |
| \* Р1 | Порт 1 | 90Н |
| \* Р2 | Порт 2 | 0А0Н |
| \* Р3 | Порт 3 | 0В0Н |
| \* IP | Регистр приоритетов | 0В8Н |
| \* IE | Регистр маски прерываний | 0А8Н |
| TMOD | Регистр режима таймера / счетчика | 89Н |
| \* TCON | Регистр управления / статуса таймера | 88Н |
| TH0 | Таймер 0 (старший байт) | 8СН |
| TL0 | Таймер 0 (младший байт) | 8АН |
| TH1 | Таймер 1 (старший байт) | 8DН |
| TL1 | Таймер 1 (младший байт) | 8BН |
| Символ | Наименование | Адрес |
| \* SCON | Регистр управления приемопередатчиком | 98Н |
| SBUF | Буфер приемопередатчика | 99Н |
| PCON | Регистр управления мощностью | 87Н |

Примечание. Регистры, имена которых отмечены знаком (\*), допускают адресацию отдельных бит.

Таблица. 3.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Символ | Позиция | Имя и назначение |
| С | PSW.7 | Флаг переноса. Устанавливается и сбрасывается аппаратурными средствами или программой при выполнении арифметических и логических операциях |
| АС | PSW.6 | Флаг вспомогательного переноса. Устанавливается и сбрасывается только аппаратурными средствами при выполнении команд сложения и вычитания и сигнализирует о переносе или займе в бите 3. |
| F0 | PSW.5 | Флаг 0. Может быть установлен, сброшен или проверен программой как флаг, специфицируемый пользователем. |
| RS1  RS0 | PSW.4  PSW.3 | Выбор банка регистров. Устанавливается и сбрасывается программой для выбора рабочего банка регистров (см. примечание) |
| OV | PSW.2 | Флаг переполнения. Устанавливается и сбрасывается аппаратно при выполнении арифметических операций. |
| – | PSW.1 | Не используется. |
| Р | PSW.0 | Флаг паритета. Устанавливается и сбрасывается аппаратно в каждом цикле команды и фиксирует нечетное / четное число единичных бит в аккумуляторе, т.е. выполняет контроль по четности. |

Примечание. Выбор рабочего банка регистров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| RS1 | RS0 | Банк | Границы адресов |
| 0 | 0 | 0 | 00Н-07Н |
| 0 | 1 | 1 | 08Н-0FH |
| 1 | 0 | 2 | 10H-17H |
| 1 | 1 | 3 | 18H-1FH |

При выполнении многих команд в АЛУ формируется ряд признаков операции (флагов), которые фиксируются в регистре ССП. В таблице 4 приводится перечень флагов ССП, даются их символические имена и описываются условия их формирования.

Наиболее «активным» флагом ССП является флаг переноса, который принимает участие и модифицируется в процессе выполнения множества операций, включая сложение, вычитание и сдвиги. Кроме того, флаг переноса (С) выполняет функции «булевого аккумулятора» в командах, манипулирующих с битами. Флаг переполнения (OV) фиксирует арифметическое переполнение при операциях над целыми числами со знаком и делают возможным использование арифметики в дополнительных кодах. АЛУ не управляет флагами селекции банка регистров (RS0, RS1), и их значение полностью определяется прикладной программой и используется для выбора одного из четырех регистровых банков.

Структурная схема микроконтроллерной системы приведена в графической части курсового проекта приложение А

**3. Разработка функциональной схемы микроконтроллерной системы**

***Разработка подсистемы памяти***

В микроконтроллерных системах, построенных на основе КР1816ВЕ31, возможно использование двух типов внешней памяти: постоянной памяти программ (ВПП) и оперативной памяти данных (ВПД). Доступ к ВПП осуществляется при помощи управляющего сигнала RD, который выполняет функцию строб-сигнала, чтения. Доступ к ВПД обеспечивается управляющими сигналами RD и WR, которые формируются в линиях Р3.7 и Р3.6 при выполнении портом 3 альтернативных функций.

При обращении к ВПП всегда используется 16-битный адрес. Доступ к ВПД возможен с использованием 16-битного адреса (MOVX A,@DPTR) или 8-битного адреса (MOVX A,@RI).

В любых случаях использования 16-битного адреса старший байт адреса фиксируется (и сохраняется неизменным в течение одного цикла записи или чтения) в регистре-защелке порта 2.

Если очередной цикл внешней памяти (MOVX A,@DPTR) следует не сразу же за предыдущим циклом внешней памяти, то неизменяемое содержимое регистра-защелки порта 2 восстанавливается в следующем цикле. Если используется 8-битный адрес (MOVX A,@RI), то содержимое регистра-защелки порта 2 остается неизменным на его внешних выводах в течение всего цикла внешней памяти.

Через порт 0 в режиме временного мультиплексирования осуществляется выдача младшего байта адреса и передача байта данных. Сигнал САВП должен быть использован для записи байта адреса во внешний регистр. Затем в цикле записи выводимый байт данных появляется на внешних выводах порта 0 только перед появлением сигнала . В цикле чтения вводимый байт данных принимается в порт 0 по фронту стробирующего сигнала .



При любом обращении к внешней памяти устройство управления КР1816ВЕ31 загружает в регистр защелку порта 0 код 0FFH, стирая тем самым информацию, которая могла в нем храниться.

Доступ к ВПП возможен при выполнении двух условий: либо на вход отключения резидентной памяти программ () подается активный сигнал, либо содержимое счетчика команд превышает значение 0FFFH. Наличие сигнала необходимо для обеспечения доступа к младшим 4К адресам адресного пространства ВПП при использовании КР1816ВЕ31.



Основная функция сигнала САВП – обеспечить временное согласование передачи из порта 0 на внешний регистр младшего байта адреса в цикле чтения из ВПП. Сигнал САВП приобретает значение 1 дважды в каждом машинном цикле. Это происходит даже тогда, когда в цикле выборки нет обращения к ВПП. Доступ к ВПД возможен только в том случае, если сигнал САВП отсутствует. Первый сигнал САВП во втором машинном цикле команды MOVX блокируется. Следовательно, в любой МК-системе, не использующей ВПД, сигнал САВП генерируется с постоянной частотой, равной 1/16 частоты резонатора, и может быть использован для синхронизации внешних устройств или для реализации различных временны функций.

При обращении к РПП сигнал не генерируется, а при обращении к ВПП он выполняет функцию строб-сигнала чтения. Полный цикл чтения ВПД, включая установку и снятия сигнала , занимает 12 периодов резонатора.



***Особый режим работы КР1816ВЕ31***. Содержимое памяти программ КР1816ВЕ31 заполняется единожды на этапе разработки МК-системы и не может быть модифицировано в завершенном изделии. По этой причине микроконтроллеры не являются машинами классической «фон-неймановской» архитектуры. Оперативная память данных не может быть использована для хранения кодов программы. Эта особенность архитектуры МК объясняется тем, что в большинстве применений МК требуется наличие одной неизменяемой прикладной программы, хранимой в ПЗУ, наличие ОЗУ небольшой емкости для временного хранения переменных и эффективных, а следовательно, разных методов адресации памяти программ и памяти данных.

Микроконтроллер КР1816ВЕ31 не имеет внутренней памяти программ и поэтому пользуется только внешней памятью, которую можно модифицировать путем перепрожига внешней микросхемы ПЗУ.

Тип микропроцессора К1816ВЕ31. Объем внешнего ОЗУ – 4Кбайт. В данном микропроцессоре (в соответствии со структурой команд) внешняя адресация памяти данных позволяет адресовать 64Кбай внешней памяти. Для разработки подсистемы памяти выбираем микросхему в соответствии с перечнем элементов, приведенных в приложении Г.

***Разработка подсистемы временных характеристик***

**Регистры специальных функций**. Регистры с символическими именами IP, IE, TMOD, TCON, SCON и PCON используются для фиксации и программного изменения управляющих бит и бит состояния схемы прерывания, таймера / счетчика, приемопередатчика последовательного порта и для управления мощностью электропитания КР1816ВЕ31

Последовательный порт К1816ВЕ31 может работать в четырех различных режимах.

***Режим 0.*** В этом режиме информация и передается и принимается через внешний вывод входа приемника (RXD). Принимаются или передаются восемь бит данных. Через внешний вывод выхода передатчика (ТXD), выдаются импульсы сдвига, которые сопровождают каждый бит. Частота передачи бита информации равна 1/12 частоты резонатора.

***Режим 1***. В этом режиме передаются через ТXD или из RXD принимаются десять бит информации: старт-бит (0), восемь бит данных и стоп-бит. Скорость приема / передачи – величина переменная и задается таймером.

***Режим 2***. В этом режиме передаются через ТXD или из RXD принимаются одиннадцать бит информации: старт-бит, восемь бит данных, программируемый девятый бит и стоп-бит. При передаче девятый бит данных может принимать значение 0 или 1, или, например, для повышения достоверности передачи путем контроля по четности в него может быть помещено значение признака паритета из слова состояния программы (PSW.0). Частота приема / передачи выбирается программой и может быть равна либо 1/32, либо 1/64 частоты резонатора в зависимости от управляющего бита SMOD.

***Режим 3***. Совпадает с режимом 2 во всех деталях, за исключением частоты приема / передачи, которая является величиной переменной и задается таймером.

Управление режимом работы УАПП осуществляется через специальный регистрSCON. Этот регистр содержит не только управляющие биты, определяющие режим работы последовательного порта, но и девятый бит принимаемых или передаваемых (RB8 и TB8) и биты прерывания приемопередатчика (RI и TI).

Прикладная программа путем загрузки в старшие биты спецрегистра SCON 2-битного кода определяет режим работы УАПП. Во всех четырех режимах работы передача из УАПП инициируется любой командой, в которой буферный регистр SBUF указан как получатель байта. Прием в УАПП в режиме 0 осуществляется при условии, что RI=0 и RЕN=1. В режиме 1,2,3 прием начинается с приходом старт-бит, если RЕN=1.

В бите ТВ8 программно устанавливается значение девятого бита данных, который будет передан в режиме 2 или 3. В бите RВ8 фиксируется в режимах 2 и 3 девятый принимаемый бит данных. В режиме 1, если SМ2=0, в бит RВ8 заносится стоп-бит. В режиме 0 бит RВ8 не используется.

Флаг прерывания передатчика TIустанавливается аппаратно в конце периода передачи восьмого бита в режиме 0 и в начале передачи стоп-бита в режиме 1,2 и 3. Соответствующая подпрограмма обслуживания должна сбрасывать бит ТI.

Флаг прерывания приемника RIустанавливается аппаратно в конце периода передачи восьмого бита в режиме 0 и в середине приема стоп-бита в режиме 1,2 и 3. Подпрограмма обслуживания прерывания должна сбрасывать бит RI.

Скорость приема / передачи информации по линии связи определяется в начале работы над курсовым проектом и равна 600 бод.

Программируемый таймер находится внутри микроконтроллера К1816ВЕ31.

***Таймер/счетчик***. В составе средств КР1816ВЕ31 имеются регистровые пары с символическими именами TH0, TL0 и TH1, TL1, на основе которых функционируют два независимых программно-управляемых 16-битных таймера / счетчика событий.

Два программируемых 16-битных таймера / счетчика (Т/С0 и Т/С1) могут быть использованы в качестве таймеров или счетчиков внешних событий. При работе в качестве таймера содержимое Т/С инкрементируется в каждом машинном цикле, т.е. через каждые 12 периодов резонатора. При работе в качестве счетчика содержимое Т/С инкрементируется под воздействием перехода из 1 в 0 внешнего входного сигнала, подаваемого на соответствующий (Т0, Т1) вывод К1816ВЕ31. Опрос значения внешнего входного сигнала выполняется в момент времени S5P2 каждого машинного цикла. Содержимое счетчика будет увеличено на 1 в том случае, если в предыдущем цикле был считан входной сигнал высокого уровня (1), а в следующем – сигнал низкого уровня (0). Новое значение счетчика будет сформировано в момент S3P1 в цикле в следующем за тем, в котором был обнаружен переход сигнала из 1 в 0. Так как на распознавание перехода требуется два машинных цикла, то максимальная частота подсчета входных сигналов равна 1/24 частоты резонатора. На длительность периода входных сигналов ограничений сверху нет. Для гарантированного прочтения входного считаемого сигнала он должен удерживать значение 1 как минимум в течении одного машинного цикла К1816ВЕ31.

Для управления режимами работы Т/С и для организации взаимодействия таймеров с системой прерывания используются два регистра специальных функций (РРТС и РУСТ). Как следует из описания управляющих бит РРТС, для обоих Т/С режимы работы 0, 1 и 2 одинаковы. Режимы 3 для Т/С0 и Т/С1 различны. Рассмотрим кратко работу Т/С во всех четырех режимах.

**Режим 0**. Перевод любого Т/С в режим 0 делает его похожим на таймер МК48 (8-битный счетчик), на вход которого подключен 5-битный предделитель частоты на 32. В этом режиме таймерный регистр имеет разрядность 13 бит. При переходе из состояния» все единицы» в состояние «все нули» устанавливается флаг прерывания от таймера TF1. Входной синхросигнал таймера 1 разрешен (поступает на вход Т/С), когда управляющий бит TR1 установлен в 1 и либо управляющий бит GATE (блокировка) равен 0, либо выход запроса прерывания поступает уровень 1.



В таблице 8 приведены регистры режима работы таймера / счетчика, а в таблице 9 регистры управления / статуса таймера.

Установка бита GATE в 1 позволяет использовать таймер для измерения длительности импульсного сигнала, подаваемого на вход запроса прерывания.

Таблица 4.2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Символ | Позиция | Имя и назначение |
| GATE | TMOD.7 для T/С1 и TMOD.3 для T/C0 | Управление блокировкой. Если бит установлен, то таймер / счетчик «х» разрешен до тех пор, пока на входе «INTx» высокий уровень и бит управления «TRx» установлен. Если бит сброшен, то Т/С разрешается, как только бит управления «TRx» устанавливается. |
|  | TMOD.6 для T/С1 и TMOD.2 для T/C0 | Бит выбора режима таймера / счетчика событий. Если бит сброшен, то работает таймер от внутреннего источника сигналов синхронизации. Если бит установлен, то работает счетчик от внешних сигналов на входе «Тх». |
| М1 | TMOD.5 для T/С1 и TMOD.1 для T/C0 | Режим работы (см. примечание). |
| М0 | TMOD.4 для T/С1 и TMOD.0 для T/C0 |  |
| М1 | М0 | Режим работы |
| 0 | 0 | Таймер МК48. «TLx» работает как 5-битный предделитель. |
| 0 | 1 | 16-битный таймер / счетчик. «THx» и «TLx» включены последовательно. |
| 1 | 0 | 8-битный автоперезагружаемый таймер / счетчик. «THx» хранит значение, которое должно быть перезагружено в «TLx» каждый раз по переполнению. |
| 1 | 1 | Таймер/счетчик1 останавливается. Таймер/счетчик0: TL0 работает как 8-битный таймер / счетчик, и его режим определяется управляющими битами таймера0.TH0 работает только как 8-битный таймер, и его режим определяется управляющими битами таймера1. |

***Режим 1***. Работа любого Т/С в режиме 1 такая же, как и в режиме 0, за исключением того, что таймерный регистр имеет разрядность 16 бит.

***Режим 2***. В режиме 2 работа организована таким образом, что переполнение (переход из состояния» все единицы» в состояние «все нули») 8-битного счетчика TL1 приводит не только к установке флага TF1, но и автоматически перезагружает в TL1 содержимое старшего байта (TH1) таймерного регистра, которое предварительно было задано программным путем.

Перезагрузка оставляет содержимое TH1 неизменным. В режиме 2 Т/С0 и Т/С1 работают совершенно одинаково.

**Режим 3**. В режиме 3 Т/С0 и Т/С1 работают по разному. Т/С 1 сохраняет неизменным свое текущее содержимое. Иными словами, эффект такой же как и при сбросе управляющего бита TR1 в ноль.

В режиме 3 TL0 и TH0 функционируют как два независимых 8-битных счетчика. Работу TL0 определяет управляющие биты Т/С 0 (, GATE, TR0), входной сигнал и флаг переполнения TF0. Работу ТН0, который может выполнять только функции таймера (подсчет машинных циклов МК), определяет управляющий бит TR1. При этом ТН0 использует флаг переполнения TF1.



***Разработка подсистемы связи с центральной ЭВМ***

Проектируемое устройство должно выдавать содержимое памяти в центральную ЭВМ, а также принимать информацию от центральной ЭВМ.

Т.к. обмен информацией осуществляется на большие расстояния, то передачу необходимо вести в последовательном формате. Преобразование данных из параллельного формата в последовательный и обратно выполняет УАПП. УАПП – универсальный асинхронный приемопередатчик, предназначенный для реализации двунаправленного асинхронного обмена данными, представленными в параллельном формате, и управляющими словами с микропроцессором, а также двунаправленного асинхронного обмена данными, представленными в последовательном формате с другими модулями системы, например видеотерминалами, накопителями на магнитной ленте и т.д. Таким образом, УАПП преобразует параллельный код, полученный из системы по шине данных, в последовательный, и поразрядно выдаёт его в канал связи, а также выполняет обратное преобразование.

В состав УАПП, называемого часто последовательным портом, входят принимающий и передающий сдвигающий регистры, а также специальный буферный регистр (SBUF) приемопередатчика. Запись байта в буфер приводит к автоматической переписи байта в сдвигающий регистр передатчика и инициирует начало передачи байта. Наличие буферного регистра приемника позволяет совмещать операцию чтения ранее принятого байта с приемом очередного байта. Если к моменту окончания приема байта предыдущий байт не был считан из SBUF, то он будет потерян.

Управление режимом работы УАПП осуществляется через специальный регистр с символическим именем SCON. Этот регистр содержит не только управляющие биты, определяющие режим работы последовательного порта, но и девятый бит принимаемых или передаваемых данных (RB8 и TB8) и биты прерывания приемопередатчика (R1 и T1).

Таблица 4.5.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Символ | Позиция | Имя и назначение |
| TF1 | TCON.7 | Флаг переполнения таймера1. Устанавливается аппаратурно при переполнении таймера / счетчика. Сбрасывается при обслуживании прерывания аппаратурно |
| TR1 | TCON.6 | Бит управления таймера 1. Устанавливается/сбрасывается программой для пуска / останова. |
| TF0 | TCON.5 | Флаг переполнения таймера1. Устанавливается аппаратурно. Сбрасывается при обслуживании прерывания |
| TR0 | TCON.4 | Бит управления таймера 0. Устанавливается/сбрасывается программой для пуска / останова. таймера / счетчика. |
| IE1 | TCON.3 | Флаг фронта прерывания 1. Устанавливается аппаратурно, когда детектируется срез внешнего сигнала . Сбрасывается при обслуживании прерывания |
| IT1 | TCON.2 | Бит управления типом прерывания 1. Устанавливается / сбрасывается программой для спецификации запроса (срез / низкий уровень). |
| IE0 | TCON.1 | Флаг фронта прерывания 1. Устанавливается аппаратурно, когда детектируется срез внешнего сигнала . Сбрасывается при обслуживании прерывания |
| IT0 | TCON.0 | Бит управления типом прерывания 0. Устанавливается / сбрасывается программой для спецификации запроса (срез / низкий уровень). |

Режим 3 используется в тех случаях применение К1816ВЕ31, когда требуется наличие дополнительного 8-битного таймера или счетчика событий. Можно считать, что в режиме 3 К1816ВЕ31 имеет в своем составе 3 таймера / счетчика. В том случае, если Т/С0 используется в режиме 3, Т/С1 может быть или включен или выключен, или переведен в свой собственный режим 3, или может быть использован последовательным портом в качестве генератора частоты передачи, или, на конец, может быть использован в любом применении, не требующим прерывания.

После определения скорости приема / передачи информации необходимо обеспечить тактовую частоту приема RxC, передачи ТхС. Выдача этих синхросигналов осуществляется с использованием каналов программируемого таймера. Исходная частота, поступающая на программируемый таймер, равна частоте разрабатываемой микропроцессорной системы. Для определения уставки, записываемой в соответствующий канал программируемого таймера, необходимо определить коэффициент пересчета исходной частоты системы в частоту приема / передачи по линии связи, а также выбрать соответствующий режим работы задействованных каналов таймера.

1. **Разработка принципиальной схемы проектируемого устройства**

***Выбор элементной базы***

В контроллере, разрабатываемом в данном курсовом проекте, в качестве центральной части используется однокристальная микроЭВМ КМ1816ВЕ31, выполненная на основе высокоуровневой *n*-МОП технологии и взаимодействующая со средой в стандарте ТТЛ-схем с тремя состояниями выхода. Это позволяет при разработке схемы использовать ИС из микропроцессорного комплекта серии 580 быстродействующие ТТЛ серии. Как указывалось выше, в состав микроконтроллера входит программируемый таймер, асинхронный последовательный интерфейс (УАПП) и ПЗУ емкостью 1 Кб.

Для построения проектируемого устройства была выбрана следующая элементная база:

* программируемый контроллер клавиатуры и индикации КР580ВВ79;
* статическое ОЗУ емкостью 16Кб АТ28С128;
* блок семисегментных индикаторов АЛС318;
* буферный регистр К1533ИР22;
* ПЗУ К573РУ8;

Выбор указанных микросхем обусловлен их совместимостью по уровням, низким энергопотреблением, достаточно высоким быстродействием и помехозащищенностью.

# 

# 6. Разработка программного обеспечения

Для выполнения поставленных задач микропроцессорной системе необходима программа функционирования, согласно которой микропроцессор будет осуществлять выдачу управляющих сигналов на шину управления, адресов ячеек памяти и устройств на шину адреса и осуществлять обмен данными по шине данных. Т.к. в системе имеются еще и программируемые контроллеры, то для работы с ними необходима так называемая инициализация, являющаяся загрузкой в специальные регистры управляющих слов. Причем инициализация всех контроллеров должна выполнятся до начала выполнения системой задания и один раз после включения питания (исключением является аппаратный системный сброс). Для инициализации системы в качестве управляющих слов для ИМС используются константы, хранящиеся в ПЗУ микроконтроллера.

В системе имеются так же аппаратные прерывания, в результате которых должны выполнятся какие-либо действия, после чего основная программа продолжает свое выполнение. Такие прерывания обслуживают подпрограммы обработки прерываний (в системе их две: подпрограмма обработки прерываний от таймера и подпрограмма обработки прерывания от последовательного интерфейса).

Программу функционирования условно можно разделить на две части: инициализацию и рабочий цикл.

Инициализация представляет собой запись в определенные регистры некоторых констант, определяющих режимы работы процессора и отдельных частей системы.

Рабочий цикл – это набор процедур и операторов, выполняемых в бесконечном цикле, и обеспечивающих выполнение возложенных на систему функций. Граф-схема алгоритма работы и подпрограмм, приведенные на листе 4 графической части.

## ***Подпрограмма инициализации контроллера клавиатуры и индикации***

В разработке использован ПККИ типа КР580ВВ79. Его настройка осуществляется загрузкой управляющего слова «установка режима работы контроллера клавиатуры и индикации» в соответствующий регистр блока управления. Режим работы блока интерфейса клавиатуры: последовательный опрос матрицы клавиш с дешифрированием состояния счетчика сканирования и запрещением 2-х или более нажатых клавиш. Режим работы блока индикации: вывод символов на 8-разрядную индикацию с размещением их слева направо.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Рисунок 6.1 – Формат управляющего слова ПККИ.

Разряды D4 и D3 – определяют режим работы интерфейса индикации;

Разряды D2-D0 – определяют режим работы интерфейса клавиатуры.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Рисунок 6.2 – Формат управляющего слова «программный сброс»

Разряды D7 – D5 – адрес управляющего слова «программный сброс»;

Разряды D4 = 0 – коды находящиеся во внутреннем ОЗУ индикации выдаются на выходы OUT; D1 = 1 – обнуление регистра состояния ОЗУ клавиатуры и на выходе IRQ – сигнал низкого уровня; D0 ≡ D4.

Загрузка управляющего слова «программирование синхронизацией» выполняется каждый раз перед функционированием ПККИ для согласования внешней синхросерии с внутренней частотой ПККИ.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Рисунок 6.3 – Формат управляющего слова «программирование синхронизацией»

Разряды D4-D0 – коэффициент пересчета.

После загрузки управляющего слово «запись в ОЗУ индикации» микропроцессор может записывать информацию в ОЗУ индикации по адресу указанному в разрядах D3-D0. при D4 = 1 адрес ячейки ОЗУ после каждой операции будет увеличиваться на единицу.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | х | х | х | х |

Рисунок 6.4 – Формат управляющего слова «запись в ОЗУ индикации»

Разряды D7-D5 – адрес управляющего слова; D3-D0 – адрес ячейки ОЗУ индикации.

Формат управляющего слова «Чтение многорежимного ОЗУ клавиатуры» аналогичен формату управляющего слова «Чтение из ОЗУ индикации», за исключением содержимого битов D7-D5.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 1 | х | х | х | х |

Рисунок 6.5 – Формат регистра управляющего слова клавиатуры

Разряды D7-D5 – адрес управляющего слова; D4 – признак автоинкремента; D3-D0 – адрес ячейки ОЗУ клавиатуры.

## ***Подпрограмма инициализации программируемого параллельного интерфейса***

Настройка ППИ осуществляется загрузкой управляющего слова в регистр управляющего слова. Настройка производится следующим образом: порт А работает в режиме ввода информации с датчиков через АЦП, а порт В работает в режиме вывода информации на ЦАП. Порт С будет управлять процессами приема и выдачи информации.

В разработанной системе ППИ работает в 0 режиме. Функции этого режима:

1. Два 8-ми разрядных и два 4-х разрядных порта.
2. Все порты могут быть как входными, так и выходными.
3. Выходные порты защелкиваются, входные – нет.

Формат регистра управляющего слова ППИ представлен на рис. 6.6.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Рисунок 6.6 – Формат управляющего слова ППИ.

Разряды D0 = 0 – C0-C3 работают на вывод; D1 = 0 – порт В работает на вывод;

D2 – выбор режима; D3 = 0 – C4-C7 работают на вывод; D4 = 1 – порт А работает на ввод; D5 и D6 – определяют режим работы; D7 – управляющее слово.

## ***Подпрограмма инициализации последовательного порта***

Управление режимом работы УАПП осуществляется через специальный регистр с символическим именем SCON.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Рисунок 6.7 – Формат регистра SCON.

SM1 и SM0 (D7, D6) – определяют режим работы последовательного порта (Режим 2: 9-ти разрядный асинхронный приемопередатчик, фиксированная скорость приемопередачи);

SM2 (D5) = 0;

REN (D4) – флаг управления разрешением приема;

TB8 (D3) – установка состояния 9-го бита принимаемых данных;

RB8 (D2) – анализ состояния 9-го бита принимаемых данных;

TI (D1) – бит прерывания по передачи;

RI (D0) – бит готовности.

***Подпрограмма опроса клавиатуры***

Программируемый контроллер клавиатуры и индикации настраивается на режим чтения многорежимного ОЗУ клавиатуры с автоинкрементом, в счетчик заносим количество ячеек ОЗУ клавиатуры. Происходит последовательный опрос клавиатуры, после чего данные о нажатых функциональных клавишах записываются в ОЗУ клавиатуры.

## ***Подпрограмма выдача данных на индикаторы***

При обращении в данную подпрограмму сначала происходит обнуление счетчика, а затем наращивание его до заданного количества индикаторов. Программируемый контроллер клавиатуры и индикации настраивается на режим записи в ОЗУ индикации и происходит последовательный вывод информации на индикаторы. Выход из подпрограммы произойдет после выдачи всех кодов символов на индикаторы.

***Опрос датчиков и выдача выходных сигналов***

Опрос датчиков и выдача выходных сигналов происходит по следующему алгоритму:

1. в счетчик заносится количество опрашиваемых датчиков;
2. информация считывается с датчиков в порт А, который ранее был проинициализирован на прием данных;
3. принятая информация переписывается через аккумулятор в специально отведенную для информации с датчиков ячейку ОЗУ;
4. уменьшение счётчика количества датчиков на 1;
5. если произошел опрос всех датчиков, то ППИ перестраивается на выдачу информации из порта В;
6. в счетчик заносится количество выходных сигналов;
7. информация из ячейки ОЗУ через аккумулятор заносится в порт В;
8. производится вывод информации.

## ***Подпрограмма обмена информацией с центральной ЭВМ***

В этой подпрограмме вначале производится чтение регистра состояния УАПП. После этого выполняется проверка: установлен ли пятый бит регистра в 1. Если установлен, то это означает, что УАПП готов к передаче информации и происходит побитная передача данных в линию связи до тех пор, пока счетчик передаваемых информационных разрядов не будет равен нулю. Как только все информационные разряды передадутся в линию связи, произведутся новые начальные установки (начальный адрес ОЗУ, количество информационных разрядов) и подпрограмма закончит свое выполнение. Если же еще на первом этапе пятый бит регистра не будет установлен в 1, следовательно произойдет выход из подпрограммы, т. к. УАПП в этом случае не готов передавать информацию.

## ***Подпрограмма инициализации таймера***

Для управления режимами работы таймера / счетчика и для организации взаимодействия таймеров с системой прерывания используют два специальных регистра: TCON и TMOD.

7 6 5 4 3 2 1 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| а | 1 | а | 0 | а | 0 | а | 0 |

Рисунок 6.8 – Формат регистра TCON

7-й бит регистра TCON – флаг переполнения таймера 1. Устанавливается аппаратно при переполнении Т/С.

6-й бит – бит управления таймера 1. Устанавливается/ сбрасывается программой для пуска / останова.

4-й бит – флаг запроса внешнего прерывания (бит управления таймера 0).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Т/С1 Т/С0

Рисунок 6.9 – Формат регистра TMOD.

Регистр TMOD задает режимы работы Т/С0 и Т/С1. Устанавливаем для Т/С1 первый режим работы: 16-битный таймер / счетчик. TH1 и TL1 включены последовательно. При переходе из состояния» все единицы» в состояние «все нули» устанавливается флаг прерывания от таймера TF1. Входной синхросигнал таймера 1 разрешен (поступает на вход Т/С), когда управляющий бит TR1 установлен в 1 и либо управляющий бит GATE (блокировка) равен 0, либо выход запроса прерывания поступает уровень 1.), блокировка отключена, таймер работает от внутреннего источника сигналов синхронизации.



Таймер 1 должен быть инициализирован для выдачи частоты синхронизации приема-передачи последовательного порта и для организации прерывания, во время которого подсистема должна будет передать информацию о состоянии аналоговых датчиков и состоянии клавиатуры в центральную ЭВМ.

Производится заполнение таймерных регистров:

В TH1 записывается FEh

В TL1 записывается EBh

Значения TH1 и TL1, обновляются в соответствующих процедурах прерываний.

З**аключение**

В ходе выполнения курсового проекта были рассмотрены структурная организация, режимы работы, и алгоритмы функционирования микропроцессорного устройства на базе микроконтроллера серии К1816.

В ходе работы над курсовым проектом были разработаны структурная и принципиальная схемы, а также его программное обеспечение, для составления которого использовалась система команд и алгоритм функционирования КМ1816ВЕ31.что позволило понять какие действительно процессы проходят в микроконтроллерной системе и как они выполняются.

# Перечень источников

1. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник / под ред. С.В. Якубовского. – М: Радио и связь, 1990. – 496 с.
2. Микропроцессоры / К.Г. Самофалов, О.В. Викторов – Киев: Техника, 1989. – 312 с.
3. Справочник по цифровой схемотехнике / И.В. Зубчук, В.П. Сигорский. – К.: Техника, 1990 г. – 448 с.
4. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение / Б.Г. Федорков, В.А. Телец – М.: Энергоатомиздат, 1990. 320 с.
5. Сташин В.В., Урусов И.А. Мологонцева И.А. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микро-ЭВМ. М. Энергоатомиздат –1990 – 285 с.