

Лабораторная работа №4

Изучение принципов построения микроконтроллерных систем на примере микроконтроллера AT89S8252

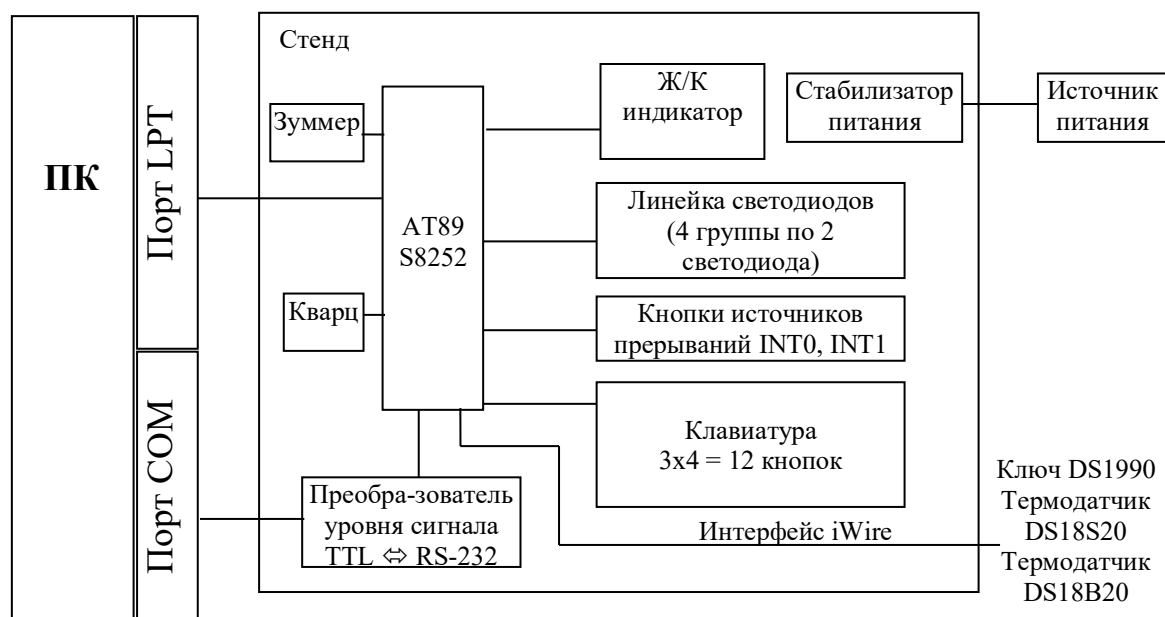
Цель лабораторной работы состоит в изучении вопросов проектирования микроконтроллерных систем и получении знаний и навыков, необходимых для проектирования таких систем.

Выполнение лабораторной работы состоит в изучении задания, выбора способа его реализации, написания программы для микроконтроллера на языке С или Assembler, компиляции программы, загрузке ее в микроконтроллер, тестировании и отладке системы. Кроме того, может быть поставлена задача написания программы для ПЭВМ и организации ее взаимодействия с микроконтроллерной системой.

В качестве стенда, на котором производится тестирование и демонстрация программы, служит лабораторная установка, структурная и принципиальная схемы которой показаны ниже.

Структура лабораторной установки

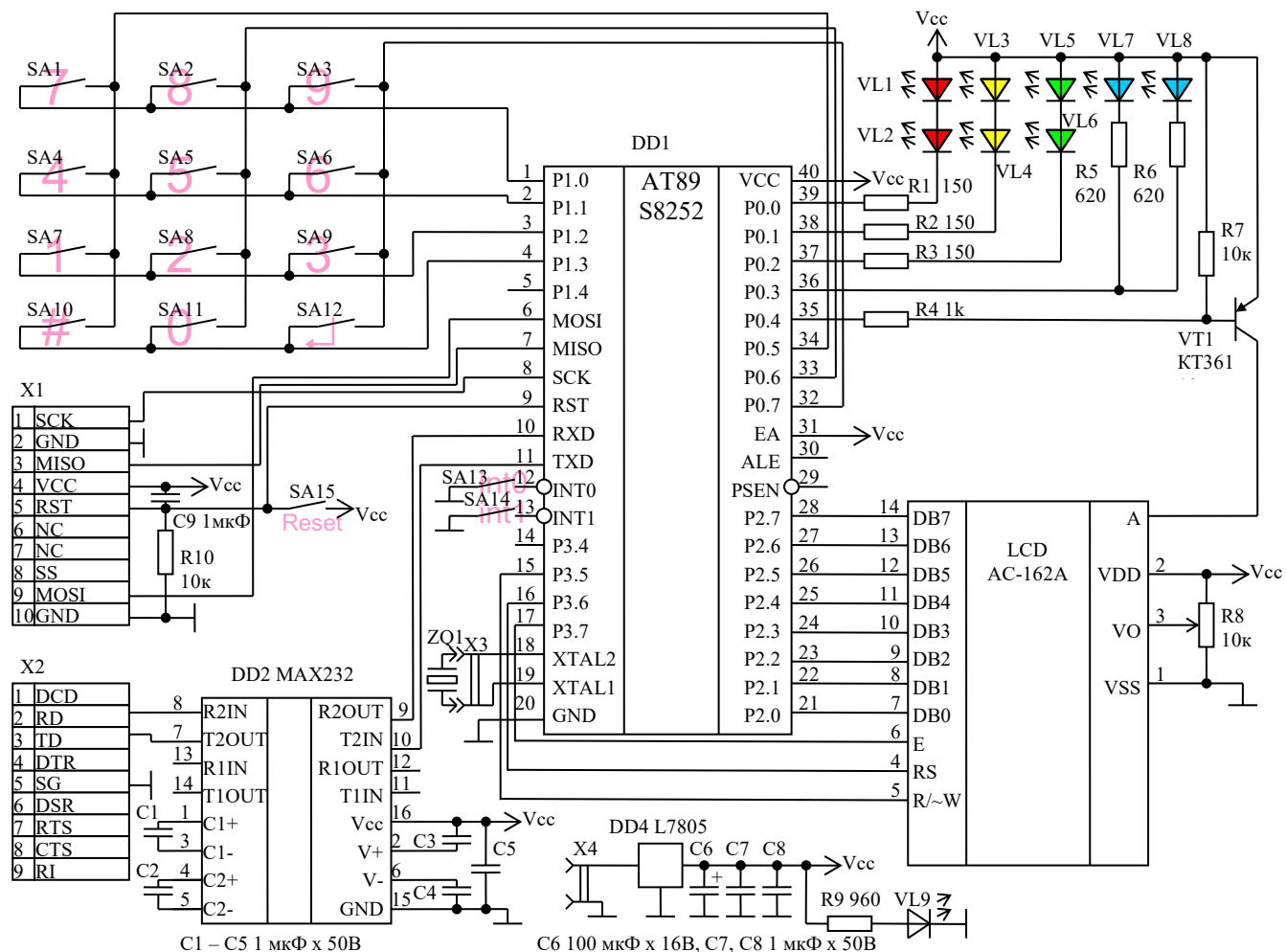
Структурная схема лабораторной установки показана на рисунке



Примечание. Один из стендов содержит полный набор компонентов (стенд №1). Второй (№2) не содержит зуммер, разъемы интерфейса iWire, Ж/К индикатор.

Принципиальная схема стенда

На рисунке показана принципиальная схема стенда (без зуммера и интерфейса iWire).



Описание стенда

Стенд содержит следующие средства: микроконтроллер AT89S8252 со схемой сброса, жидкокристаллический индикатор AC162A, преобразователь уровня сигнала TTL \Leftrightarrow RS-232 и разъем DB9M для подключения к последовательному порту компьютера, линейка из восьми светодиодов, объединенных в четыре группы по два светодиода, кнопка сброса, кнопки источников прерываний INT0 и INT1, клавиатура из 12 кнопок, организованная в виде матрицы 3x4, разъем SPI для программирования контроллера, стабилизатор питания. Ниже описаны отдельные составляющие стенда.

Микроконтроллер AT89S8252

Представляет собой расположенные на одном кристалле CISC-процессор, оперативную память, энергонезависимые память данных и память программ, средства обработки прерываний (шесть векторов, девять источников), три 16-разрядных таймера/счетчика, сторожевой таймер, интерфейсы SPI и UART, четыре восьмиразрядных квазидвухнаправленных порта ввода-вывода, тактовый генератор.

Контроллер является совместимым (по выводам и программно) с микроконтроллерами серий C51, C52. При этом по отношению к контроллерам C51 имеются дополнительные функциональные возможности.

Процессор выполняет команды, коды которых записаны в энергонезависимую память программ (Flash-память). На выполнение одной команды в большинстве случаев требуется один или два машинных цикла. Машинный цикл состоит из двенадцати тактов. Таким образом, время выполнения каждой команды может быть рассчитано по известной частоте тактового генератора. Временязадающим элементом тактового генератора служит кварцевый резонатор, для которого на плате стенда предусмотрен разъем.

Встроенный контроллер прерываний позволяет обрабатывать прерывания от девяти источников, распределяя их между шестью векторами: два вектора прерывания от внешних источников (предусмотрены две кнопки на плате стенда) – как по фронту, так и по уровню сигнала, три вектора прерывания от встроенных таймеров, вектор прерывания от последовательных интерфейсов. Прерывания обслуживаются по дисциплине фиксированных приоритетов. При этом для каждого вектора можно установить один из двух приоритетов.

Таймеры-счетчики могут быть использованы в качестве генератора тактовой частоты для интерфейса UART, счета времени, счета внешних событий, измерения длительности сигнала, частоты и скважности периодических сигналов, генератора частоты. Поскольку 16-разрядные таймеры/счетчики в качестве исходной используют тактовую частоту, период счета зависит от частоты выбранного кварцевого резонатора.

Сторожевой таймер предназначен для защиты от закливания программы в случае сбоя. Если данный таймер используется, программист должен периодически перезапускать его. Если по истечении заданного времени перезапуск не выполнен, произойдет аппаратный сброс. Период сторожевого таймера не зависит от тактовой частоты.

Интерфейс SPI представляет собой синхронный последовательный интерфейс с высокой скоростью обмена данными. Может использоваться для связи двух или нескольких устройств, поддерживающих данный интерфейс. При этом одно из устройств конфигурируется как ведущее, остальные – как ведомые устройства. В лабораторной установке данный интерфейс используется для программирования контроллера, что позволяет производить запись и чтение встроенной энергонезависимой памяти, не извлекая контроллер из системы.

Интерфейс UART реализован как асинхронный последовательный интерфейс с двумя линиями данных (по одной для каждого направления). Служит для организации связи контроллера с персональным компьютером. При этом из всех возможных сигналов используются только сигналы TX (передаваемые данные) и RX (принимаемые данные).

Контроллер имеет в своем составе четыре восьмиразрядных квазидвунаправленных порта ввода-вывода. При работе порта в качестве порта вывода записанное значение передается на выход порта. При работе порта в

качестве порта ввода значение, поданное на вход, считывается программой. При этом необходимо выдать в порт единицу, иначе считанным значением всегда будет ноль. Три порта из четырех в состоянии логической единицы включают резисторы, «подтягивающие» линию к напряжению питания. При этом ток логической единицы довольно мал. Допускается подключать порты к выходам ТТЛ и КМПО для чтения информации. Также возможно подключение датчиков, замыкающих выход на общую шину, без использования внешних резисторов. Один из четырех портов имеет выход типа «открытый сток» с увеличенным током логического нуля. При записи в порт единицы порт переходит в высокоимпедансное состояние и может использоваться как вход. В этом случае для формирования высокого уровня может потребоваться подключение к шине питания через резисторы. Доступ к каждому из портов может быть осуществлен как побитно, так и побайтно.

Более подробную информацию можно найти в технической документации.
Схема сброса выполняет сброс контроллера при включении питания.

Жидкокристаллический индикатор АС-162А

Представляет собой двухстрочный индикатор, отображающий до 16 символов в каждой строке. Размер символа 5x8 точек. Индикатор имеет встроенный контроллер и ПЗУ знакогенератора, в котором хранится начертание стандартных символов (первая половина таблицы ASCII) и дополнительных символов (в том числе русских букв). Имеется возможность запрограммировать начертание восьми пользовательских символов.

Индикатор соединяется с контроллером следующими линиями.

Обозначение	Разрядность	Порт микроконтроллера	Назначение
E	1		Разрешение обмена
RS	1		Выбор управляющего слова либо слова данных
R/~W	1		Выбор операции: запись либо чтение
DB	8		Шина данных

Например, чтобы подать ноль на вход RS, в программе необходимо написать:
P36 = 0;

Индикатор имеет в своем составе подсветку на светодиодах. Управление включением подсветки осуществляется портом P0.4 микроконтроллера. Чтобы включить подсветку, необходимо выдать в порт ноль, чтобы выключить – единицу.

Более подробную информацию можно найти в технической документации.

Преобразователь уровня сигнала TTL \Leftrightarrow RS-232 и разъем DB9M для подключения к последовательному порту компьютера

Микроконтроллер имеет встроенный интерфейс UART, совместимый с соответствующим интерфейсом ПК, но имеющим ограниченную функциональность и работающим с сигналами уровня TTL. Для преобразования уровней сигналов служит микросхема MAX 232, которая преобразует сигнал TTL в сигнал $\pm 10V$, а входной сигнал от ПК ($\pm 12V$) в уровень TTL. В микроконтроллере имеются только сигналы TD и RD и отсутствуют дополнительные сигналы для аппаратного управления потоком данных. Выдачу и прием этих сигналов можно реализовать программно; для этого требуется задействовать дополнительные порты микроконтроллера и установить преобразователь уровней сигналов. В стенде данная возможность не реализована, поэтому управление потоком данных либо не используется, либо используется программное. Для подключения к ПК требуется минимальный нуль-модемный кабель, содержащий три провода.

Светодиодная линейка

На плате стенда установлена линейка из восьми светодиодов красного, желтого, зеленого и синего цветов, объединенных в четыре группы по два светодиода. Расположение светодиодов показано ниже.



Светодиоды одного цвета объединены в группы, и могут включаться только одновременно. Для включения красных светодиодов необходимо выдать логический ноль в порт P0.0 микроконтроллера, для желтых – в порт P0.1, зеленых – P0.2, и синих – P0.3. Выдача единицы в порт отключает соответствующую группу светодиодов.

Кнопка сброса

Служит для перезапуска программы микроконтроллера.

Кнопки источников прерываний INT0 и INT1

Предназначены для имитации возникновения прерываний от внешних источников. Могут быть использованы и как обычные кнопки для расширения клавиатуры.

Клавиатура из 12 кнопок

Может служить для ввода цифр, букв, для управления работой программы и т.д. Клавиатура организована в виде матрицы 3x4, столбцы которой подключены к порту P0, а строки – к порту P1. Так как порт P0 имеет выходы типа «открытый сток», сканирование клавиатуры следует выполнять по столбцам, выдавая бегущий ноль на разряды 5 – 7 порта P0 и считывая разряды 0 – 3 порта P1. Так как в схеме клавиатуры отсутствуют диоды, не рекомендуется нажимать более двух кнопок одновременно, так как в некоторых случаях это может привести к неверному определению нажатых кнопок.

Разъем SPI для программирования контроллера

Служит для подключения платы стенда к параллельному порту ПК для программирования, чтения и верификации контроллера, программирования битов блокировки. Для подключения используется пассивный кабель, содержащий пять проводов. Для разного программного обеспечения могут потребоваться разные кабели.

Стабилизатор питания

Стабилизирует и фильтрует питающее напряжение, что позволяет питать стенд постоянным напряжением от 7 до 20 вольт. Выход стабилизатора – 5 В.

Разъемы интерфейса iWire

Служат для подключения электронного ключа iButton (DS1990, DS1994 и других), а также цифровых термодатчиков DS18S20 и DS18B20.

Зуммер

Служит для выдачи звукового сигнала.

Порядок выполнения работы

Выполнение работы включает следующие пункты:

а) домашняя подготовка; состоит в изучении документации на микроконтроллер AT89S8252 или подобный микроконтроллер серии C52, документации на контроллер индикатора AC-162A и описания стенда, а также документации на интерфейс iWire и на используемые устройства с данным интерфейсом; кроме того, желательно знакомство с программными средствами, используемыми для выполнения лабораторной работы (компилятор, программа для записи данных в МК, программа терминала);

б) получение задания; в соответствии с номером варианта студент получает задание на лабораторную работу;

в) написание (коррекция) исходного кода для микроконтроллера на языке С или Ассемблер, а также, при необходимости, написание программы для ПЭВМ;

г) компиляция исходного кода;

д) запись программы в микроконтроллер;

е) тестирование программы, и, при необходимости, возврат к шагу в).

ж) оформление отчета.

По возможности, пункт в) рекомендуется включать в домашнюю подготовку.

Требования к оформлению отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

а) титульный лист;

б) задание на лабораторную работу;

в) описание этапа разработки аппаратных средств, включающее подробную функциональную или принципиальную схему аппаратуры, необходимой для выполнения лабораторной работы, а также описание назначения и особенностей функционирования каждого элемента схемы (исключая вспомогательные);

г) разработка схем наиболее значимых частей программы (не менее 30 вершин);

д) расчеты начальных значений счета таймеров для заданной/выбранной частоты синхронизации (частоты прерываний) и частоты кварцевого резонатора, а также прочие расчеты, если они требуются для выполнения лабораторной работы;

е) текст программы с подробными комментариями;

ж) выводы по лабораторной работе, отражающие суть выполненного задания (кратко), основные особенности микроконтроллерных систем, достоинства, недостатки, сложности с которыми столкнулся студент при разработке данной МКС, знания и навыки, полученные студентом в результате выполнения лабораторной работы.

Отчет по лабораторной работе рекомендуется оформлять в соответствии с требованиями СТП ВятГУ.