Разработка кодового замка на базе микроконтроллера AVR

Очередность этапов разработки

- 1. Постановка задачи
- 2. Разработка структурной схемы
- 3. Разработка программного обеспечения
- 4. Разработка электрической принципиальной схемы
- 5. Комплексная отладка

1. Постановка задачи

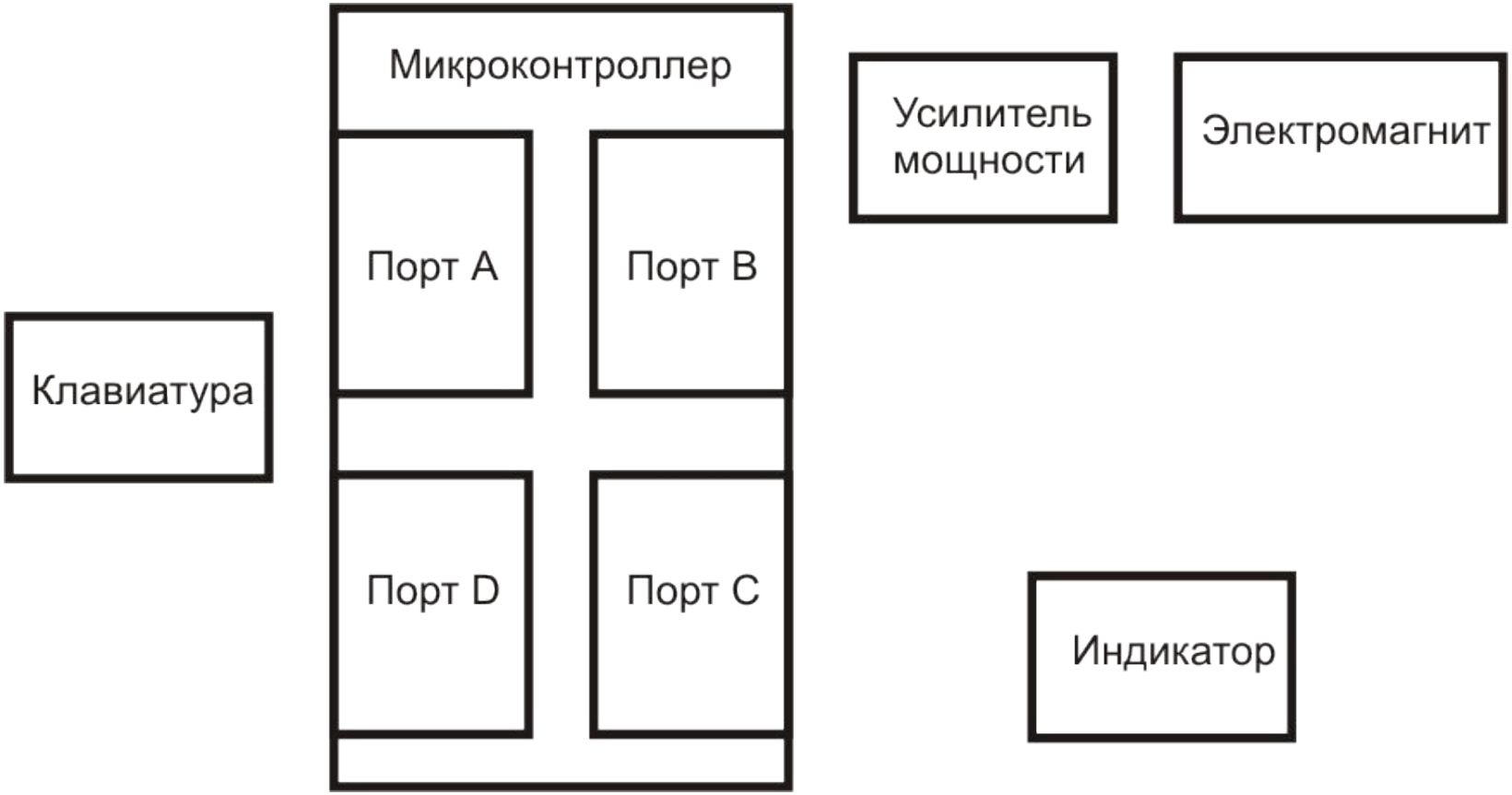
Описание устройства

- Кодовый замок должен иметь защиту от неправильно введенного кода.
- В случае если неправильный код водится три раза должна срабатывать сигнализация.
- Предусмотреть индикацию введенного кода и режимы работы кодового замка.

Предварительный выбор оборудования:

1. Выбираем микроконтроллер AVR имеющий четыре порта
2. Клавиатура
3. Усилитель мощности
4. Электромагнит замка
5. Индикатор

Состав оборудования кодового замка



Исходные данные

- Тип кода – двоичный;
- Количество комбинаций – 256;
- Количество попыток ввода кода – 3;
- Сигнализация неправильно набранного кода.

2. Разработка структурной схемы

Подготовка к разработке структурной схемы

- Требуется выбрать конкретное оборудование (пока не выбирая микроконтроллер)
- Затем выбрать конкретный микроконтроллер
- Выполнить распределение ресурсов микроконтроллера

Распределение ресурсов микроконтроллера

- В данной разработке распределение ресурсов сводится к распределению портов ввода - вывода

Разделение системы на подсистемы

- Для удобства проектирования разделим все устройство на две системы:

- Система ввода
- Система вывода

Система ввода

Требования к системе ввода

- Требуется:

- 1. Ввести код доступа
- 2. Подтвердить, что код набран верно
- 3. В случае неправильно набранного кода
- выполнить сброс кода

Выбор клавиатуры

- Выбираем двоичную клавиатуру
- В качестве кнопок ввода кода – 8 тумблеров с фиксацией
- Кнопки подтверждения и сброса без фиксации

КЛАВИАТУРА

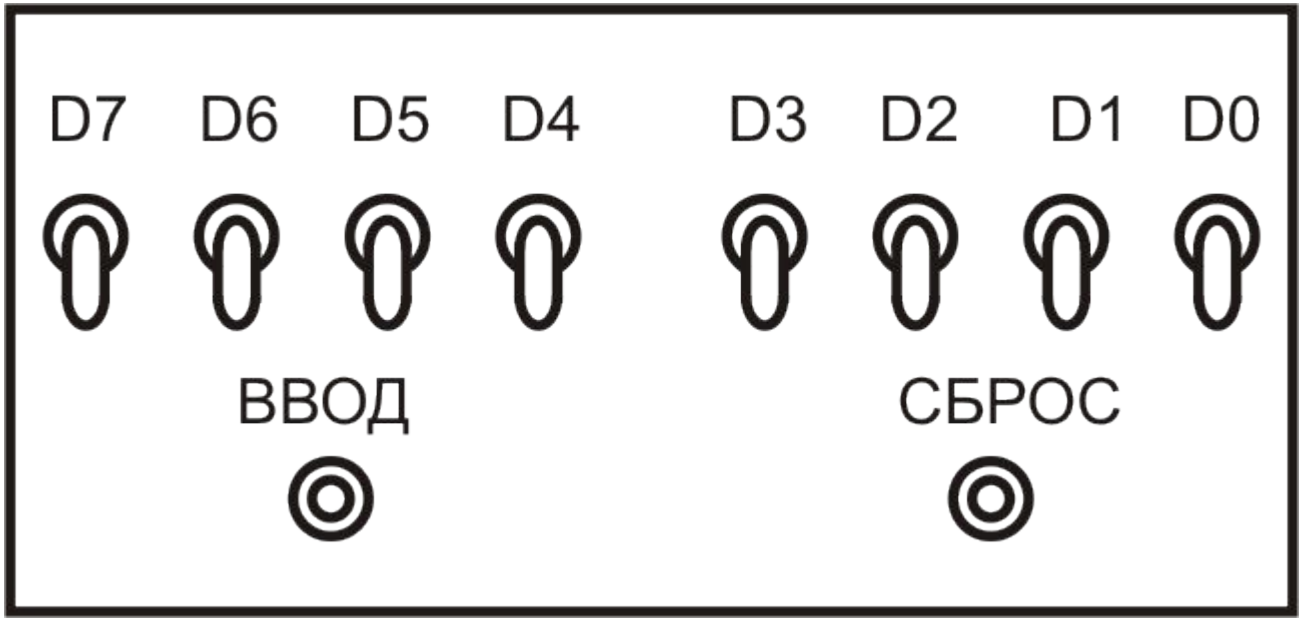
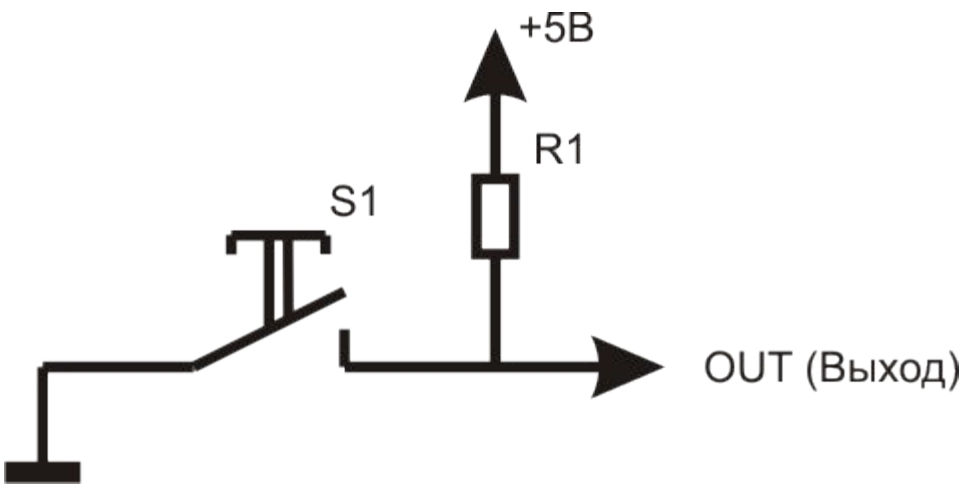


Схема включения кнопки



Эквивалентная схема линии порта

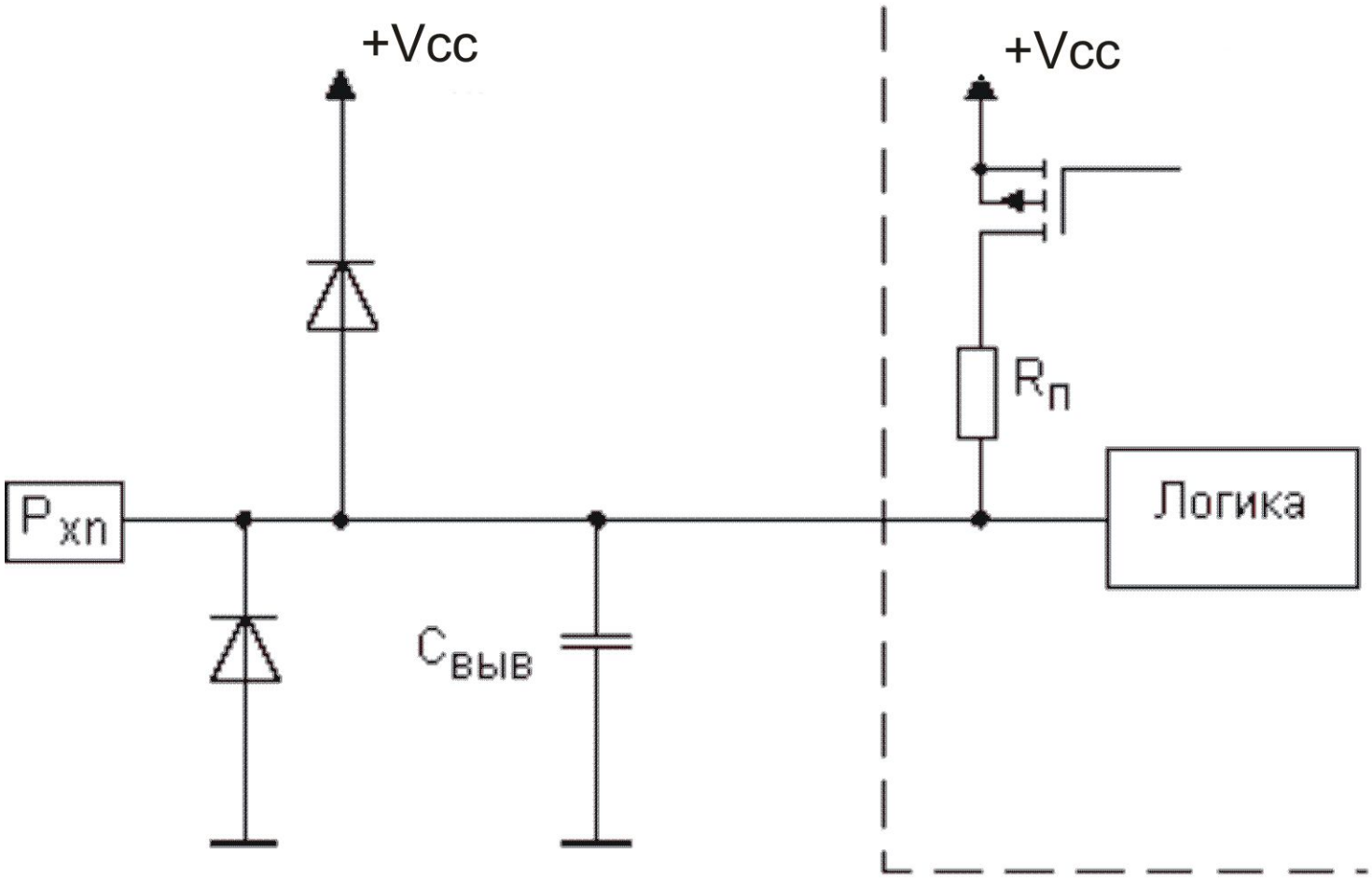
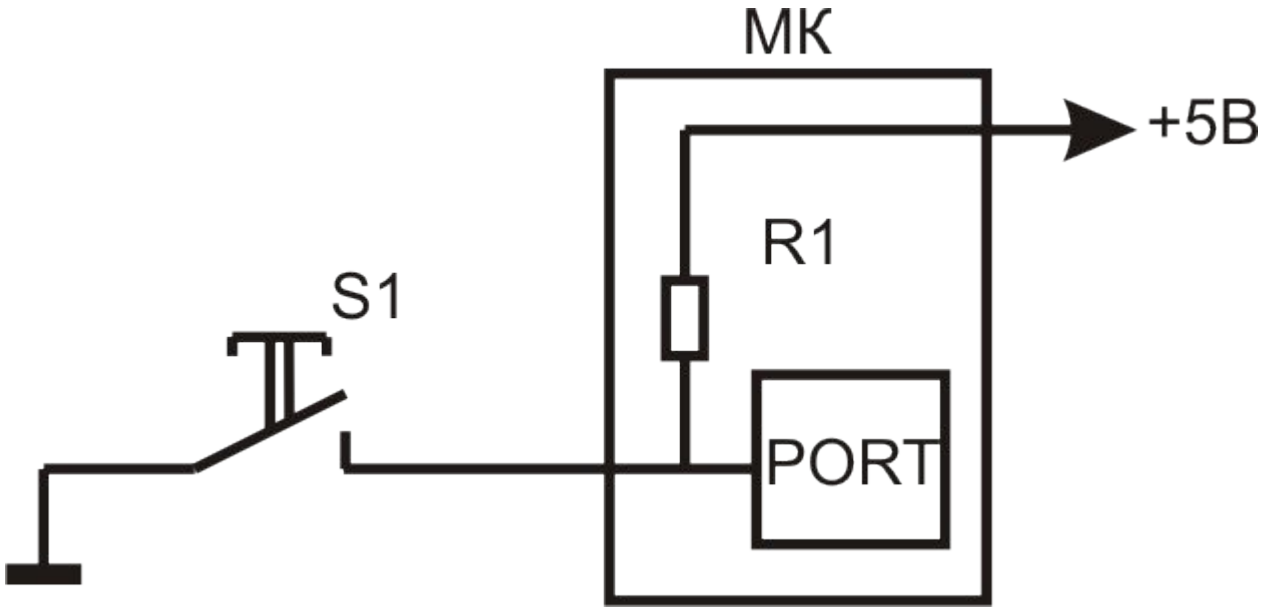


Схема включения кнопки к порту МК с Pull-up резистором



Система вывода

Требования к системе вывода

- Требуется:
- 1. Отображать на индикаторе набранный код доступа
- 2. Управлять электромагнитом замка
- 3. Возможно подключение звукового сигнала

Выбор устройства индикации

- Выберем двоичный индикатор отображения набранного кода на основе 8 светодиодов (LED)
- Добавим еще 2 светодиода:

индикатор правильно набранного кода и индикатор неправильно набранного кода

Управление электромагнитом замка

- Требуется только открывать и закрывать замок
- Выберем схему с усилителем релейного типа
- Таким образом нам требуется одна линия вывода для управления электромагнитом замка

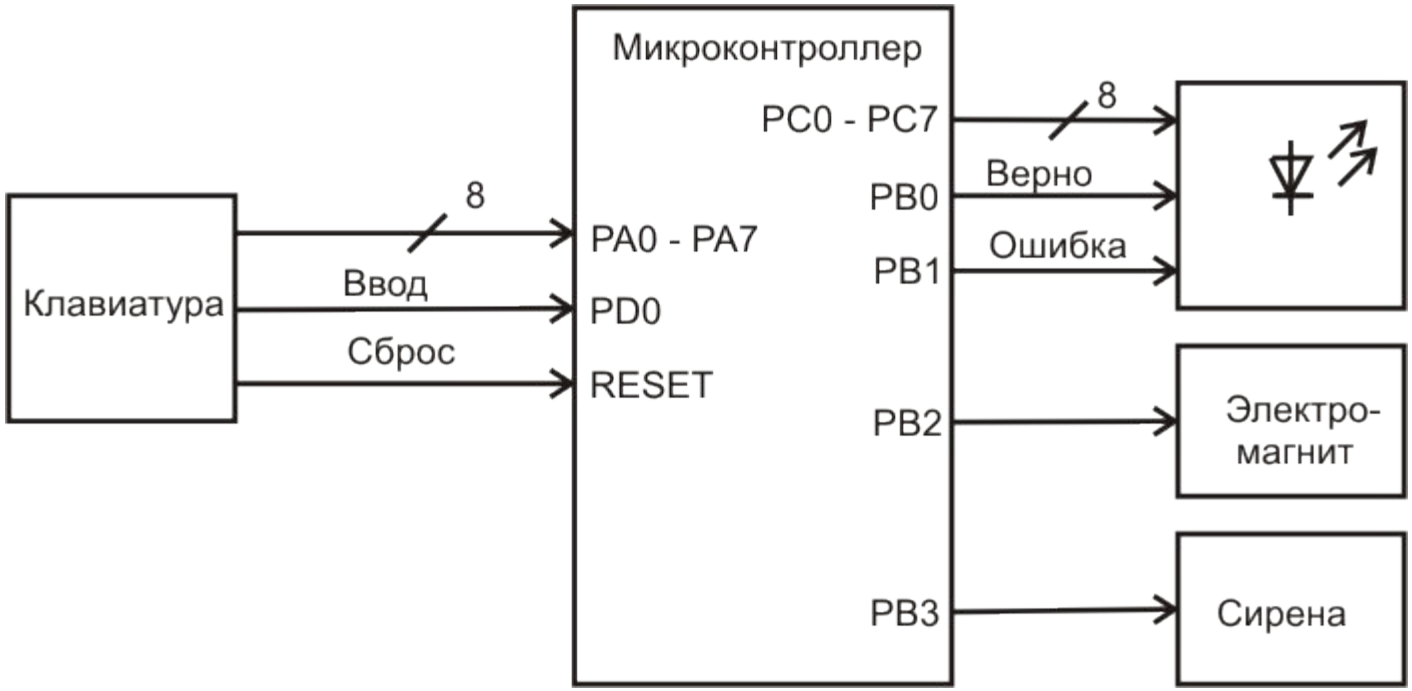
Настройка линий порта на ввод

- Порт A – ввод кода доступа
- Линия D0 – подтверждение правильно набранного кода

Настройка линий порта на вывод

- Порт С – отображение введенного кода
- Линия В0 – подтверждение правильно набранного кода
- Линия В1 – набран неправильный код
- Линия В2 – управление замком
- Линия В3 – управление звуковым сигналом

Структурная схема



Активный уровень сигнала

- В качестве активного уровня сигнала управления внешними устройствами выбираем ЛОГИЧЕСКИЙ НОЛЬ

3. Разработка программного обеспечения

Разработка алгоритма

- Требуется разработать алгоритм работы кодового замка

Настройка портов ввода - вывода

Распределение линий портов

- Ввод:
- Порт A
- Порт D

- Вывод:
- Порт B
- Порт C

Регистры портов

7	6	5	4	3	2	1	0	
PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	PORTA4

7	6	5	4	3	2	1	0	
DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	DDRA

7	6	5	4	3	2	1	0	
PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	PINA

Настройка порта

DDAn	PORTAn	I/O	Pull up	Комментарии
0	0	In	Нет	Z-состояние
0	1	in	Да	Pxn источник тока, если L
1	0	Out	Нет	Вывод лог. 0
1	1	Out	Нет	Вывод лог. 1

Выбор микроконтроллера

- На этом этапе выбираем микроконтроллер семейства AVR, имеющий четыре порта ввода-вывода.
- Предположим мы выбрали микроконтроллер ATmega32.

Написание текста программы на языке ассемблера:

- В соответствии с ранее разработанным алгоритмом пишется программа работы микроконтроллера
- Ниже будут приведены примеры типовых программных модулей

Типовые программные модули инициализации микроконтроллера:

1. Подключение стандартной библиотеки описания имен
2. Настройка портов ввода-вывода
3. Настройка указателя стека

Подключение библиотеки: «Описание имен для ATmega32»

```
.NOLIST
.include "m32def.inc"
.LIST
```

Настройка портов ввода-вывода

Настройка порта А на ввод

```
ldi  r16, $FF        ; загрузка константы FFH в
                     ; регистр R16
out  PORTA, r16;  Загрузка содержимого R16 в
                  ;  регистр данных порта А)
```

Настройка порта D на ввод

```
ldi  r16, $FF        ; загрузка константы FFH в
                     ; регистр R16
out  PORTD, r16;  Загрузка содержимого R16 в
                     ;  регистр данных порта D)
```

Настройка порта B на вывод

```
ldi  r16, $FF          ; загрузка константы FFH в
   ; регистр R16
out PORTB, r16    ;  Загрузка содержимого R16 в
                  ;регистр данных порта B

ldi  r16, $FF          ; загрузка константы FFH в
            ; регистр R16
out DDRB, r16      ;  Загрузка содержимого R16 в
                   ;регистр направления порта B
```

Настройка порта С на вывод

```
ldi  r16, $FF          ; загрузка константы FFH в
   ; регистр R16
out PORTC, r16    ;  Загрузка содержимого R16 в
                  ;регистр данных порта С

ldi  r16, $FF          ; загрузка константы FFH в
            ; регистр R16
out DDRC, r16      ;  Загрузка содержимого R16 в
                   ;регистр направления порта С
```

Настройка стека

- Например, определяем адрес указателя стека SP на ячейку 085FH (последняя ячейка IRAM ATmega32)
- Содержимое регистра указателя стека определяется:

- Регистр H-адрес H-код
- SPH 3EH 08H
- SPL 3DH 5FH

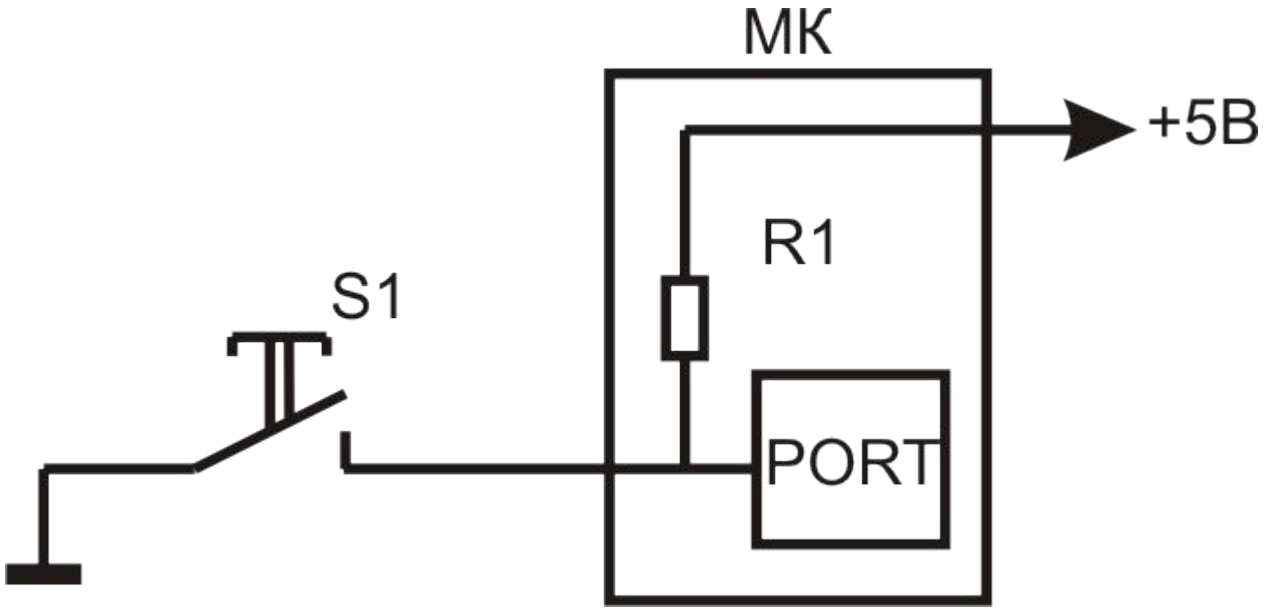
Настройка указателя стека

```
ldi R16, low (RAMEND)
out SPL, R16

ldi R16, high (RAMEND)
out SPH, R16
```

Примеры рабочих программных модулей

Ожидание нажатия кнопки



Команды «Скип»

sbic PINx, n – переход через следующую команду (скип) если бит порта ввода сброшен

sbis PINx, n – переход через следующую команду (скип) если бит порта ввода установлен

Ожидание нажатия кнопки (sbic)

- WAIT_KEY: wdr

```
        sbic PIND, 0
        rjmp WAIT_KEY
        nop
```

Ожидание отпускания кнопки (sbis)

- WAIT_KEY: wdr

```
        sbis PIND, 0
        rjmp WAIT_KEY
        nop
```

Использование команд ввода/вывода

- В командах ввода-вывода могут быть использованы любые регистры с именами от R0 до R31
- В примерах приведенных далее в качестве регистра будет использован только регистр R16

Чтение порта

```
in r16, PINA    ; ввод информации из порта A
                ; в регистр r16

in r16, PIND    ; ввод информации из порта D в
                ;регистр r16
```

Запись в порт

```
out PORTC, r16    ; вывод информации из
   ; регистра r16 в порт C

out PORTD, r16  ; вывод информации из
   ; регистра r16 в порт D
```

Включить или выключить устройство

- Для управления некоторым устройством требуется она линия вывода

- Рекомендуется использовать команды операций с отдельными битами порта

- cbi – сбросить (в ноль) линию порта
- sbi – установить (е единицу) линию порта

Пример команды cbi

cbi PORTC, 2 ;Сбросить линию порта C
; с номером 2

Пример команды sbi

sbi PORTC, 2 ;Установить линию порта C
;с номером 2

Пример сравнения содержимого регистров

Сравним содержимое двух регистров R18 и R20

- R18 – заданная величина
- R20 – неизвестная величина

- Требуется определить равны они или нет

Используем команду вычитания

mov r19, r18 ; копирование заданного
; значения

sub r19, r20 ; вычитание неизвестной
; величины из копии заданного

После операции вычитания в r19 помещается разность и устанавливаются флаги (C, Z и т.д.)

Реализация ветвлений в программе

- В зависимости от того, что были равны или не равны значения в регистрах, требуется организовать ветвления в программе.
- Используем команды условных переходов

Условные переходы по флагу «Z»

brne NE_RAVNO; переход на метку
;«NE_RAVNO» если
; результат не равен нулю
; флаг «Z» сброшен

breq RAVNO ; переход на метку
;«RAVNO» если
; результат равен нулю
; флаг «Z» установлен