Лабораторная работа №13 Матричная клавиатура

Цель: Изучить работу матричной клавиатуры

Зачастую свободных выводов микроконтроллера не хватает для подключения необходимого количества кнопок. При непосредственном соединении для n кнопок надо выделить столько же линий ввода-вывода, что не всегда возможно. Для более рационального использования линий портов можно воспользоваться матричной схемой подключения на рис.1. В данном случае матрица, подключённая к порту D, имеет размер 4*4=16 кнопок (4 строки r0…r3 и 4 столбца c0…c3). Линии PD0…PD3, являющиеся строками r0…r3, всегда настроены на ввод, и подтянуты к шине питания резисторами R (типичный номинал 4,7…10 кОм). С них и производится считывание состояния кнопок SB1-SB16. На линиях PD4…PD7 (столбцы c0…c3) поочерёдно формируется сигнал логического нуля. Первоначально низкий уровень устанавливается на столбце c0, а на всех остальных столбцах при этом Z-состояние. Теперь только при нажатии кнопок этого столбца (SB1…SB4) на линиях строк r0…r3 может возникнуть низкий логический уровень. Далее логический 0 выставляется на столбце c1 и сканируются группа кнопок SB5…SB8 и т.д. Точно такой же алгоритм опроса кнопок применяется и для любой другой матричной клавиатуры не зависимо от числа строк и столбцов. В общем случае количество кнопок n является произведением числа строк и столбцов. Так, например, матрица 2*2 (4 линии) будет содержать 4 кнопки. Но с другой стороны столько же линий ввода-вывода понадобится и для непосредственного подключения того же числа кнопок. Таким образом, экономия выводов начинает проявляться при числе кнопок, превышающем 4…6, и становится ещё более существенной с ростом их количества.

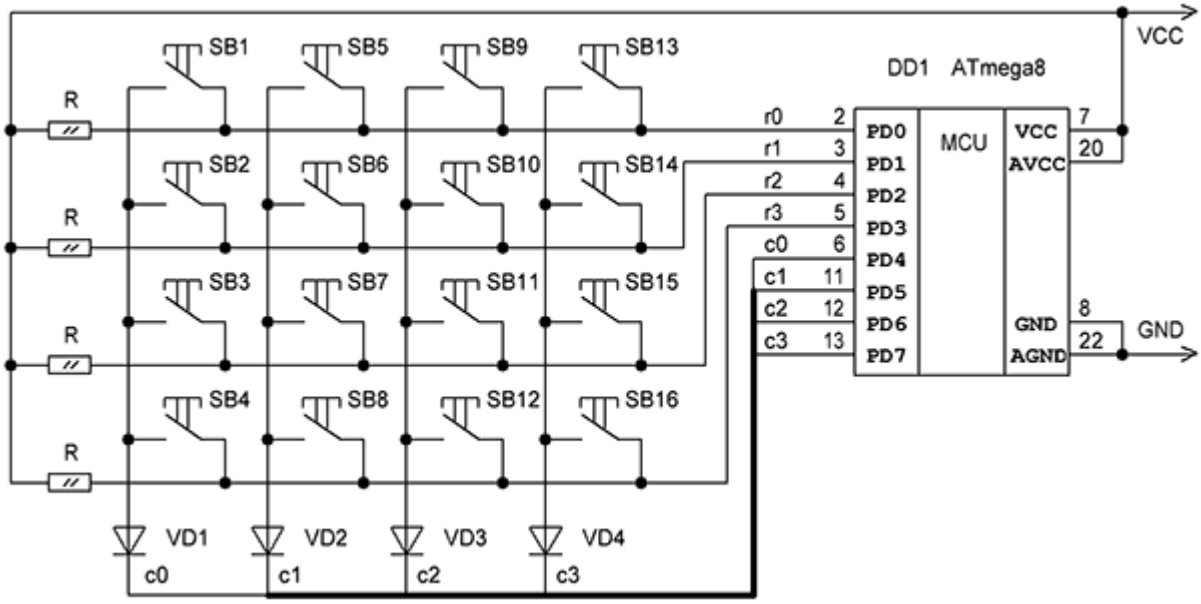

Рис.1 Матричная схема подключения кнопок

Элементы VD1…VD4, и R1…R4 не являются обязательными на схеме. Диоды служат для защиты от короткого замыкания между линиями строк и столбцов. Если, например, при нажатии на кнопку SB1 (в момент сканирования столбца c0) линия строки r0 вдруг окажется настроенной на вывод и на ней будет высокий логический уровень, то по цепи c0r0 начнет протекать недопустимо большой ток. Хотя логика программы не допускает такого режима работы, по разным причинам это все-таки может произойти. Поэтому, по крайней мере, при отладке программы диоды не будут лишними. Если емкость монтажа, приведенная к выводам PD3…PD0, не слишком велика, то сопротивления подтяжки к шине питания, вполне можно заменить внутренними “pull-up” резисторами. Для этого необходимо установить соответствующие разряды в регистре PORTD, когда линии настроены на ввод.

Пример подпрограммы сканирования матричной клавиатуры

```
.def button = R16 ;регистр с кодом нажатой кнопки
.def temp   = R17 ;регистр для промежуточных операций

    ldi   temp,high(RAMEND) ;инициализация стека
    out   SPH,temp
    ldi   temp,low(RAMEND)
    out   SPL,temp
    clr   temp    ;настраиваем линии порта D на ввод
    out   DDRD,temp
    ldi   temp, (1 << PD0)|(1 << PD1)|(1 << PD2)|(1 << PD3)
    out   PORTD,temp
    rcall btn_pol
    .

;     Подпрограмма опроса матричной клавиатуры
; R16 – номер нажатой кнопки на выходе из подпрограммы,
;  если ни одна кнопка не нажата, то R16=0;
;  если нажаты две и более кнопок, то R16=0xFF
; R17 – регистр для определения номера строки
; R18 – регистр для задания номера столбца
; R19 – счётчик столбцов
; R20 – регистр для промежуточных операций

btn_pol:
clr   R16      ;обнуляем регистры с кодом нажатой
clr   R19      ;кнопки и номером столбца
ldi   R18,0x0F ;очищаем регистр данных PORTD порта D
out   PORTD,R18
ldi   R18,0x00010000
```

```
bp1: out   DDRD,R18 ;настраиваем на вывод линию соответствующего
nop            ;столбца через регистр DDRD порта D
in    R17,PIND ;считываем состояние строк из регистра PIND
com   R17
andi  R17,0x0F ;выделяем значение 4-х строк
ldi   R20,0    ;если ни одна кнопка в столбце не нажата,
breq  bp5      ;перемещаемся на следующий столбец
cpi   R17,0x01 ;если нажата кнопка в строке c0,
ldi   R20,1    ;то вычисляем её номер
breq  bp2
cpi   R17,0x02 ;если нажата кнопка в строке c1,
ldi   R20,2    ;то вычисляем её номер
breq  bp2
cpi   R17,0x04 ;если нажата кнопка в строке c2,
ldi   R20,3    ;то вычисляем её номер
breq  bp2
cpi   R17,0x08 ;если нажата кнопка в строке c3,
ldi   R20,4    ;то вычисляем её номер
brne  bp3  ;если нажато более одной кнопки, завершаем опрос bp2: tst
R16     ;если в предыдущих столбцах были нажаты
breq  bp4                                   bp3: ldi   R16,0xFF ;кнопки, то
завершаем опрос с кодом 0xFF
    ret
bp4:  push  R19      ;иначе вычисляем номер кнопки, как
    lsl   R19      ;N = 4*column + row + 1 = 4*R19 + R20 + 1
lsl   R19
add   R20,R19
mov   R16,R20
pop   R19
bp5:  inc   R19
lsl   R18
cpi   R19,4    ;повторяем цикл опроса пока не будут
brne  bp1      ;опрошены все 4 столбца
ret
```

При всех преимуществах матричная схема подключения обладает и одним недостатком. С её помощью тяжело реализовать чтение комбинаций кнопок. В случае, когда на такой клавиатуре будут нажаты любые три кнопки, образующие между собой прямой угол (например, SB1,SB2,SB5), то программой опроса будет зафиксировано ложное нажатие кнопки, лежащей в свободном углу прямоугольника (в данном случае SB6). При определённом раскладе такой “фантомной” кнопкой может оказаться любая кнопка на клавиатуре.