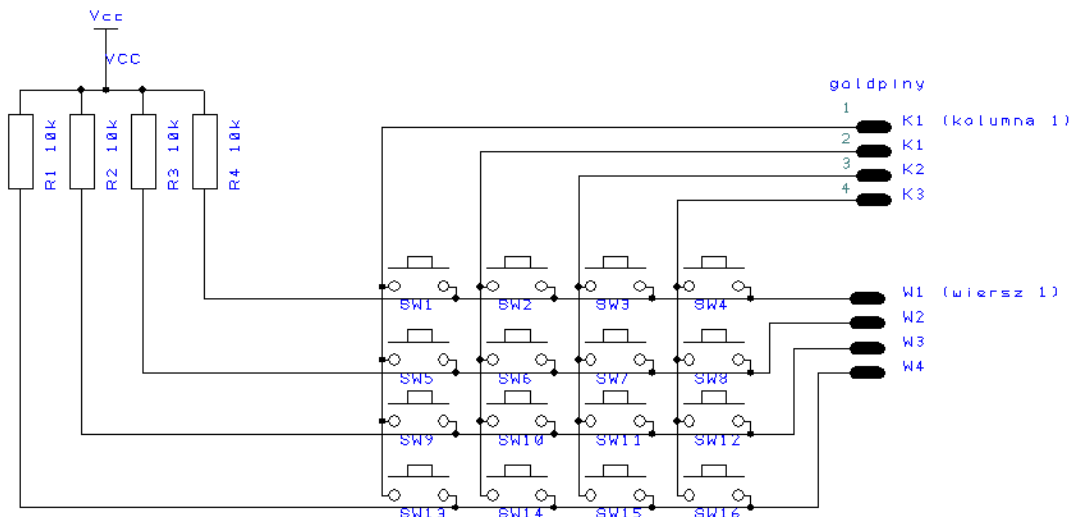


# Klawiatura matrycowa

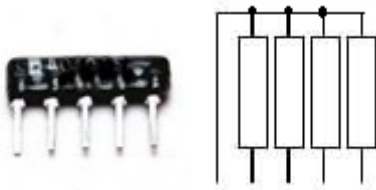
Na rys. 1. został przedstawiony schemat klawiatury matrycowej, która znajduje się na makietach dydaktycznych. Wiersze za pomocą rezystorów podciągających (ang. pull-up) są podłączone do VCC (+5V). W celu wykorzystania 4 przycisków znajdujących się w jednej kolumnie wystarczy podłączyć wybraną kolumnę do GND, a wiersze W1,W2,W3,W4 do czterech linii portu mikrokontrolera (linie powinny być skonfigurowane jako wejścia). Jeżeli podłączymy kolumnę K1 do GND, to po naciśnięciu przycisku SW5 zewrze on K1 do W2, w wyniku czego napięcie na W2 zmieni się z 5V na 0V. Stan wszystkich przycisków można łatwo określić, jeżeli kolumny K1,K2,K3,K4 połączy się do wyprowadzeń mikrokontrolera skonfigurowanych jako wyjścia. W celu sprawdzenia przycisków w dowolnej kolumnie ustawia się na niej stan niski, a na pozostałych kolumnach stan wysoki, następnie odczytuje się wszystkie wiersze. Jeżeli w którymś wierszu pojawi się stan niski, to znaczy, że naciśnięty jest przycisk w sprawdzanej kolumnie. Po sprawdzeniu czterech kolumn znany jest stan wszystkich przycisków. Do obsługi 16 przycisków wystarczy jeden port mikrokontrolera.

Wskazówka: Za pomocą operatora przesunięcia bitowego można w pętli generować odpowiednie stany kolumn.



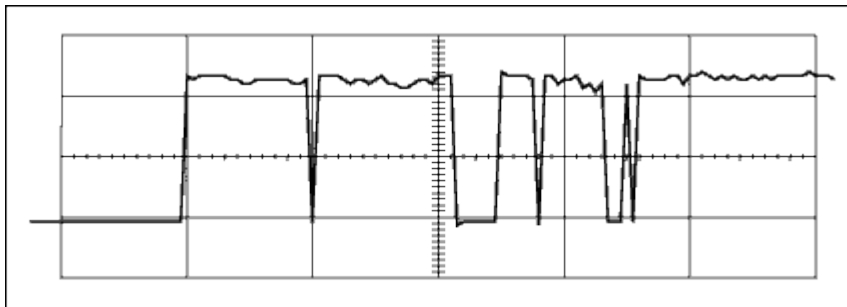
Rys. 1 Schemat klawiatury matrycowej

Warto odwrócić makietę i przeanalizować układ ścieżek klawiatury na PCB. Rezystory podciągające znajdują się w drabince rezystorowej, której schemat i zdjęcie zostało przedstawione na rys. 2.



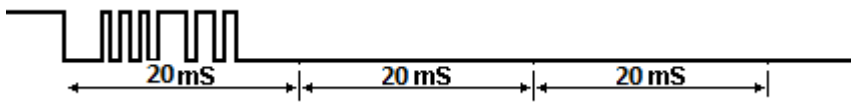
Rys. 2 Drabinka rezystorowa typu X - ze wspólnym wyprowadzeniem (ang. single common).

Ważny problem stanowią drgania styków. Na rysunku 4. przedstawiono przykładowy oscylogram.



Rys. 4 Oscylogram drgań styków w przeciągu 6ms (źródło <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/287> )

Na różnorodne sposoby można starać się pozbyć negatywnych skutków drgań (ang. debouncing). Najprostszy (nie znaczy, że najlepszy) polega na kilkukrotnym sprawdzeniu stanu w ustalonych odstępach czasu po wykryciu zmiany z 1 na 0 (rys. 3).



Rys. 3 Kilkukrotne sprawdzenie stanu

Drgania można odfiltrować np. za pomocą prostego filtra dolnoprzepustowego RC. Można też użyć dedykowanych układów scalonych. Stosowanie dodatkowych komponentów może być niemożliwe w układach, w których kluczowy jest mały rozmiar. Czas drgań zależy od modelu przycisku.

## Konfiguracja portów:

Rejestry DDRx, gdzie X jest nazwą portu służą do ustawienia kierunku portu, np. DDRA=0x0f spowoduje że wyprowadzenia PA.7-PA.5 będą wejściami, a PA.4-PA0 wejściami.

Rejestry PINx umożliwiają odczyt stanu wejść.

PORTx pozwala ustalić stan wysoki lub niski na wyjściach.

Warto wiedzieć, że ATmega32 posiada wewnętrzne rezystory podciągające piny do VCC. Na str. 49 noty katalogowej <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc2503.pdf> zostały one oznaczone symbolem Rpu na rys. 22. Sposób ich użycia został podany w tab.20 na str. 50. Poniżej znajduje się kod, który powoduje, że wszystkie linie portu A zostają skonfigurowane jako wejścia z wewnętrznymi rezystorami pull-up .

```
DDRA = 0x00;           //wszystkie linie portu A są wejściami
PORTA = 0xff;          //wszystkie podciągnięte do VCC
```

PORTx umożliwia włączenie rezystorów pull-up w wejściach.

## Programy tworzone na ćwiczeniach

Na ćwiczeniach zostaną utworzone m.in. następujące programy:

- 1) zapalenie diody LED po naciśnięciu SW1; zgaszenie jej po naciśnięciu SW5
- 2) zmiana stanu LED po naciśnięciu SW3 (należy uwzględnić drgania styków)
- 3) zliczanie naciśnień SW2 (należy uwzględnić drgania styków). Wynik należy przedstawić binarnie na linijce diodowej
- 4) obsługa wszystkich przycisków – numer przycisku należy binarnie pokazać na linijce diodowej (można zignorować drgania styków).

Przed przystąpieniem do ćwiczeń należy:

- a) wiedzieć jak się konfiguruje porty i funkcje rejestrów DDRX, PORTx i PINx
- b) zapoznać się ze schematem klawiatury matrycowej
- c) zapoznać się ze zjawiskiem drgania styków

Warto również: przeczytać w Internecie o drganiach styków - przeanalizować rozwiązania sprzętowe i programistyczne (ang. debouncing). Można wyprowadzić wzór na częstotliwość graniczną filtra dolnoprzepustowego utworzonego z pojedynczego kondensatora i rezystora.