

vkeyboard

Wirtualna klawiatura

To, co rzuca się w oczy jako pierwsza cecha użytkownika urządzenia, to tak zwany interfejs użytkownika. Najczęściej składają się na niego wyświetlacz, klawiatura, pokrętła i manipulatory. Proponujemy wykonanie klawiatury dotykowej, która znacząco podniesie walory użytkowe każdego urządzenia elektronicznego. Konstrukcja jest nowoczesna, uniwersalna i estetyczna. Dzięki swojej uniwersalności klawiatura będzie doskonałym uzupełnieniem każdego projektu.

Rekomendacje: Projekt rekomendujemy wszystkim konstruktorom elektronikom.



Dodatkowe materiały na CD

Żyjemy w czasach lawinowego rozwoju mikrokontrolerów i, co za tym idzie, znacznego ich rozpowszechnienia. Nawet stosunkowo proste urządzenia elektroniczne wyposażane są w rozbudowane i efektywne interfejsy obsługi użytkownika, nierzadko z użyciem kolorowych wyświetlaczy graficznych LCD, zintegrowanych z panelem dotykowym. Te ostatnie dają ogromne możliwości kształtowania sposobu współpracy urządzenia z użytkownikiem, ponieważ liczba dostępnych opcji ograniczona jest jedynie inwencją programisty i jego doświadczeniem w tworzeniu przejrzystych elementów graficznego interfejsu użytkownika (GUI). Niestety, tego typu rozwiązania są jeszcze stosunkowo drogie, więc zasadność ich stosowania wynika zazwyczaj ze stopnia skomplikowania układu docelowego, jak i oczekiwanej elastyczności po stronie użytkownika. Nic nie stoi jednak na

przeszkodzie, aby wykorzystać potencjał paneli dotykowych, konstruując uniwersalną i efektywną klawiaturę przeznaczoną do zastosowań w systemach mikroprocesorowych, bez konieczności użycia drogich wyświetlaczy graficznych. Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na rysunku rys. 1.

Przedstawiony układ to prosty system mikroprocesorowy, który do obsługi panela dotykowego wykorzystuje wbudowany w mikrokontroler ATmega8, 10-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy oraz jego multiplexer wejściowy (ADC0...ADC3). Grupa diod LED w układzie typowej matrycy o wymiarach 5x8 sygnalizuje naciśnięcie wirtualnego przycisku. Wysłanie kodu przycisku do docelowego systemu mikroprocesorowego zrealizowano za pomocą interfejsu I²C (TWI – Atmel). Wyjście oznaczone jako INT (PORTB.5) można użyć do wyzwolenia przerwania w systemie nadrzędnym, po wciśnięciu klawisza. Więcej uwagi poświęćmy panelowi dotykowemu, który jest rozwiązaniem ciekawym, ale stosunkowo mało znanym.

W prezentowanym układzie zastosowano typowy, rezystancyjny panel dotykowy o czterech wyprowadzeniach (X+, X-, Y+, Y-), dostępnych na taśmie do złącza ZIF (raster 1 mm). W pewnym uproszczeniu, taki panel można przedstawić jako dwie, rozdzielone dielektrykiem folie rezystancyjne (o stałym współczynniku rezystancji w funkcji powierzchni), z wyprowadzeniami dla osi X (X+ i X-) oraz osi Y (Y+ i Y-). Pod wpływem siły nacisku folie łączą się w miejscu dotyku, a cały układ staje się typowym dzielnik rezystancyjnym. Odczyt

AVT-5183

W ofercie AVT:
AVT-5183A – płytką drukowaną

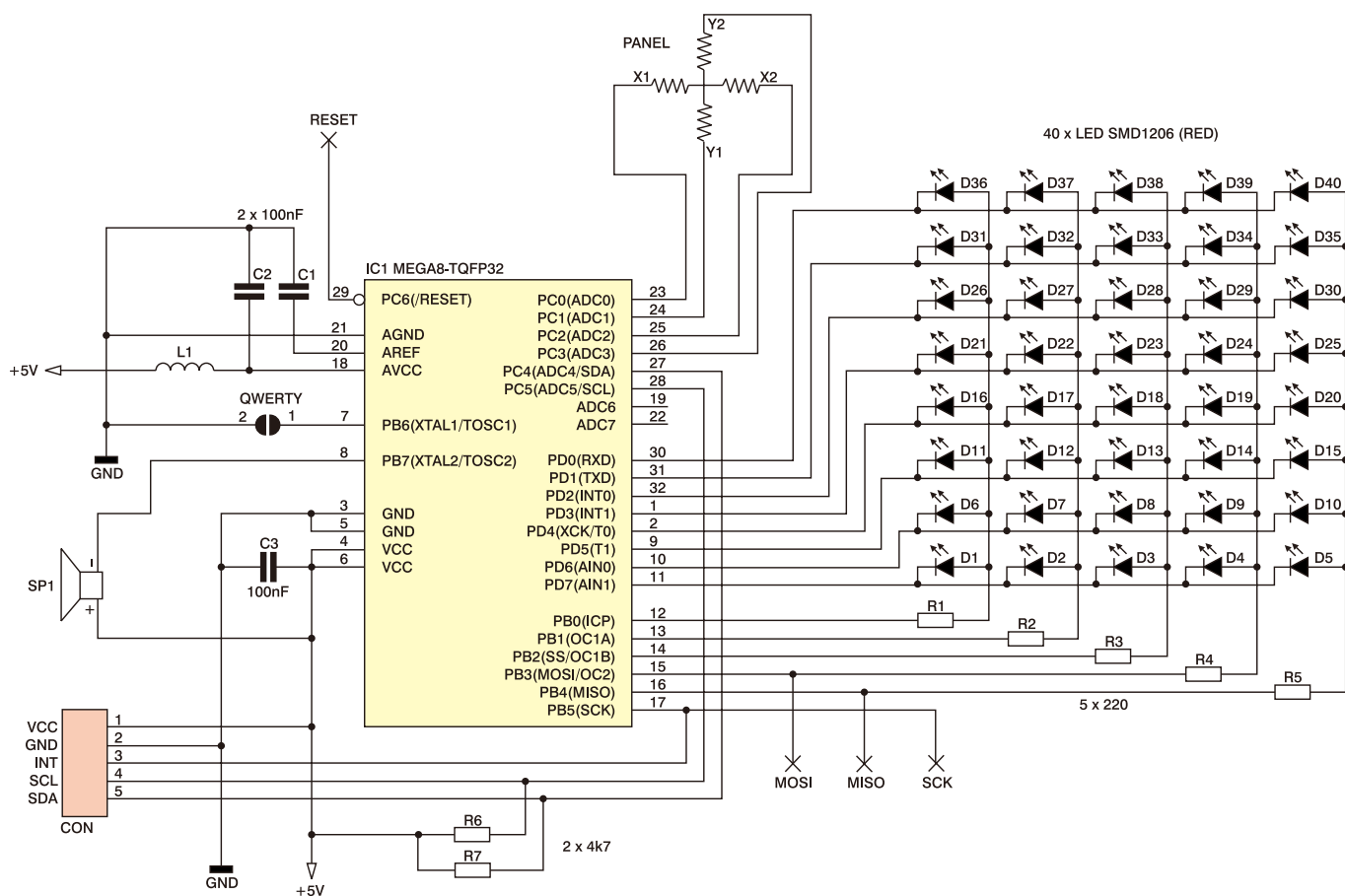
PODSTAWOWE PARAMETRY

- Ustawienia Fuse-bitów: CKSEL3..0: 0100, SUT1..0: 01
- Napięcie zasilania: 5 VDC
- Prąd obciążenia: 30 mA
- Adres sprzętowy I²C: 55 Hex.
- Maksymalna częstotliwość sygnału SCL magistrali I²C: 400 kHz
- Liczba przycisków: 40

PROJEKTY POKREWNE

wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Klawiatura z interfejsem PS/2	EP 9/2006	AVT-946
Klawiatura do mikrokontrolera	EdW 8/2003	AVT-2673
Klawiatura multimedialna do PC	EP 11/2001	AVT-1328
16-stykowa klawiatura z interfejsem RS232	EP 4/2000	AVT-1265



Rys. 1. Schemat klawiatury

położenia możliwy jest po spolaryzowaniu jednej z osi i odczycie napięcia na jednym z zacisków drugiej osi, a następnie odwróceniu sytuacji i ponownym odczycie realizowanym dla osi niespolaryzowanej. W naszym przypadku, do polaryzacji obu osi, czyli warstw folii rezystancyjnej, użyto portów GPIO z ustawionymi przeciwnymi stanami logicznymi. Odczyt poziomu napięcia z osi niespolaryzowanej realizuje 10-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy pracujący w trybie pojedynczego pomiaru. Pomiar wykonywany jest naprzemiennie dla każdej z osi dzięki wykorzystaniu alternatywnych funkcji portu C mikrokontrolera. W przypadku

tego typu polaryzacji należy pamiętać, aby nie przekroczyć maksymalnego prądu poszczególnych wyprowadzeń portu. Trzeba mieć również na uwadze zalecenie producenta, aby w czasie pomiaru realizowanego przez przetwornik ADC, nie dokonywać zmiany stanów portu PORTC.

Przetwornik ADC przed pierwszym użyciem musi być skonfigurowany i włączony, co sprowadza się do ustawienia odpowiednich rejestrów

konfiguracyjnych. Na list. 1 przedstawiono przykładową procedurę napisaną w języku Bascom AVR, odpowiedzialną za pomiar położenia dla stosowanego panelu dotykowego.

Przedstawiony układ vkeyboard zaprojektowano do pracy w dwóch dostępnych trybach:

- tryb QWERTY (pole konfiguracyjne QWERTY zwarte). Uproszczona klawiatura typu QWERTY z układem „wirtualnych” przyci-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory (1206, SMD):

R1...R5: 220 Ω

R6, R7: 4,7 kΩ

Kondensatory (1206, SMD):

C1...C3: 100 nF

Półprzewodniki

IC1: ATmega8 (TQFP32)

D1...D40: dioda LED SMD1206 czerwona

Inne

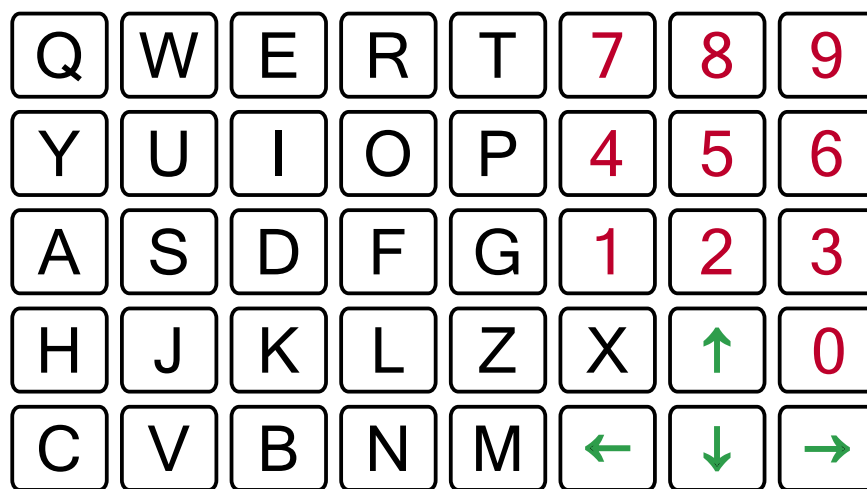
L1: dławik 10 µH

CON: gniazdo męskie kątowe 5-pin (NSL25-5W)

SP1: buzzer piezoelektryczny KPX-G1205B

PANEL: panel dotykowy do wyświetlaczy 240×128 typu LCD-AG-TP-240128N-PBF

ZIF: złącze typu ZIF do montażu powierzchniowego (raster 1 mm, 4-pin, styki po stronie wyprowadzeń lutowniczych SMD !)



Rys. 2. Układ klawiatury w trybie QWERTY (może on posłużyć do wykonania szablonu klawiatury – w tym przypadku otrzymany wydruk należy wyciąć wzdłuż przerywanej linii)



```

List. 1. Listing przykładowej procedury odpowiedzialnej za pomiar położenia
, Konfiguracja przetwornika ADC
Config Adc = Single , Prescaler = 128 , Reference = Avcc
, Procedura pomiarowa umieszczona w pętli Do Loop
, Polaryzacja osi Y - ustawienie odpowiednich stanów logicznych i kierunków
portów
Reset PORTC.1
Set PORTC.3
Set DDRC.1
Set DDRC.3
, Ustawienie portów osi X jako porty wejściowe (jeden z rezystorem
podciągającym, drugi Hi-Z)
Set PORTC.0
Reset PORTC.2
Reset DDRC.0
Reset DDRC.2

Waitms 5
Cordx = Getadc(2)

, Ustawienie portów osi Y jako porty wejściowe (jeden z rezystorem
podciągającym, drugi Hi-Z)
Reset DDRC.1
Reset DDRC.3
Reset PORTC.3
Set PORTC.1
, Polaryzacja osi X - ustawienie odpowiednich stanów logicznych i kierunków
portów
Reset PORTC.0
Set PORTC.2
Set DDRC.0
Set DDRC.2

Waitms 5
Cordy = Getadc(3)

Cordx = 1024 - Cordx
Cordy = 1024 - Cordy
    
```

sygnalizowane jest dodatkowo krótkim sygnałem dźwiękowym emitowanym przez wbudowany buzzer piezoelektryczny. Jak wspomniano wcześniej, niniejszy układ zaprojektowano jako element większego systemu mikroprocesorowego przeznaczony do współpracy za pośrednictwem magistrali I²C. Do realizacji tych założeń projektowych wykorzystano wbudowany w mikrokontroler Atmega8 interfejs TWI, pracujący w trybie nadajnika Slave (Slave Transmitter). Adres układu ustawiono programowo na wartość 0x55, z dodatkowym ósmym bitem kierunku transmisji (R/W ustawionym w stan logicznej jedynki (żądanie odczytu z układu Slave)). Należy tym samym zaznaczyć, iż klawiatura nie obsługuje trybu wywołania ogólnego magistrali I²C (tzw. General Call) jak i pozostałych trybów pracy magistrali (np. żądanie zapisu). Typową ramkę transmisji po stronie układu docelowego przedstawiono na rysunku **rys. 4** zaś procedurę obsługi magistrali I²C (korzystającą z przerwania układu TWI) napisaną w języku Bascom Basic na **list. 2**.

słów pokazanych na rysunku **rys. 2** (rysunek ten może także stanowić gotowy szablon do wydrukowania i wykorzystania przy konstruowaniu urządzenia). W trybie tym odczytane kody klawiszy (dostępne za pośrednictwem interfejsu I²C) zgodne są z kodami ASCII poszczególnych znaków (tylko duże litery), za wyjątkiem klawiszy strzałek, którym przyporządkowano kolejno kody 0x00...0x03, ponieważ standard ASCII nie przewiduje standardowych kodów dla tych klawiszy.

- tryb użytkownika (pole konfiguracyjne QWERTY rozwarte). Specyficzna klawiatura użytkownika z kodami klawiszy pokazanymi na rysunku **rys. 3**.

Należy zaznaczyć, że w trybie użytkownika nie wszystkie dostępne klawisze muszą być

aktywne. Nie będą one podświetlane w przypadku naciśnięcia. Konfiguracji dokonuje się za pomocą specjalnej procedury konfiguracyjnej, którą opisano dalej. Ten tryb pracy zaimplementowano po to, aby stworzyć możliwość wykonania różnych klawiatur. Stosownie do potrzeb docelowego systemu mikroprocesorowego, który nie musi korzystać ze wszystkich dostępnych opcji. Daje to możliwość względnie dowolnego kształtowania rozmieszczenia poszczególnych przycisków klawiatury oraz jej wyglądu.

Odstęp czasu pomiędzy poszczególnymi odczytami stanu klawiatury jest równy 300 ms i niezależny od wybranego trybu pracy układu. Każde naciśnięcie aktywnego klawisza (w trybie QWERTY wszystkie klawisze są aktywne),

Dedykowany system mikroprocesorowy, może w sposób ciągły monitorować stan klawiatury poprzez cykliczne odpytywanie jej przy użyciu opisanej ramki transmisji (przy braku naciśnięcia lub naciśnięciu nieaktywnego klawisza wysłany jest kod 0xFF) lub też, co bardziej wskazane, może korzystać z dodatkowego wyprowadzenia *INT* przeznaczonego do zgłoszenia systemowi docelowemu faktu naciśnięcia aktywnego przycisku. Stan tego wyprowadzenia zmienia się z logicznej jedynki na logiczne zero, w momencie naciśnięcia aktywnego przycisku i jest utrzymywany do czasu odczytania klawiatury przez system docelowy. Przeznaczeniem tego dodatkowego wyprowadzenia *INT* było odciążenie systemu docelowego z potrzeby ciągłego sprawdzania stanu klawiatury. Przy implementacji programu obsługi nie przewidziano specjalnego bufora typu FIFO, co znaczy, iż nieodczytane dane zostaną nadpisane przez dane bieżące.

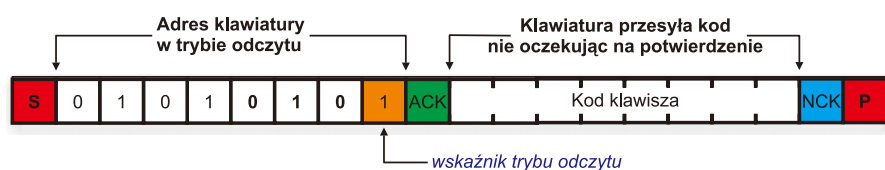
Montaż

Obwód drukowany układu vkeyboard zaprojektowano jako dwustronny, z montażem mieszanym elementów typu SMD i tradycyjnych po obu stronach płytki drukowanej (od góry montowane są jedynie diody LED oraz rezystory R6 i R7). Wygląd płytki drukowanej przedstawiono na rysunku **rys. 5**.

Konstrukcja przewiduje umocowanie na niej panela dotykowego (zaznaczono odpowiednie miejsca klejenia elementów), co powinno zostać wykonane przy użyciu specjalnie przygotowanego elementu mocującego (tzw. łoża), przyklejonego do obwodu drukowanego od strony elementów. Poglądowy rysunek procesu przygotowania wspomnianego elementu mocującego z zaznaczeniem wymiarów poszczególnych elementów składowych przeznaczonych do klejenia, pokazano na rysunku **rys. 6**.



Rys. 3. Układ klawiatury w trybie USER z zaznaczeniem kodów wszystkich dostępnych klawiszy



S – sygnał Start magistrali I²C
 P – sygnał Stop magistrali I²C
 ACK – potwierdzenie adresu po stronie odbiornika
 NCK – brak potwierdzenia po stronie Master'a (klawiatura nie kontynuuje transmisji)

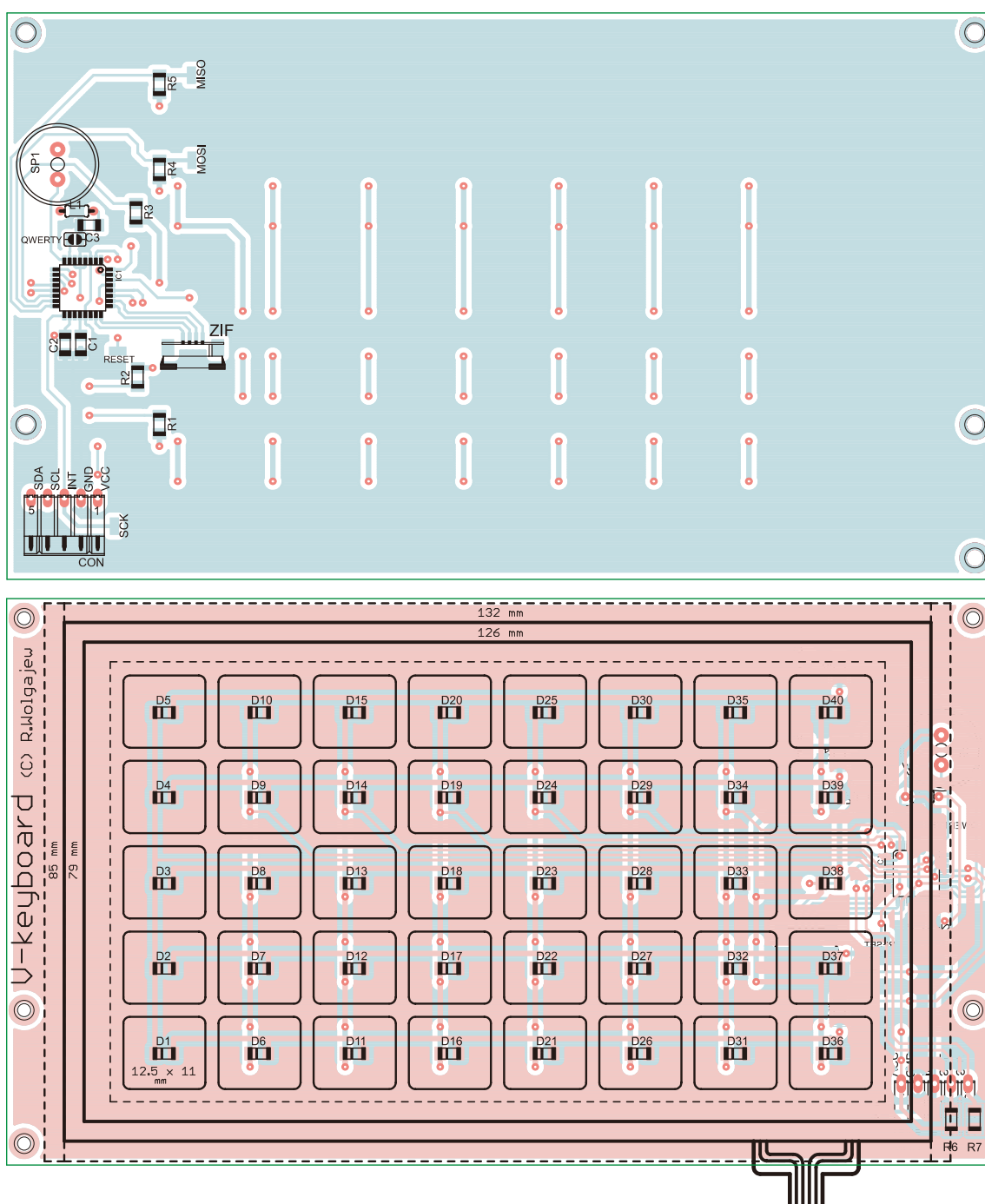
Rys. 4. Ramka transmisji danych I²C

Elementy te należy wyciąć z dowolnego, sztywnego materiału o grubości 3 mm (w projekcie wykorzystano pleksi). Oczywiście montaż mechaniczny elementów mocujących (przyklejenie łoża do płytki) powinien zostać wykonany dopiero po zmontowaniu urządzenia. Następnie należy przygotować odpowiednie przegrody izolacyjne (np. wykonane z tektury lub także z pleksi), które odseparują strumienie świetlne poszczególnych diod LED pozwalając im tym samym podświetlać jedynie pola przypisanych im klawiszy. Po umieszczeniu przegród izolacyjnych (zaznaczono odpowiednie miejsca), w wykonanym wcześniej łożu umieszczamy rysunek naszej klawiatury (wcześniej przygotowany wydruk), a następnie panel dotykowy, który zabezpieczamy przed przypadkowym wypadnięciem. Panel posiada specjalną, dwustronną taśmę klejącą umieszczoną na obrzeżach. Sam panel dotykowy podłączamy do układu vkeyboard korzystając z dedykowanego złącza ZIF umieszczonego na stronie BOTTOM obwodu drukowanego. Tak przygotowany moduł możemy w prosty sposób przykręcić do panelu obsługi urządzenia docelowego, korzystając z otworów umieszczonych w płytce drukowanej klawiatury.

Konfiguracja

Konfiguracja urządzenia jest niezbędna w przypadku jego pracy w trybie użytkownika i potrzebie aktywacji/dezaktywacji poszczególnych klawiszy. Konfigurację taką możemy przeprowadzić jedynie w trybie użytkownika (pole

konfiguracyjne QWERTY rozwarte). Proces wywołujemy przez przytrzymanie klawisza o kodzie „0” (lewy, dolny róg klawiatury) w trakcie włączania urządzenia. Uruchomienie i opuszczenie procedury konfiguracyjnej sygnalizowane jest trzykrotnym sygnałem wbudowanego buzzera. Po wejściu do procedury konfiguracyjnej mamy możliwość zmiany stanu aktywności każdego z klawiszy. Zmiany tej dokonujemy przez każdorazowe naciśnięcie wybranego przycisku, co sygnalizowane jest jego podświetleniem oraz dźwiękiem buzzera. Dwa sygnały dźwiękowe oznaczają dezaktywację klawisza zaś jeden sygnał dźwiękowy, jego aktywację. Procedurę konfiguracji opuszczamy wybierając klawisz o kodzie „0”, tak jak przy wejściu do procesu konfiguracji. Informacje konfiguracyjne zostają zapisane



Rys. 5. Schemat montażowy

List. 2 Procedura obsługi przerwania TWI

```

,Procedura obsługi przerwania od TWI
I2c_check:

, Odczytujemy bieżący status operacji korzystając z rejestru TWCR oraz maskując 3 ostatnie, nieważne dla nas bity
Status = TWSR And &B11111000
, Status = &HA8 - Odebrano własny adres w trybie odczytu i potwierdzono go ACK
, Status = &HC0 - Wysłano daną do układu Master i odebrano NACK

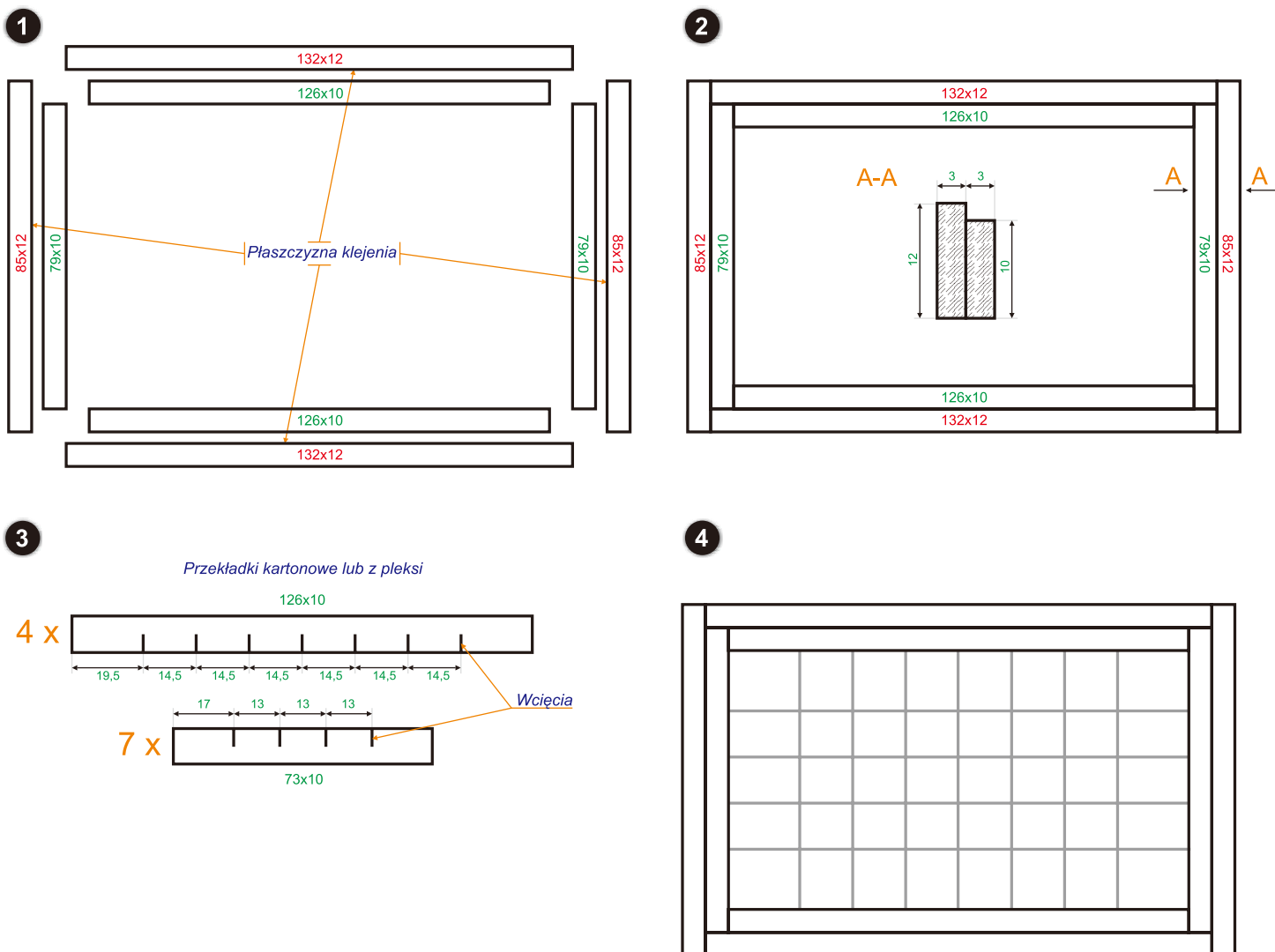
If Status = &HA8 Then
, Slave odebrał swój adres w trybie odczytu, potwierdził go ACK i wysłał do układu Master daną - zmienną Code
, nie żądając potwierdzenia po stronie układu Master - NACK
TWDR = Code
'BEZ żądania ACK
Reset TWCR.TWEA
End If

If Status = &HC0 Then
, Slave wysłał własnie daną do układu Master nie żądając potwierdzenia (NACK) co właśnie nastąpiło.
, Przeszedł jednak tym samym w tryb pasywny, co znaczy, że nie odpowiadałby na swój adres
, przy kolejnych adresowaniach - ustawiamy jego aktywność korzystając z bitu potwierdzenia TWEA.
Set TWCR.TWEA

, Kasujemy sprzętową flagę żądania przerwania dla układu zewnętrznego(INT) jako, że dana została właśnie wysłana
Set PORTB.5
, Czyścimy zmienną Code
Code = 255
End If

, Czyścimy flagę zgłoszenia przerwania (wpisując 1), aby umożliwić dalsze działanie interfejsu TWI. Do tego czasu
'sygnal zegarowy SCL jest ściągany do logicznego zera
TWCR.TWINT = 1

Return
    
```



Rys. 6. Element mocujący

w nieulotnej pamięci EEPROM mikrokontrolera. Uważny Czytelnik zauważy, iż wybrany sposób opuszczenia procedury konfiguracyjnej powo-

duje każdorazową zmianę stanu aktywności przycisku o kodzie „0” jednak, co oczywiste, aby powrócić dożądanego stanu jego aktywności

naależy ponownie uruchomić a następnie opuścić procedurę konfiguracji.

Robert Wołgajew