

# Szukacz i tester układów na magistrali I<sup>2</sup>C



Pomysł na opisywany tu przyrząd zrodził się w „siódmym potach” podczas uruchamiania modułu rozszerzającego możliwości karty AVT-5222 o 16 wejść analogowych i 2 wyjścia analogowe. W tym module są dwa układy PCF8591 (przetworniki AC/CA), które nie działały na płytce prototypowej. Odłożyłem więc projekt główny na półkę, a w międzyczasie wykonałem urządzenie umożliwiające zarówno detekcję rzeczywistych adresów układów dołączonych do magistrali I<sup>2</sup>C, jak też ich przetestowanie. W międzyczasie zaprojektowałem też użyteczną płytkę prototypową/testową z podstawkami pod 9 układów z interfejsem I<sup>2</sup>C oraz podstawką uniwersalną dla dowolnego układu z interfejsem I<sup>2</sup>C. Trud opłacił się, a przyrząd wiele razy udowodnił swoją użyteczność.

**Rekomendacje:** praktyczny przyrząd warsztatowy służący do wyszukania i identyfikacji układów scalonych dołączonych do magistrali I<sup>2</sup>C, umożliwiający przetestowanie najbardziej popularnych układów: pamięci EEPROM z serii 24C..., PCF8574, PCF8574A, PCF8591, PCF8583, a innych po aktualizacji firmware'u.

Problemy z uruchomieniem laminatu z układami PCF8591 nie wiązały się ani z uszkodzeniem owych układów ani też z błędnym ich adresowaniem. Prawdziwą przyczyną trudności okazało się połączenie na prototypowym laminacie sygnałów OSC (pin 11) dwóch układów PCF8591. Jako spu-



**AVT-5321**

ściną prób rozwiązania problemu pozostał mi jednak bardzo użyteczny przyrząd, którego projektem chciałbym się podzielić.

## Opis działania

Mikrokontroler (U1) wysyła na magistralę I<sup>2</sup>C kolejne zapytania do układów o adresach (dziesiętnie) z przedziału 60...240 (w tym przedziale zawiera się większość adresów układów z serii PCF). Gdy pod jakimś adresem zostanie odnaleziony układ (opis detekcji w rozdziale „Program mikrokontrolera”), to jest on identyfikowany na podstawie wartości adresu. Na wyświetlaczu LCD pojawi się informacja o znalezionym układzie tj. jego adres i domniemywany typ. Po chwili dostępne będą dwie opcje:

- **szukaj** (klawisz SW1) umożliwiająca wyszukiwanie kolejnych układów dostępnych na magistrali,
- **test** (klawisz SW2) umożliwiająca przetestowanie odnalezionego układu.

Opcja „test” jest dostępna wyłącznie dla układów uwzględnionych w firmware. Są to najpopularniejsze układy I<sup>2</sup>C: pamięci EEPROM serii 24C..., ekspandery portów PCF8574 i PCF8574A, przetwornik AC/CA PCF8591 oraz zegar czasu rzeczywistego PCF8583. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby do kodu źródłowego dopisać sobie procedury testowe dla innych układów I<sup>2</sup>C, wskazówki można znaleźć w dalszej części artykułu. Sercem urządzenia jest mikrokontroler ATtiny4313 wyposażony w pamięć Flash o pojemności 4 kB. Zgodnie z pierwotnymi założeniami przyrząd miał umożliwiać jedynie detekcję układów dołączonych do magistrali i płytka drukowana została zaprojektowana

**AVT-5321 w ofercie AVT:**  
AVT-5321A – płytka drukowana  
AVT-5321B – płytka drukowana + elementy

**Podstawowe informacje:**

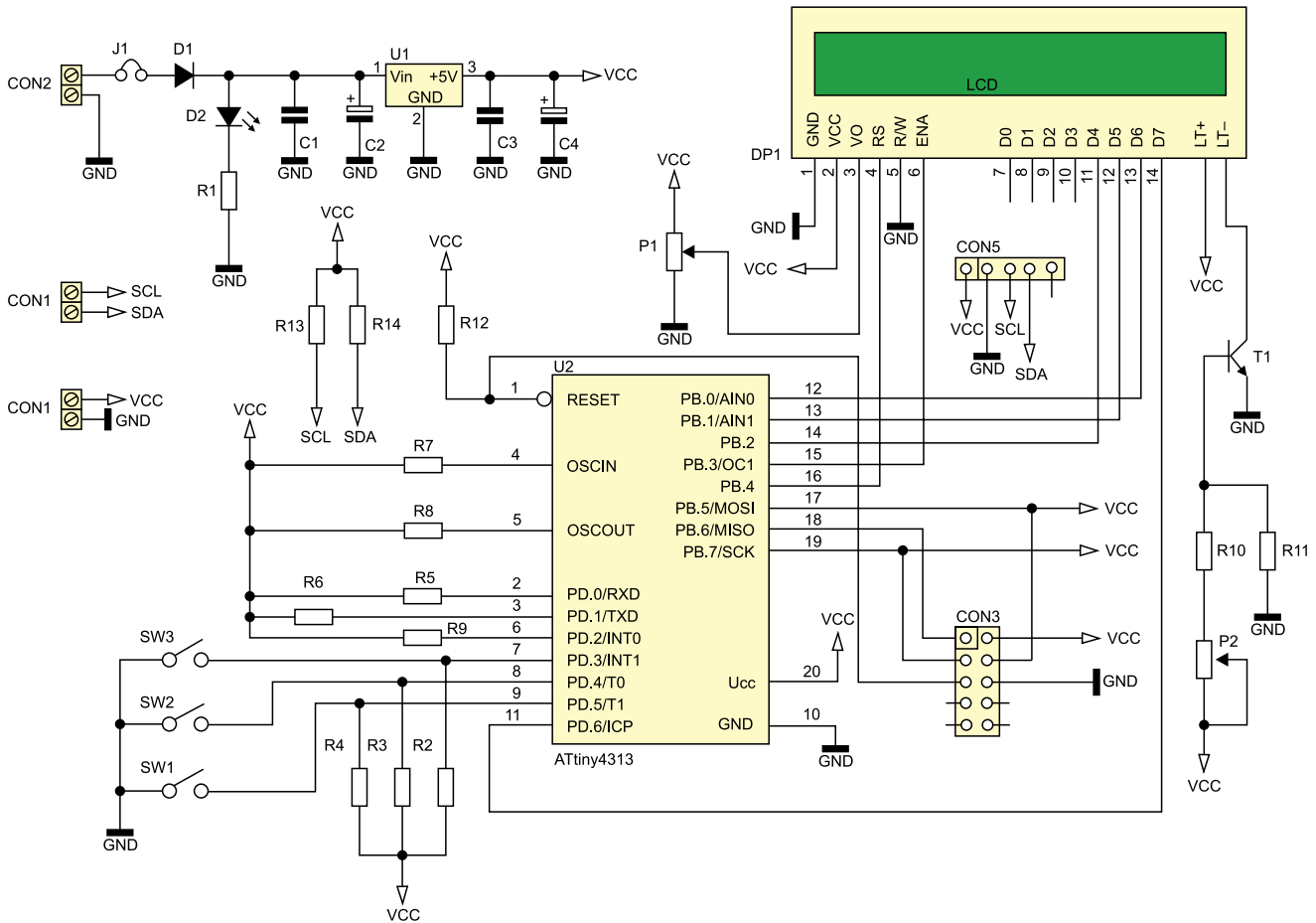
- Płytko jednostronna o wymiarach 123 mm×40 mm.
- Napięcie zasilania 7...12 V<sub>DC</sub>.
- Mikrokontroler ATtiny4313 taktowany oscylatorem RC.
- Możliwość programowania mikrokontrolera zamontowanego na płytce drukowanej.
- Wyszukiwanie układów dołączonych do magistrali I<sup>2</sup>C o adresach z zakresu 60...240 (dziesiętnie).
- Testowanie: pamięci EEPROM z serii 24C..., ekspanderów portów PCF8574 i PCF8574A, przetwornika AC/CA PCF8591 oraz zegara czasu rzeczywistego PCF8583.

**Dodatkowe materiały na CD/FTP:**  
<ftp://ep.com.pl>, user: 17692, pass: 4yv87ftn  
• wzory płytek PCB  
• karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

**Projekty pokrewne na CD/FTP:**  
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)  
AVT-2899 Analizator I<sup>2</sup>C (EdW 5/2009)

dla ATtiny2313. Ostatecznie jednak postanowiłem wyposażać przyrząd również w funkcję testowania najpopularniejszych układów I<sup>2</sup>C. Po ciągnęło to za sobą konieczność rozbudowania programu. I tu pojawił się pewien kłopot. Biorąc pod uwagę konieczność obsługi wyświetlacza LCD nie było szans na zmieszczenie nowej funkcjonalności w 2 kB pamięci układu ATtiny2313.

Warto zauważyć, że mikrokontroler ATtiny4313 jest kompatybilnym pod względem wyprowadzeń odpowiednikiem ATtiny2313. Stosując go istnieje więc szansa na funkcjonalną rozbudowę wielu urządzeń sterowanych przez mikrokontrolery 20-wyprowadzeniowe np. ATtiny2313, AT90S2313 a po niewielkiej zmianie



Rysunek 1. Schemat ideowy szukacza/testera I<sup>2</sup>C

w obwodzie zerowania – również 89C2051 lub 89C4051.

Schemat ideowy przyrządu pokazano na **rysunku 1**. Do budowy zasilacza zastosowano typowy, liniowy stabilizator napięcia 7805 (U1) z kondensatorami filtrującymi C1...C4. Zasilanie jest doprowadzane ze złącza śrubowego CON2 za pośrednictwem jumpera J1. Dioda D1 zabezpiecza układ przed napięciem o błędnej polaryzacji, a dioda LED (D2) informuje o włączeniu napięcia zasilania. Do komunikacji układu z użytkownikiem zastosowano wyświetlacz alfanumeryczny LCD (DP1) oraz klawiaturę złożoną z przycisków S1...S3. Wykorzystano wyświetlacz 16×2 z podświetlaniem o natężeniu regulowanym za pomocą potencjometru P2. Potencjometr P1 służy do regulacji kontrastu wyświetlacza. Rezystory R2...R4 podciągają linie PD3...PD5 mikrokontrolera (do których podłączone są odpowiednio S1...S3) do plusa zasilania. Niewykorzystane linie portów mikrokontrolera podciągnięte zostały

do plusa zasilania za pomocą rezystorów R5...R9. Rezystory R13 i R14 podciągają do plusa zasilania linie magistrali I<sup>2</sup>C, odpowiednio SCL i SDA. Rezystor R12 ustala poziom na wejściu zerowania mikrokontrolera i dzięki temu zabezpiecza je przed przypadkowymi stanami nieustalonymi, które mogą pojawić się przy dotknięciu ręką, sondą pomiarową itp. Należy bowiem pamiętać, że wysokiimpedancyjne wejścia CMOS mają podobne własności jak kondensator i „chętnie” gromadzą ładunki.

Na płycie znajdują się złącza umożliwiające wygodne połączenie szukacza/testera I<sup>2</sup>C z magistralą. Rolę przyłącza sygnałowego pełni złącze CON1, na którym dostępne są sygnały SDA i SCL. Podobną rolę może pełnić złącze CON5. Natomiast złącze CON14 stanowi wyprowadzenie napięcia +5 V dla układów zewnętrznych, dzięki czemu jest możliwe zasilanie badanych układów bezpośrednio z zasilacza testera. Złącze CON3 jest interfejsem programowania mikrokontrolera w systemie (ISP). Rozmieszczenie wyprowadzeń złącza ISP pokazano na **rysunku 2**.

**Montaż i uruchomienie**

Układ zmontowano na płycie jednostronnej. Po stronie komponentów umieszczono 13 mostków, od których należy rozpocząć montaż. Najlepiej wykonać je ze srebrzanki lub z miękkiego drutu kynarowego. W następnej kolejności montujemy: rezystory R1...R14, diodę D1, podstawkę pod mi-

krokontroler U2, gniazdo na goldpiny 16×1 DP1, listwy goldpin CON3, CON5, złącza śrubowe CON1, CON2 i CON4, kondensatory ceramiczne C1, C3, tranzystor T1, dioda LED D2, potencjometry P1 oraz P2, przyciski S1...S3, kondensatory elektrolityczne C2, C4 oraz stabilizator U1.

**Wykaz elementów**

**Rezystory:**

- R1: 220 Ω
- R2...R9, R12: 4,7 kΩ
- R10: 1 kΩ
- R11, R13, R14: 10 kΩ
- P1: 10 kΩ
- P2: 100 kΩ

**Kondensatory:**

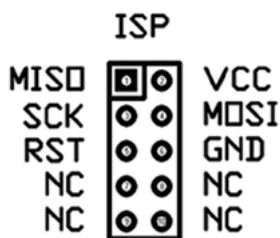
- C1, C3: 100 nF
- C2: 1000 μF/25 V
- C4: 470 μF/16 V

**Półprzewodniki:**

- U1: 7805
- U2: ATtiny4313 + postawka 20 pin
- D1: 1N4001
- D2: LED 3 mm zielona
- T1: BC547

**Inne:**

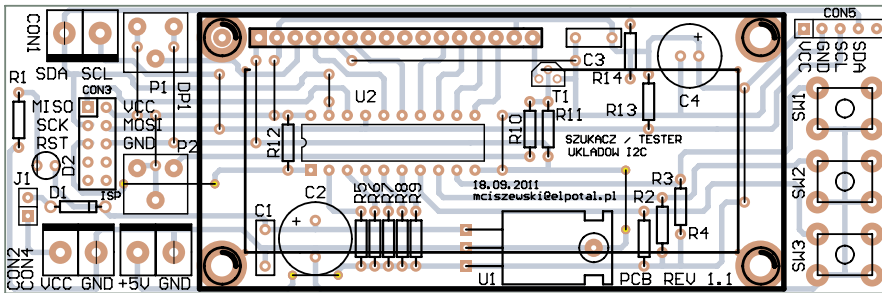
- DP1: Wyświetlacz LCD 16×2 z podświetlaniem+gniazdo na goldpiny 16×1
- CON1, CON2, CON4: ARK2 5 mm
- CON3: goldpin 5×2
- CON5: goldpin 5×1
- J1: jumper 2×1 + zworka
- SW1...SW3: przyciski microswitch



Rysunek 2. Rozmieszczenie wyprowadzeń złącza programowania w systemie (ISP)

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Rysunek 3. Schemat montażowy szukacza/testera I<sup>2</sup>C**Listing 1. „Przeczesywanie” puli adresów w poszukiwaniu układu z interfejsem I<sup>2</sup>C.**

```

For Adres = 60 To 240 Step 2
  I2cstart
  I2cwrite Adres
  I2cstop
  If Err = 0 Then
    Określenie typu układu I2C na podstawie adresu
    Wyświetlenie informacji na LCD
    Decyzja użytkownika (procedura testu lub dalsze przeszukiwanie magistrali)
  End If
  Waitms 40
Next Adres

```

Po prawidłowym zmontowaniu, podłączeniu zasilania i zmierzeniu napięcia 5 V na pomiędzy doprowadzeniami 10 (GND) i 20 (VCC) podstawki U2 można przyjąć, że układ zasilacza działa prawidłowo. Wówczas należy wyłączyć zasilanie i umieścić mikrokontroler w podstawie U2. Do wyświetlacza montujemy listwę goldpin 16×1. W czterech otworach pod wyświetlacz LCD montujemy słupki dystansowe o długości ok. 20 mm (otwór na wylot). Mocujemy je do płytki czterema śrubami M3 (słupki po stronie elementów, śruba wkręcana od strony lutowania). Następnie zakładamy wyświetlacz LCD, pilnując, by listwa goldpin wyświetlacza trafiła dokładnie w gniazdo oznaczone jako DP1. Wyświetlacz mocujemy do słupków dystansowych za pomocą czterech śrub M3.

Po zmontowaniu układu można zaprogramować mikrokontroler. Ze względu na zastosowanie nowego mikrokontrolera ATtiny4313 należy upewnić się, że programator

jakim dysponujemy jest w stanie obsłużyć ten układ. Jeśli dysponujemy odpowiednim programatorem należy najpierw w sekcji fuse bit wyłączyć domyślnie załączony bit CKDIV8, następnie zaprogramować pamięć Flash mikrokontrolera plikiem dostępnym w materiałach dodatkowych do artykułu.

**Użytkowanie**

Po zaprogramowaniu pamięci Flash mikrokontrolera i prawidłowym starcie układu wyświetli się komunikat powitalny, a następnie oprogramowanie zasugeruje naciśnięcie przycisku SW1. Jego naciśnięcie uruchamia procedurę wyszukiwania układów dołączonych do magistrali I<sup>2</sup>C.

Program napisano w języku Bascom AVR. Biblioteka obsługi interfejsu I<sup>2</sup>C, w którą jest standardowo wyposażony kompilator tego języka, udostępnia zmienną systemową *Err* przyjmującą wartość 1, gdy wystąpił błąd komunikacji I<sup>2</sup>C lub wyzerowaną, gdy komunika-

cja przebiegła poprawnie. Detekcja układów I<sup>2</sup>C na podstawie wartości przekazywanej zmiennej *Err* jest popularnym sposobem, o którym można przeczytać na wielu forach internetowych.

Zasada działania programu jest następująca. Po każdej sekwencji poleceń: *I2cstart* → *I2cwrite Adres* → *I2cstop*, w zależności od obecności (bądź nieobecności) układu pod wskazanym adresem, zmienna *Err* przyjmuje wartość 0 lub 1. Teraz już wystarczy tylko prosta pętla „przechesująca” żądany zakres adresów i badająca wartość zmiennej *Err*. Pseudokod ilustrujący użytą metodę zamieszczono na **listingu 1**.

W wypadku napotkania układu (gdy *Err*=0) bieżąca wartość zmiennej *Adres* zostanie porównana ze stałymi programu i na jej podstawie zostanie rozpoznana nazwa układu. Jeśli nazwa układu istnieje w wewnętrznej „bazie danych” przyrządu, to wówczas użytkownikowi zostaną zaproponowane dwie możliwości: dalsze przeszukiwanie magistrali I<sup>2</sup>C bądź wykonanie testu dla odnalezionego układu.

**Podsumowanie**

W przypadku chęci zwiększenia liczby testowanych czy wyszukiwanych układów z interfejsem I<sup>2</sup>C należy:

- w sekcji deklaracji stałych należy zdefiniować nazwę układu,
- w sekcji deklaracji procedur (podprogramów) dopisać nazwę procedury testowej,
- w podprogramie dodać warunki decyzyjne związane z adresami możliwymi dla danego układu (producent udostępnia zazwyczaj kilka możliwości zaadresowania danego układu – grupę adresową),
- dodać zadeklarowany wcześniej podprogram (procedurę testową),
- mile widziane, aby wynikami pracy podzielić się z autorem projektu.

**Mariusz Ciszewski**  
mariusz.ciszewski@gmail.com

REKLAMA