

I²C Tester

Testowanie układów z interfejsem I²C



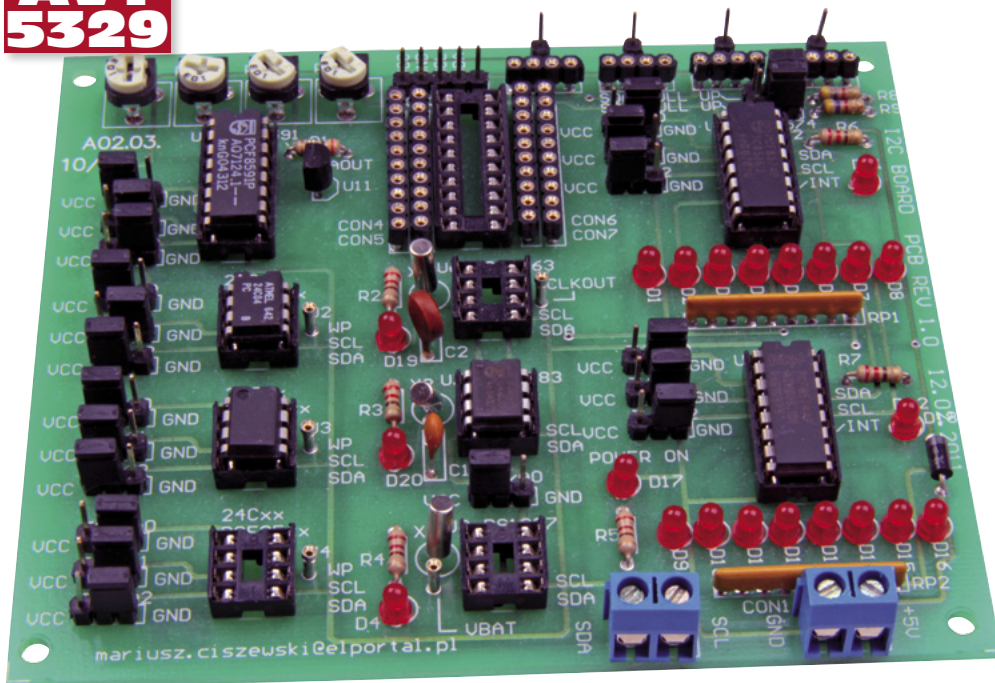
Podczas wykonywania modułu wejść analogowych dla zestawu AVT-5222 napotkałem na spore trudności w uruchomieniu prawidłowej komunikacji z układem PCF8591. Nie było prostej odpowiedzi na pytanie: dlaczego nie działa?. Wszystko zdawało się być wykonane poprawnie, zgodnie z aplikacją z noty katalogowej. Podobną opinię wyrażali koledzy. Pomimo bezproblemowego uruchomienia kilku układów z interfejsem I²C, nie dawałem sobie rady z nieszczęsnym PCF'em. Z braku czasu na dalsze „wojowanie” odłożyłem projekt na później.

W międzyczasie wykonałem narzędzia do wygodniejszej pracy z układami I²C – prezentowaną w artykule płytkę testową oraz szukacz i tester układów. Pozwoliło to na odnalezienie i wyeliminowanie w module rozszerzeń dla AVT-5222 błędu polegającego na trwałym połączeniu na laminacie sygnałów OSC (pin 11) dwóch układów PCF8591.

Rekomendacje: Uniwersalna płytka testowa z podstawkami dla popularnych układów z interfejsem I²C, wygodna przy nauce programowania (możliwość wykorzystania w dowolnym kursie dla dowolnej rodziny mikrokontrolerów i w dowolnym środowisku programistycznym).

Płytkę umożliwia przede wszystkim wygodny start osobom, które chciałyby rozpocząć swoją przygodę z układami wyposażonymi w interfejs I²C. Zaostrzając się w tę płytkę automatycznie uwalniamy się od trudności konstrukcyjnych wynikających z chęci połączenia układów z mikrokontrolerem (nie ma już potrzeby tworzenia tymczasowych, narażonych na uszkodzenia i zwarcia „pajęków”, trawienia laminatu, bądź konieczności

**AVT
5329**



budowania układu na płytce uniwersalnej, co przecież jest czasochłonne i/lub kosztowne, a w dodatku nie gwarantuje poprawności montażu). Wielość układów dostępnych na płytce umożliwia intensywne i różnorodne eksperymenty. Ostatecznie płytkę łączy się z mikrokontrolerem za pomocą czterech przewodów (dwóch przewodów sygnałowych: SDA – data, SCL – zegar, oraz dwóch przewodów zasilania: VCC i GND). Płytkę z powodzeniem można zastosować podczas nauki dowolnych języków i środowisk programowania dla dowolnych mikrokontrolerów. Będzie ona równie użyteczna podczas nauki języka C dla mikrokontrolerów AVR, podczas kursu programowania mikrokontrolerów PIC i innych. Drugim zastosowaniem płytki, zaraz po nauce obsługi układów z interfejsem I²C, będzie zwyczajne uruchamianie układów (diagnostyka i lokalizacja potencjalnych błędów, zarówno w oprogramowaniu jak i na płytce). Przydatna będzie więc zarówno początkującemu jak i zaawansowanemu konstruktorowi układów mikroprocesorowych.

Zalety stosowania interfejsu I²C

I²C to nazwa dwuprzewodowego, dwukierunkowego interfejsu szeregowego opracowanego przez firmę Philips na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Mimo

AVT-5329 w ofercie AVT:
AVT-5329A – płytka drukowana
AVT-5329B – płytka drukowana + elementy

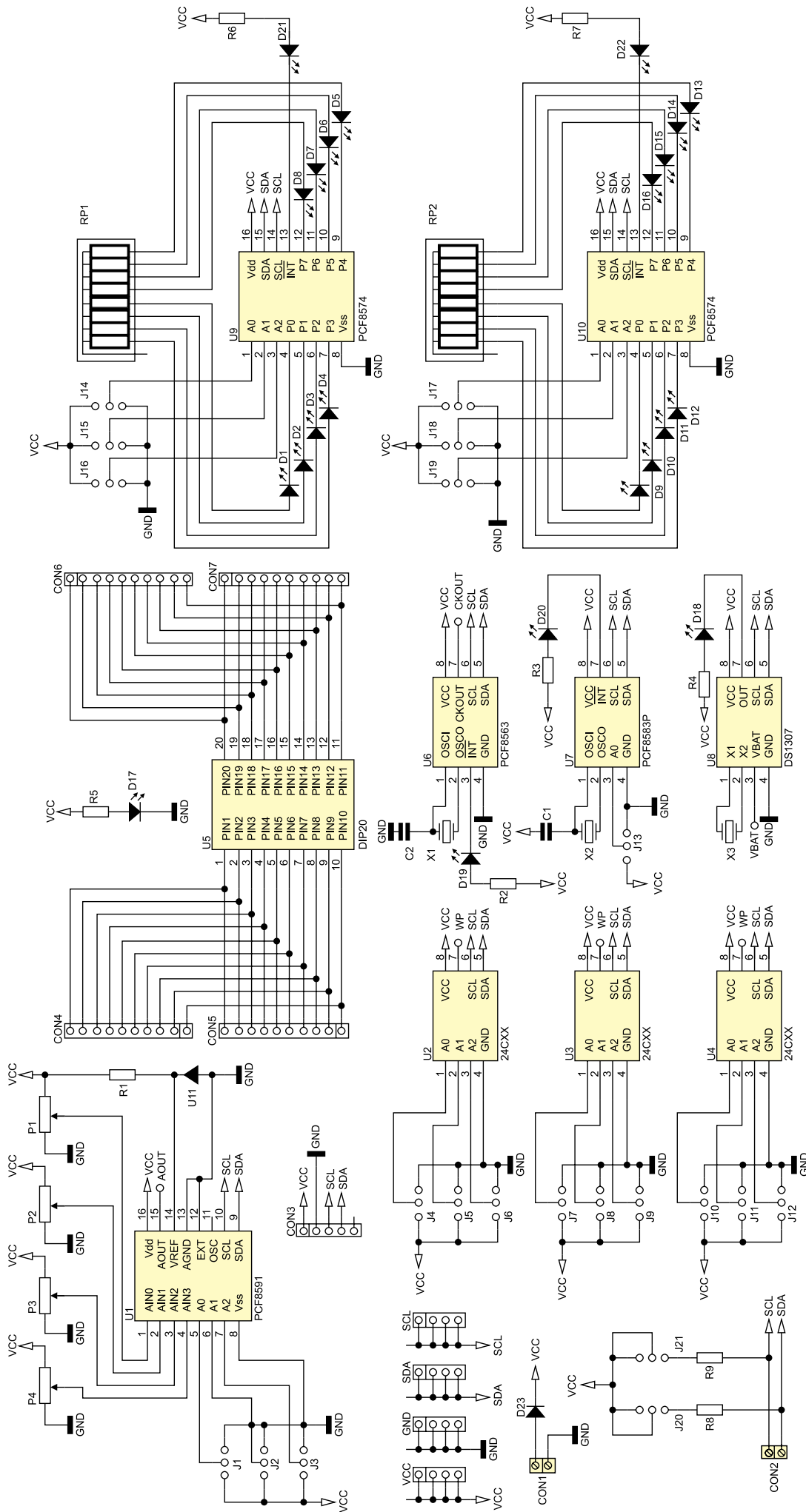
- Podstawowe informacje:**
- Zasilanie 5 V DC z układu hosta.
 - Trzy podstawki pod pamięci EEPROM z serii 24C... i PCF85... (U2...U4).
 - Jedna podstawka pod układ przetwornika AC/CA PCF8591 (U1).
 - Dwie podstawki pod układy ekspanderów I/O PCF8574/PCF8574A (U9, U10).
 - Dwie podstawki pod układy zegarków PCF8583 (U7) oraz PCF8563 (U6).
 - Jedna podstawka pod termometr DS1307 (U8).

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 18453, pass: 5eyp1854

- 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-5321 Szukacz i tester układów na magistrali I²C (EP 12/2011)
AVT-2899 Analizator I²C (EdW 5/2009)

upływu lat ten interfejs nadal jest jednym z najchętniej stosowanych do połączenia układów scalonych w obrębie pojedynczej płytki drukowanej. Obecnie układy z tym interfejsem są ogólnie dostępne i tanie, a przy tym wciąż pozostają bardzo funkcjonalne. Wśród nich znajdują się pamięci EEPROM, ekspandery portów I/O, przetworniki A/C i C/A, zegary czasu rzeczywistego, termome-



Rysunek 1. Schemat ideowy płytki testowej I²C

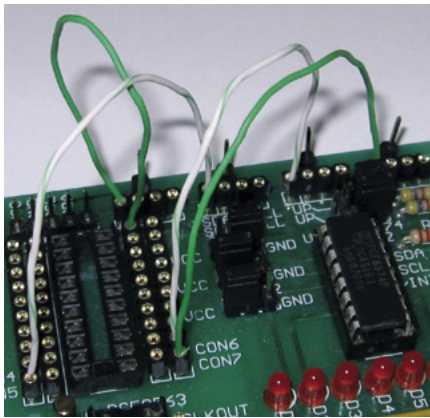
try i wiele innych układów, niezwykle użytecznych przy budowaniu urządzeń mikroprocesorowych. Ich stosowanie pozwala na zminimalizowanie wielkości programu mikrokontrolera, a zatem na oszczędność jego pamięci. Jednocześnie układy z interfejsem I²C umożliwiają zachowanie niewielkiej liczby połączeń (magistrala dwuprzewodowa) i stawiają niewielkie wymagania odnośnie do wydajności mikrokontrolera, co umożliwia realizację zaawansowanych funkcjonalności z użyciem tanich podzespołów.

Opis układu

Płytką drukowaną opisywanego projektu urządzenia ma 9 podstawek pod układy z interfejsem I²C podłączonych do wspólnej magistrali i wspólnego zasilania oraz jedną podstawkę uniwersalną pozwalającą na swobodne połączenie do odpowiednich pinów linii zasilających oraz sygnałów SDA i SCL. Niewątpliwą zaletą płytki testowej jest rezygnacja z umieszczenia tam jakiegokolwiek mikrokontrolera, przez jest ona bardzo uniwersalna. Ponadto, zrezygnowaliśmy z wykonania bloku zasilacza, gdyż i tak musi ona współpracować z jakimś systemem zawierającym mikrokontroler, więc zasilanie można pobrać z niego.

Schemat ideowy płytki pokazano na **rysunku 1**. Zamontowano na niej podstawki dla najbardziej popularnych na rynku układów z interfejsem I²C:

- trzy podstawki pod pamięci EEPROM z serii 24C... i PCF85... (U2...U4),
- jedną podstawkę pod układ przetwornika AC/CA PCF8591 (U1),



Fotografia 2. Przykładowy sposób dokonania połączeń drutowych pomiędzy punktami VCC, GND, SDA, SCL a podstawką uniwersalną

Wykaz elementów

Rezystory:

- R1: 3 kΩ
- R2...R7: 220 Ω
- R8, R9: 4,7 kΩ
- P1...P4: potencjometr 10 kΩ
- RP1, RP2: drabinka rezystorowa 8×150 Ω

Kondensatory:

- C1, C2: 27 pF

Półprzewodniki:

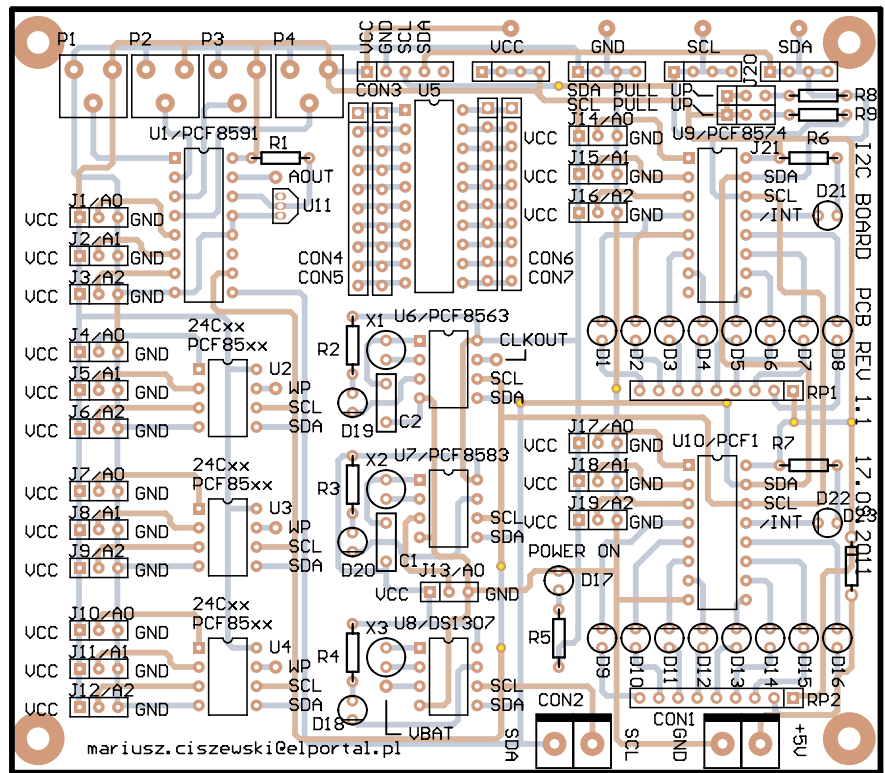
- U1: DIP16 + PCF8591 + 1 pin precyzyjny
- U2...U4: DIP8 + 24CXX + 1 pin precyzyjny
- U6: DIP8 + PCF8563
- U7: DIP8 + PCF8583
- U8: DIP8 + DS1307 + pin precyzyjny
- U9, U10: DIP16 + PCF8574/PCF8574A
- U11: LM358Z-2.5
- D1...D22: Diody LED 3 mm czerwona
- D23: 1N4007

Inne:

- U1, U9, U10, U16: podstawka precyzyjna DIP-16
- U2...U4, U6...U8: podstawka precyzyjna DIP-8
- U5: podstawka precyzyjna DIP-20
- CON1, CON2: ARK2/5 mm
- CON3: goldpin 5×1
- J1...J21: goldpin 3×1+zworka
- VCC, GND, SDA, SCL: listwy podstawek (punktów) precyzyjnych 4×1+goldpin 1×1
- X1...X3: kwarc zegarkowy 32768 Hz

- dwie podstawki pod układy ekspanderów I/O PCF8574/PCF8574A (U9, U10),
- dwie podstawki pod zegary PCF8583 (U7) oraz PCF8563 (U6),
- jedną podstawkę pod termometr DS1307 (U8).

Obok podstawek znajdują się zworki pozwalające dowolnie zaadresować umieszczone w nich układy (J1...J19). Na płytce zamontowano również uniwersalną podstawkę precyzyjną DIP20 (U5) pod dowolny układ z interfejsem I²C. Połączeń pomiędzy wyprowadzeniami podstawki uniwersalnej a dostępnymi na płytce bazowymi punktami SDA, SCL, VCC, GND dokonuje się za pomocą drutu o średnicy umożliwiającej włożenie go do pinu podstawki precyzyjnej (fotografia 2). Płytkę łączymy z urządzeniem



Rysunek 3. Schemat montażowy płytki testowej I²C

docelowym lub zestawem edukacyjnym za pomocą czterech przewodów, w tym dwóch przewodów zasilających (złącze CON1) oraz dwóch sygnałów magistrali I²C: zegar (SCK) i dane (SDA) dostępnych na złączu CON2. Diody D23 zabezpiecza układy umieszczone w podstawkach przed skutkiem pomyłki biegunowości przy dołączaniu zasilania. Świecenie się diody D17 zasilanej poprzez rezystor R5 sygnalizuje obecność na płytce napięcia zasilającego VCC. Za pomocą zworek J20 oraz J21 istnieje możliwość podciągnięcia za pośrednictwem rezystorów R8 i R9 sygnałów SDA i SCL do plusa zasilania.

Elementy P1...P4, R1, U11 stanowią podstawową aplikację dla układu PCF8591. Nie bez znaczenia jest obecność stabilnego źródła napięcia odniesienia (U11), co daje możliwość zapoznania się i eksperymentowania z przetwornikiem AC z użyciem napięcia VREF różnego od VCC. Do układów U9, U10 (podstawki pod PCF8574, PCF8574A) za pośrednictwem drabinek rezystorowych RP1, RP2 podłączone są diody LED (D1...D16). Diody D21 i D22 podłączone do układów U9 i U10 za pośrednictwem rezystorów R6, R7 mogą sygnalizować występowanie na tych układach sygnału przerwania INT. Rezonatory kwarcowe X1...X3, kondensatory C1 i C2, rezystory R2...R4, diody D18 i D20 stanowią podstawową aplikację dla zegarów (U6...U8).

Montaż i uruchomienie

Montaż elementów zaczynamy w kolejności od najniższych po najwyższe. Ze względu na dużą liczbę zastosowanych

podstawek, a przez to stosunkowo dużą komplikację połączeń elektrycznych, zastosowano laminat dwustronny. Zapewnia to szybki oraz wygodny montaż elementów elektronicznych bez wykonywania połączeń drutowych. W pierwszej kolejności montujemy odpowiednio elementy: rezystory R1...R9, dioda D23, podstawki pod układy scalone U1...U10, rzędy pinów precyzyjnych, drabinki rezystorowe RP1, RP2, diody LED D1...D22, listwy goldpin J1...J21, CON3 oraz goldpiny: VCC, GND, SDA, SCL, układ U11, złącza CON1 i CON2, kondensatory ceramiczne C1, C2, gniazdo zasilania CON1, potencjometry P1...P4 oraz rezonatory kwarcowe X1...X3. Po prawidłowym zmontowaniu, do płytki podłączamy zasilanie (VCC oraz GND) i za pomocą woltomierza sprawdzamy obecność zasilania na odpowiednich pinach w podstawkach U1...U9, oraz w punktach bazowych płytki (złącza oraz piny precyzyjne oznaczone jako GND i VCC) upewniając się tym samym, że nie ma przerw ani zwarc w obwodzie zasilania. Następnie warto sprawdzić ciągłość połączeń magistrali (np. czy jest przejście pomiędzy dowolnym punktem oznaczonym na płytce jako SDA a pozostałymi punktami SDA (w tym na odpowiednich wyprowadzeniach (pinach) podstawek. To samo należy wykonać dla sygnału SCL. Po takim teście mamy wręcz pewność, że płytka została zmontowana prawidłowo i jest gotowa do pracy.

Mariusz Ciszewski
mariusz.ciszewski@gmail.com

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