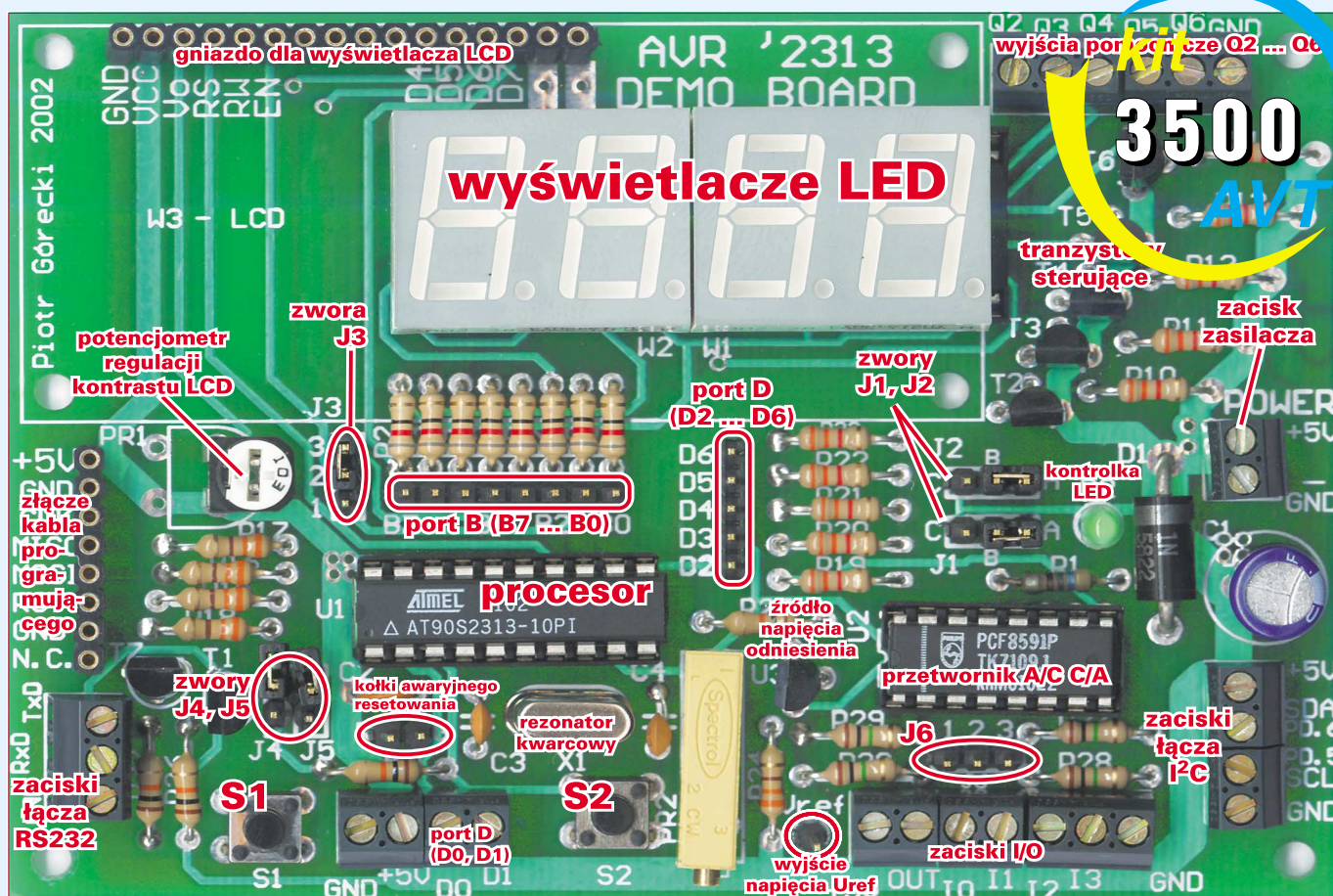


# Płytko testowa do kursu BASCOM AVR



Układ opisany w artykule to uniwersalna płytko testowa, przeznaczona na potrzeby kursu programowania, prowadzonego w cyklu Mikroprocesorowa Ośła łączka.

Płytko testowa umożliwia przeprowadzenie wszystkich ćwiczeń kursu. Nawet jeśli nie zamierzasz w pełni skorzystać z kursu, zapoznaj się z projektem i przekonaj się, jak duże możliwości oferuje nowoczesny mikroprocesor i kilka elementów współpracujących.

Jeśli bardzo słabo znasz się na elektronice, nie rozpaczaj. Jak widzisz na górze strony, stopień trudności opisanych projektów określa tylko jedna gwiazdka. O ile tylko potrafisz lutować, z powodzeniem zmontujesz płytkę. Jeśli masz obawy co do swoich umiejętności w tym zakresie, możesz zakupić zarówno gotową, uruchomioną płytkę testową, jak i wszystkie potrzebne akcesoria.

Co ważne, podczas programowania nie trzeba wyjmować procesora z podstawki! Podczas ćwiczeń płytko testowa cały czas będzie podłączona do komputera PC za pomocą kilkużyłowego kabla. Da to niezwykłą wygodę: można pisać program, błyskawicznie wprowadzać zmiany i poprawki, a po-

tem w ciągu kilku sekund zaprogramować procesor. Wystarczy napisać program w BASCOM-ie (lub ściągnąć gotowy z Internetu) i załadować go do procesora. W kolejnych numerach EdW prezentowane będą ćwiczenia, a gotowe pliki z ćwiczeniami będą sukcesywnie umieszczane na stronie internetowej EdW.

W zasadzie nie musisz rozumieć, jak działają i współpracują poszczególne elementy płytki testowej. Nawet jeśli w ogóle nie znasz się na elektronice, ćwiczenia kursu poprowadzą Cię za rękę i zrealizujesz mnóstwo fantastycznych urządzeń. Jednak lojalnie ostrzegam: nie znając podstawowych zasad, w tym prawa Ohma, kwestii spadków napięcia, prądów, mocy, nie osiągniesz w przyszłości pełnego sukcesu i napotkasz trudności przy realizacji własnych pomysłów. W razie potrzeby uzupełnij więc podstawowe wiadomości, choćby z pomocą pierwszych sześciu wypraw na Ośłą łączkę (A1...A6).

## Płytko testowa

Schemat ideowy płytki testowej pokazany jest na **rysunku 1**. **Fotografia wstępna** pokazuje zmontowany model z dodatkowym

opisem obwodów. Schemat może wydać się trochę dziwny, a wszystko dlatego, że jest to układ przeznaczony do eksperymentów i pozwala zrealizować bardzo wiele interesujących projektów.

Sercem jest układ scalony oznaczony U1 – mikroprocesor AVR typu AT90(L)S2313. Współpracuje on z rezonatorem kwarcowym X1 (4MHz) i dwoma kondensatorami C3, C4 o pojemności po 33pF. Układ jest zasilany napięciem 4,5V...5,5V podawanym na złącze śrubowe oznaczone POWER. Aby uchronić układy przed uszkodzeniem w przypadku odwrotnego dołączenia napięcia, nietypowo zastosowana jest równoległa dioda D1. Jest to 3-amperowa dioda Schottky'ego – przy odwrotnej biegunowości ograniczy napięcie zasilania do bezpiecznej wartości około -0,5V. Można też zastosować podobnej wielkości diodę Zenera mocy o napięciu 6,2V. Typowo układ ma być zasilany z niewielkiego zasilacza wtyczkowego o napięciu nominalnym 4,5V lub 5V, więc 3-amperowa dioda nie ulegnie uszkodzeniu przy zwarciu takiego zasilacza.

O obecności napięcia zasilania i poprawnej biegunowości zaświadczy świecąca na

zielono dioda D2. Kondensatory C1 i C2 filtrują napięcie zasilania i zapobiegają niespodziankom związanym z impulsowym sposobem pracy procesora.

Mikroprocesor 90S2313 ma 15 uniwersalnych końcówek wejścia/wyjścia i wszystkie one mogą być wykorzystane na wiele sposobów. Różnorodne wykorzystanie umożliwiają dodatkowe punkty oznaczone B0...B7, D0...D6 oraz 1...3. Na płytce są to dwa rządki „goldpinów” oraz szpilki złącza J6 dołączone do punktów 11...13.

Z procesorem może współpracować albo 4-cyfrowy wyświetlacz LED, albo typowy wyświetlacz LCD ze sterownikiem. Wyświetlacz LCD dołączony jest do kilku wyprowadzeń portu B. Potencjometr montażowy PR1 pozwala ustawić optymalny kontrast wyświetlacza. Z uwagi na różne możliwości wykorzystania końcówek PB.1 oraz PB.3, w układzie przewidziano jumper J3, który zapewni większą elastyczność układu.

Wyświetlacz LED zawiera cztery segmenty ze wspólną anodą, pracujące w trybie multipleksowym. Cały port B służy do sterowania katod wyświetlaczy LED. Końcówki portu B0...B6 sterują segmentami a...g, natomiast końcówka PB.7 steruje punktami dziesiętnymi wyświetlaczy (DP). Wspólne anody poszczególnych wyświetlaczy dołączane są do plusa zasilania przez tranzystory T3...T6.

Mogą to być albo zwykłe tranzystory PNP, albo „darlingtony” PNP. Aby włączyć jeden z tranzystorów T2...T6, na jednej z końcówek PD2...PD6 musi się pojawić stan niski, czyli logiczne zero. Oprócz sterowania wyświetlaczy, tranzystory T3...T6 oraz T2 mogą być wykorzystane do innych celów – umożliwiają to punkty oznaczone Q2...Q6, zrealizowane jako złącza śrubowe ARK. Właśnie dlatego w zestawie AVT-3500 przewidziano „darlingtony” BC516, mające dopuszczalny prąd kolektora 400mA. W układzie można też śmiało wykorzystać popularne zwykłe tranzystory BC558B lub podobne, i to bez zmiany współpracujących rezystorów.

Końcówki PD.5 i PD6 mogą być dodatkowo wykorzystane do współpracy z układami sterowanymi szyną I<sup>2</sup>C. Cztery zaciski złącza śrubowego umożliwiają dołączenie do płytki dowolnej liczby układów sterowanych szyną I<sup>2</sup>C. Zwory J1, J2 umożliwiają odłączenie tranzystorów T5, T6 i wyświetlacza W2, gdy linie PD.5, PD.6 wykorzystywane będą do innych celów. Zwarcie ich punktów B-C podłączy rezystory podciągające potrzebne przy pracy z szyną I<sup>2</sup>C. Na płytce jest jeden układ wykorzystujący łącze I<sup>2</sup>C: kostka PCF8591. Zawiera ona czterokanałowy 8-bitowy przetwornik A/C oraz jeden 8-bitowy przetwornik C/A. Napięcie odniesienia dla przetworników z tej kostki zapewnia U3, popularne źródło napięcia wzorcowego typu

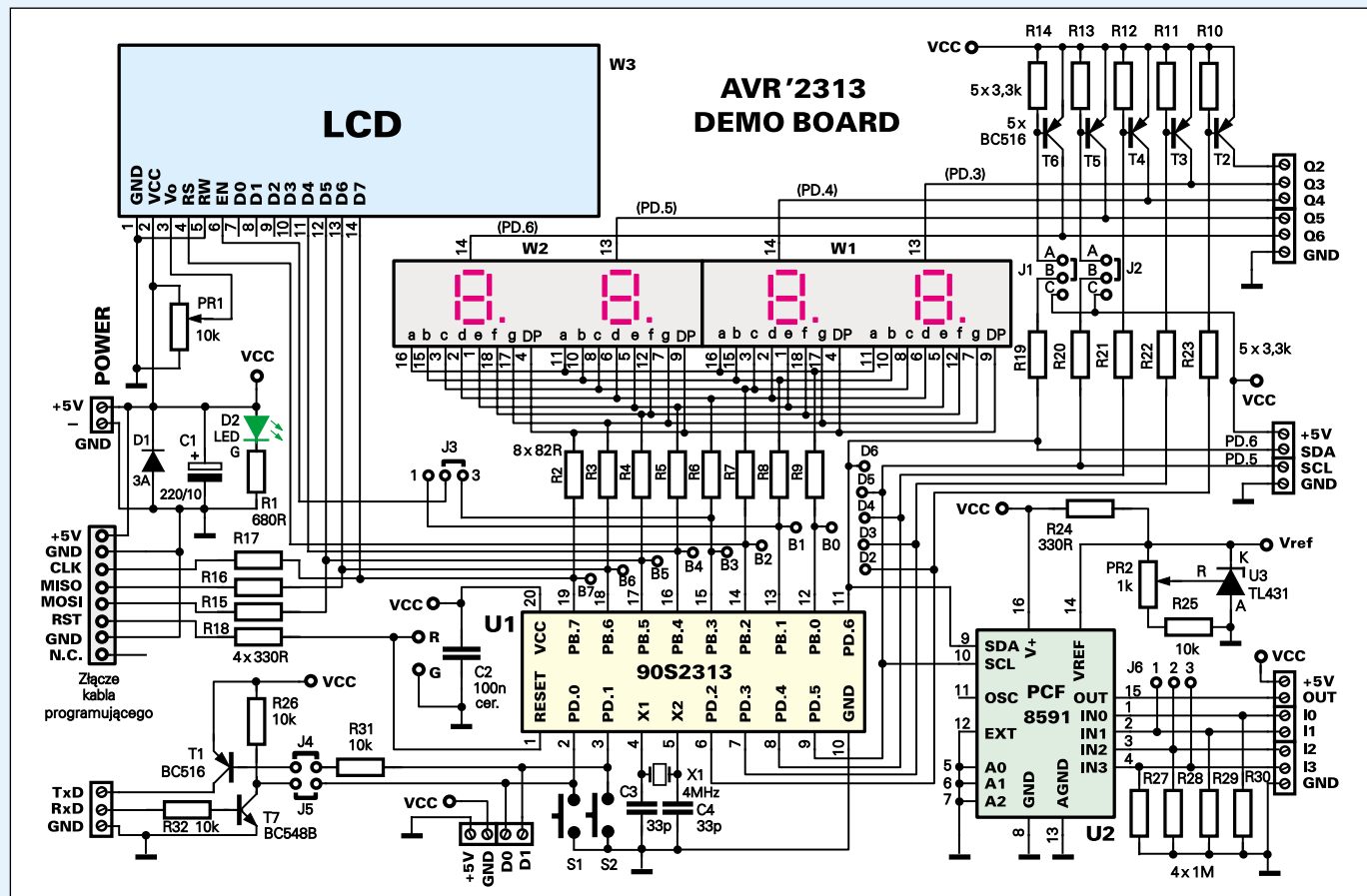
TL431. Wieloobrotowy potencjometr PR2 pozwala precyzyjnie ustawić napięcie odniesienia równe 2,56V. Przy ośmiobitowym przetworniku daje to wielkość jednego „schodka” równą dokładnie 10mV. Złącza śrubowe oznaczone I0...I3 pozwalają podać napięcie na cztery wejścia przetworników A/C, zacisk OUT to wyjście przetwornika C/A. Przewidziano też trzy dodatkowe punkty podłączeniowe (J6), które zapewnią wykorzystanie zacisków I1, I2, I3 do innych celów. Rezystory R27...R30 dodano ze względu na zalecenia producenta kostki PCF8591 – końcówki wejściowe przetwornika nie powinny „wisieć w powietrzu”.

Wejścia PD.0 i PD.1 mikroprocesora współpracują z dwoma przyciskami S1, S2 oraz są wyprowadzone na złącze śrubowe, umożliwiające różnorodne ich wykorzystanie. Dodatkowo, przez jumpery J4, J5 mogą być podłączone do inwerterów z tranzystorami T1, T7, co umożliwia najprostszą realizację łącza RS-232. Trzyżyłowy kabel standardowego łącza RS-232 będzie podłączony do zacisków oznaczonych GND, RxD, TxD.

Dodatkowe punkty R, G pozwolą w prosty sposób zresetować procesor (przez zwarcie ich), o ile zaszłaby taka potrzeba.

Rezystory R15...R18, umieszczone w liniach wykorzystywanych do programowania procesora to rezystory ochronne. Nie są niezbędne i można je zastąpić zworami, jeśli

Rys. 1



podczas programowania moduł nie będzie zasilany napięciem niższym niż 4,5V. Przy niższym napięciu zasilania może płynąć prąd z wyjść portu komputera do dodatniej szyny zasilania płytki testowej, przez obwody ochronne wejść PB.5...PB.7 procesora CMOS (nie dotyczy to wejścia RESET, bo jest zbudowane inaczej). Do punktów oznaczonych CLK, MISO, MOSI, RST i GND dołączone będzie pięć przewodów kabla programującego. Od strony płytki do kabla programującego przylutowany będzie odcinek kątowej listwy „goldpin”, z drugiej strony kabla – wtyk DB25F, współpracujący z portem drukarkowym (LPT1, Centronics) komputera PC.

Płytkę podczas ćwiczeń i programowania zwykle będzie zasilana napięciem z zewnętrznego zasilacza 4,5...5V. Do programowania procesora umieszczonego w płytce testowej wystarczy wtedy pięć przewodów. Ale złącze programujące w płytce ma osiem punktów. Niecodzienny sposób wykorzystania osmiopunktowego złącza programującego zapobiegnie uszkodzeniu w przypadku omyłkowego odwrotnego włożenia wtyku programującego oraz zapewni kompatybilność płytki testowej z przygotowywanym uniwersalnym modulem.

W praktyce kabel programujący będzie sześcioprzewodowy. Szósty przewód będzie wykorzystywany podczas programowania procesora umieszczonego w małym uniwersalnym module – wtedy zasilanie pobierane będzie z komputera.

**Uwaga!** Przy zasilaniu płytki testowej z zasilacza szósty przewód nie może być podłączony do komputera. Powinien pozostać niepodłączony, by jednocześnie nie podać napięcia zasilania z komputera i z zasilacza.

## Montaż i uruchomienie

Montaż dwustronnej płytki testowej, pokazanej na rysunku 2, jest łatwy i nie powinien sprawić trudności nawet mało zaawansowanym. Na płytce nie ma żadnych zwór, trzeba tylko wylutować elementy. Warto wziąć pod uwagę, że wylutowanie nawet prostych elementów z płytki dwustronnej nie jest łatwe. A wylutowanie elementów wielonóżkowych z takiej płytki jest zadaniem niezmiernie kłopotliwym i zwykle wiąże się z nieodwracalnym zniszczeniem metalizacji w otworach punktów lutowniczych, co z kolei może prowadzić do błędnego działania układu. W demontażu niewiele pomoże odsysacz. Dlatego przed wylutowaniem kluczowych elementów warto starannie sprawdzić na schemacie i na fotografii modelu położenie wszystkich elementów.

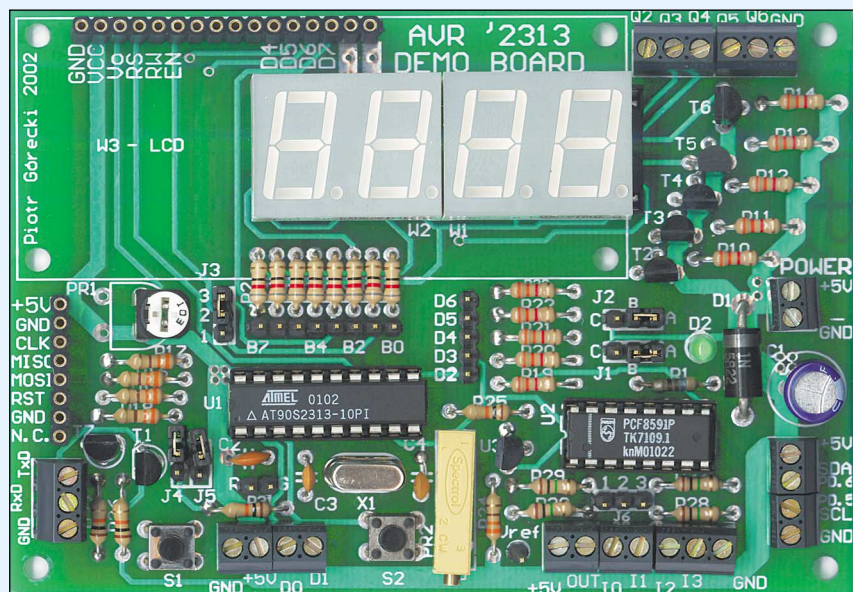
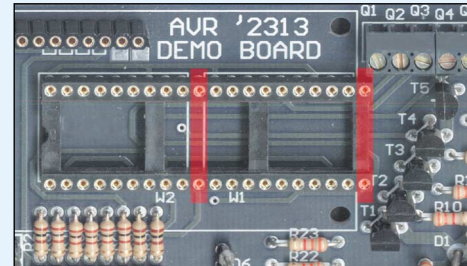
Uwaga! Nie wolno zapomnieć, że pod wyświetlacz i dwa układy scalone konieczne trzeba dać podstawki. Wylutowanie wyświetlaczy W1...W3 i układów scalonych U1, U2 wprost w płytkę, bez podstawek, byłoby istot-

*nym błędem, uniemożliwiającym pełne wykorzystanie płytki testowej.*

Należy wylutować poszczególne elementy, zgodnie ze schematem ideowym, najlepiej zaczynając od najmniejszych (rezystorów), a kończąc na największych. Układy scalone i wyświetlacze należy włożyć do podstawek na końcu, gdy wylutowane zostaną wszystkie elementy. Podczas wkładania układów scalonych do podstawek zaleca się zachowanie daleko idącej ostrożności - aby do minimum zredukować możliwość uszkodzenia układów przez ładunki statyczne, należy unikać łatwo elektryzujących się ubrań z tworzyw sztucznych (np. polar) i rozładować swoje ciało przez dotknięcie np. kranu wodociągowego.

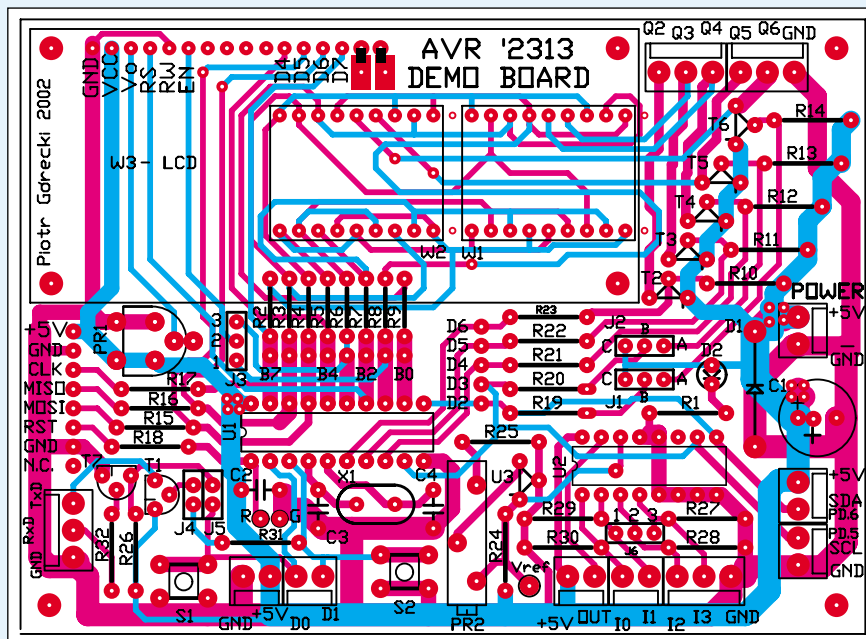
Pomocą w montażu będą fotografie modelu, pokazujące sposób montażu szpilek „goldpin” i innych złącz. Najpierw warto włożyć do podstawki wyświetlacz LED W2 umieszczony z lewej strony. Przy wkładaniu

Fot. 1



Fot. 2 Zmontowany układ

Rys. 2 Schemat montażowy



wyświetlaczy trzeba zwrócić uwagę, że ostatnie styki 40-nóżkowej podstawki, te od strony tranzystorów T2...T6, będą niewykorzystane. Podobnie dwie nóżki w środku podstawki. Zaznaczyłem je na **fotografii 1** kolorem czerwonym. Błędne włożenie wyświetlaczy uniemożliwi ich pracę.

W gotowej płytce trzeba odpowiednio ustawić „przełączniki” J1...J3: Należy zerwać jumperkami punkty A-B J1, J2 oraz punkty 2-3 przełącznika J3. Kołki J4, J5 powinny zostać rozwarne. **Fotografia 2** pokazuje płytkę zmontowaną przez mojego 15-letniego syna.

Układ poprawnie zmontowany ze sprawnych elementów będzie od razu pracował. Jedyną regulacją jest ustawienie za pomocą wieloobrotowego potencjometru PR2 napięcia 2,56V w punkcie oznaczonym Vref na schemacie i na płytce.

W wersji podstawowej przewidziano listwę z gniazdami do podłączenia wyświetlacza LCD, ale sam moduł wyświetlacza LCD nie wchodzi w skład zestawu podstawowego AVT-3500. Pierwsza seria ćwiczeń dotyczy wyświetlacza LED. Aby podłączyć wyświetlacz LCD, należy wyjąć z podstawek wyświetlacze LED W1, W2. Wcześniej w otwory wyświetlacza LCD trzeba włutować listwę goldpinów, szpilek w dół jak pokazuje **fotografia 3**. Tak przygotowany wyświetlacz można włożyć w gniazdo wlotowane w płytkę testową.

Typowy moduł wyświetlacza LCD ma 14 punktów połączeniowych. Na płytce przewidziano dwa dodatkowe punkty, które mogą być użyte np. do podświetlania, o ile zastosowany wyświetlacz ma taką możliwość. Przy korzystaniu z wyświetlacza LCD należy też wyregulować potencjometr PR1, by uzyskać optymalny kontrast wskazań. Na początek ten potencjometr należy skrócić w lewo (przeciwie do ruchu wskazówek zegara).

Wyświetlacz taki nie jest konieczny do pierwszej serii ćwiczeń, które wykorzystują wyświetlacz LED.

Płytkę testową należy zasilac z zasilacza wtyczkowego o napięciu 4,5...5V i prądzie co najmniej 200mA. Z kilku powodów warto zastosować zasilacz 4,5-woltowy (ZS 4,5V 600mA). Odważniejsi Czytelnicy mogą zrezygnować z zasilacza i zasilac płytke testową cały czas napięciem +5V z portu joysticka (GAME PORT) komputera PC. Wtedy wykorzystana będzie szósta żyła kabla programującego, a zasilacz nie może być podłączony.

Napięcie +5V występuje na pewno na końcówkach 1, 9, a także na końcówkach 8 i 15 portu joysticka. **Fotografia 4** pokazuje gniazdo GAME PORT w PC-cie z zaznaczonymi końcówkami, gdzie dostępne jest napięcie +5V.

Nabywcy zestawu AVT-3500 mogą sprawdzić poprawność montażu od razu po zmontowaniu i to bez podłączenia do komputera. W procesorze dostarczonym w zestawie

umieszczony jest program testowy. Po dołączeniu zasilania (4...5V) do złącza śrubowego oznaczonego POWER zaświeci się zielona kontrolka D2, a na wyświetlaczu LED zostanie wyświetlona sekwencja testowa.

Naciśnięcie S2 spowoduje przejście w inny tryb pracy – moduł stanie się miernikiem refleksu.

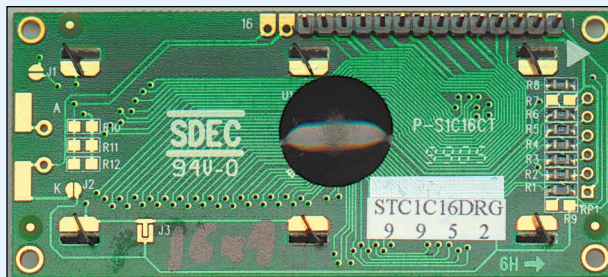
Wykorzystanie miernika refleksu jest następujące: po zaświeceniu wyświetlacza trzeba jak najszybciej nacisnąć przycisk S1. Na wyświetlaczu pokaże się wtedy czas opóźnienia podany w setnych częściach sekundy. Dodatkowo do punktów Q2, GND można dołączyć brzęczyk piezo, by sprawdzić swój czas reakcji nie tylko na sygnał optyczny, ale też na akustyczny (dobre wyniki to czas reakcji poniżej 20 setnych sekundy).

Uwaga! Osoby mające małą wprawę w montażu układów na płytkach dwustronnych mogą nabyć zmontowany zestaw AVT-

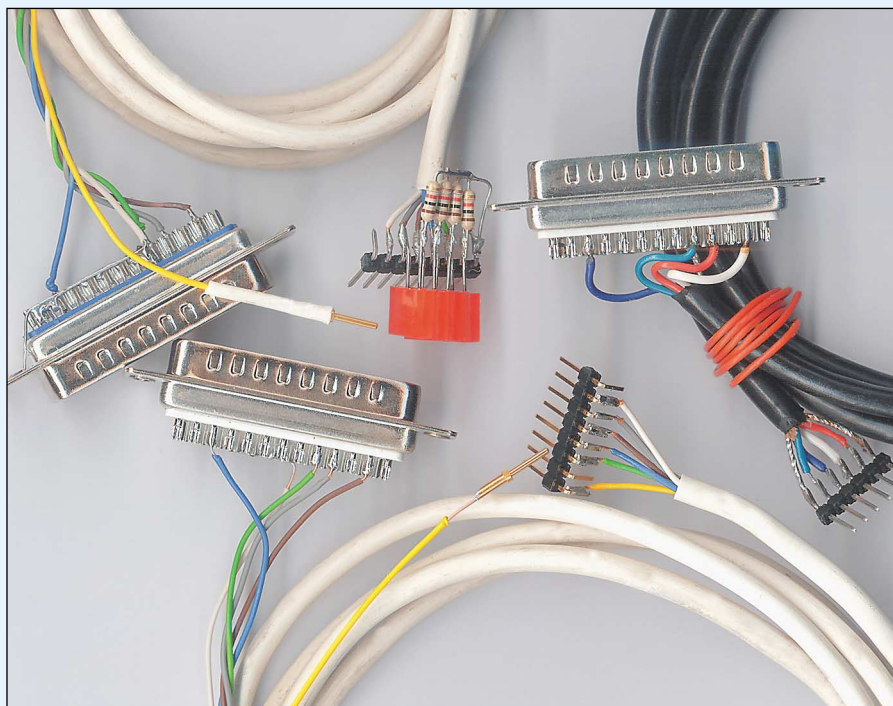


Fot. 4

Fot. 3



Fot. 5



3500C. Literka C wskazuje, że jest to kompletny, sprawdzony zestaw zawierający płytkę testową z zamontowanymi elementami oraz kabel programujący.

Do tego warto od razu zamówić zalecany zasilacz, podając w zamówieniu: *zasilacz ZS 4,5 600mA*. Później będzie można dokupić także zestaw uzupełniający AVT-3500/U, zawierający m.in. wyświetlacz LCD (*LCD 16x2*) oraz inne podzespoły do kolejnych serii ćwiczeń.

### Programowanie

Aby skorzystać z płytki testowej, trzeba zaprogramować procesor, na przykład za pomocą darmowego programu BASCOM AVR DEMO, zainstalowanego na komputerze PC. Wszystkie szczegóły dotyczące pozyskania, instalacji i wykorzystania tego programu podane są w kolejnym odcinku mikroprocesorowej Osłej łączki na stronie 39 tego numeru EdW.

Nie jest wymagany żaden specjalny programator. Port drukarkowy komputera PC trzeba po prostu połączyć z płytką testową za pomocą kilkużyłowego kabla. Ponieważ w ogromnej większości komputerów jest tylko jeden port drukarkowy, więc na czas ćwiczeń należy odłączyć drukarkę. Połączenia należy wykonać według **rysunku 3**. **Fotografia 5** pokazuje kilka kabli programujących

**Uwaga! Ze względu na możliwość uszkodzenia obwodów portu drukarkowego komputera pod wpływem ładunków statycznych, dołączanie płytki testowej do komputera i późniejsze przyłączenie**

drukarki obowiązkowo należy przeprowadzić tylko wtedy, gdy komputer i zasilacz płytki (drukarka) są wyłączone.

Zawsze przed połączeniem urządzeń warto dotknąć uziemionego punktu, na przykład rury wodociągowej, a następnie metalowej obudowy komputera.

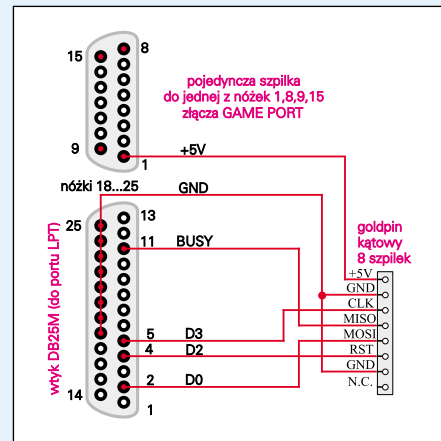
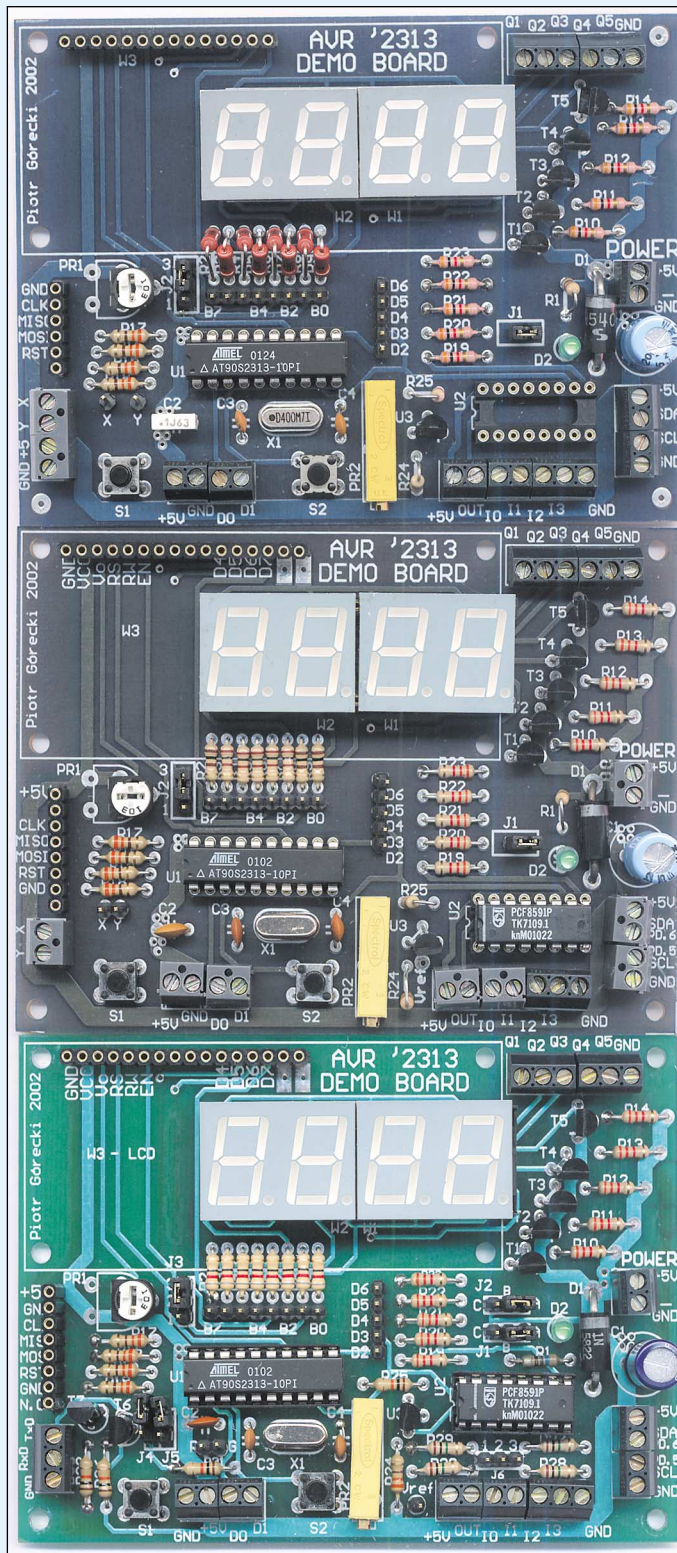
Co prawda niektórzy użytkownicy komputerów dołączają urządzenia do portu LPT „na gorąco”, czyli w trakcie pracy komputera i nic złego się nie dzieje, jednak według zaleceń producentów jest to ryzykowne, ponieważ obwody portu LPT nie są zabezpieczone przed ładunkami statycznymi – są to obwody z poziomami napięć zgodnymi ze standardem TTL. Inaczej jest z portami szeregowymi (COM, COM2), które funkcjonują według standardu RS-232, a ich specyficzna budowa zapewnia dużo większą odporność na uszkodzenia.

Przy dołączaniu jakichkolwiek urządzeń do komputera warto zachować ostrożność i rozładować swe ciało przez dotknięcie do uziemienia. Choć uszkodzenia zdarzają się rzadko, to jednak się zdarzają, zwłaszcza, gdy na podłożu leży dobrze izolująca wykładzina z tworzywa sztucznego, a użytkownik nosi ubrania z tworzyw sztucznych (np. polar). Szkoda byłoby zostać „szczęśliwcem”, któremu jako jednemu na dziesięć tysięcy użytkowników uda się uszkodzić obwody portu LPT, umieszczone z regulacją na płycie głównej PC-ta (chyba że ktoś szuka pretekstu do wymiany tej płyty).

W ramach przygotowań do cyklu mikroprocesorowej Oslej łączki zostały wykonane i sprawdzone aż trzy wersje płytki testowej. Dociekliwi Czytelnicy mogą przesledzić zmiany wprowadzane w kolejnych wersjach pokazanych na fotografii 6.

Piotr Górecki

Fot. 6 Kolejne wersje



Rys. 3 Kabel programujący

### Wykaz elementów płytki testowej - kit AVT-3500

#### Rezystory

R1	.....	680Ω
R2-R9	.....	.82Ω
R10-R14,R19-R23	.....	3,3kΩ
R15-R18,R24	.....	.330Ω
R25,R26,R31,R32	.....	.10kΩ
R27-R30	.....	.1MΩ
PR1	.....	.10kΩ PR miniaturowy
PR2	.....	.1kΩ PR helitrim

#### Kondensatory

C1	.....	220µF/10V
C2	.....	100nF ceramiczny
C3,C4	.....	.33pF

#### Półprzewodniki

D1	.....	1N5822
D2	.....	LED zielona 3mm
T1-T6	.....	BC516
T7	.....	BC548B
U1	.....	AT90S2313
U2	.....	PCF8591
U3	.....	TL431
W1,W2	.....	DA56-11EWA

#### Pozostałe

5 jumperków, czyli nasadek zwierających brzączyk piezo 12V z generatorem  
 listwa goldpinów ..... 50 szpilek  
 listwa z gniazdam goldpin ..... 32 punkty  
 K1,K4-K9 ..... ARK2 mały  
 K2,K10-K12 ..... ARK3 mały  
 S1,S2 ..... uswitch 2...4mm  
 W3 ..... rezonator LCD 16\*2  
 X1 ..... rezonator kwarcowy 4MHz  
 30cm pojedynczego przewodu (np. kynar)  
 Podstawki (mogą być zwykłe):  
 40pin  
 20pin  
 16pin  
 \*Wyświetlacz LCD 16\*2 - nie wchodzi w skład zestawu podstawowego AVT-3500, wejdzie do zestawu dodatkowego, uzupełniającego.

### Wykaz elementów kabla programującego - wchodzi w skład kitu AVT-3500

wtyk DB25M  
 kabel 6-żyłowy (np. od systemów alarmowych) - 1,5m  
 jedna złocona szpilka z rozebranego złącza DB-25  
 kątowy goldpin (8 szpilek)

Zasilacz ZS 4,5V 600mA można zakupić w Dziale Handlowym AVT w cenie 30 zł.

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3500**