

# ZEPIC

## Płytki ewaluacyjnej dla mikrokontrolerów PIC



*Płytki ewaluacyjnej powstała z myślą o nauce programowania mikrokontrolerów PIC firmy Microchip. Oprócz możliwości dołączenia mikrokontrolerów różnych typów, wyposażono ją również w ciekawe układy peryferyjne, dzięki którym można za jej pomocą wykonać modele kilku użytecznych urządzeń. Połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami wykonano w taki sposób, aby płytkę dało się dowolnie rekonfigurować, również w sposób nieprzewidziany przez autora.*

**Rekomendacje:** płytki przyda się wszystkim, którzy chcą zapoznać się z programowaniem arcyciekawych mikrokontrolerów PIC.

Od dawna chciałem nauczyć się programowania mikrokontrolerów PIC. Aby jednak móc wypróbować PIC w różnych zastosowaniach, potrzebny był zestaw ewaluacyjny. Nie tyle chodziło mi o możliwości wykonywania modeli urządzeń, ile o wypróbowanie pewnych technik pisania programów, których nauczyłem się wcześniej, stosując inne mikrokontrolery. Rozpocząłem poszukiwania zestawu ewaluacyjnego, rodzaju elektronicznych „klocków”, który umożliwiłby mi postawienie pierwszych kroków, jednak nie mogłem znaleźć odpowiedniego. Albo odstęczała cena, albo też przeznaczenie tylko dla jednego, ewentualnie dwóch modeli mikrokontrolerów.

Dlatego postanowiłem skonstruować zestaw, który umożliwiłby mi naukę programo-

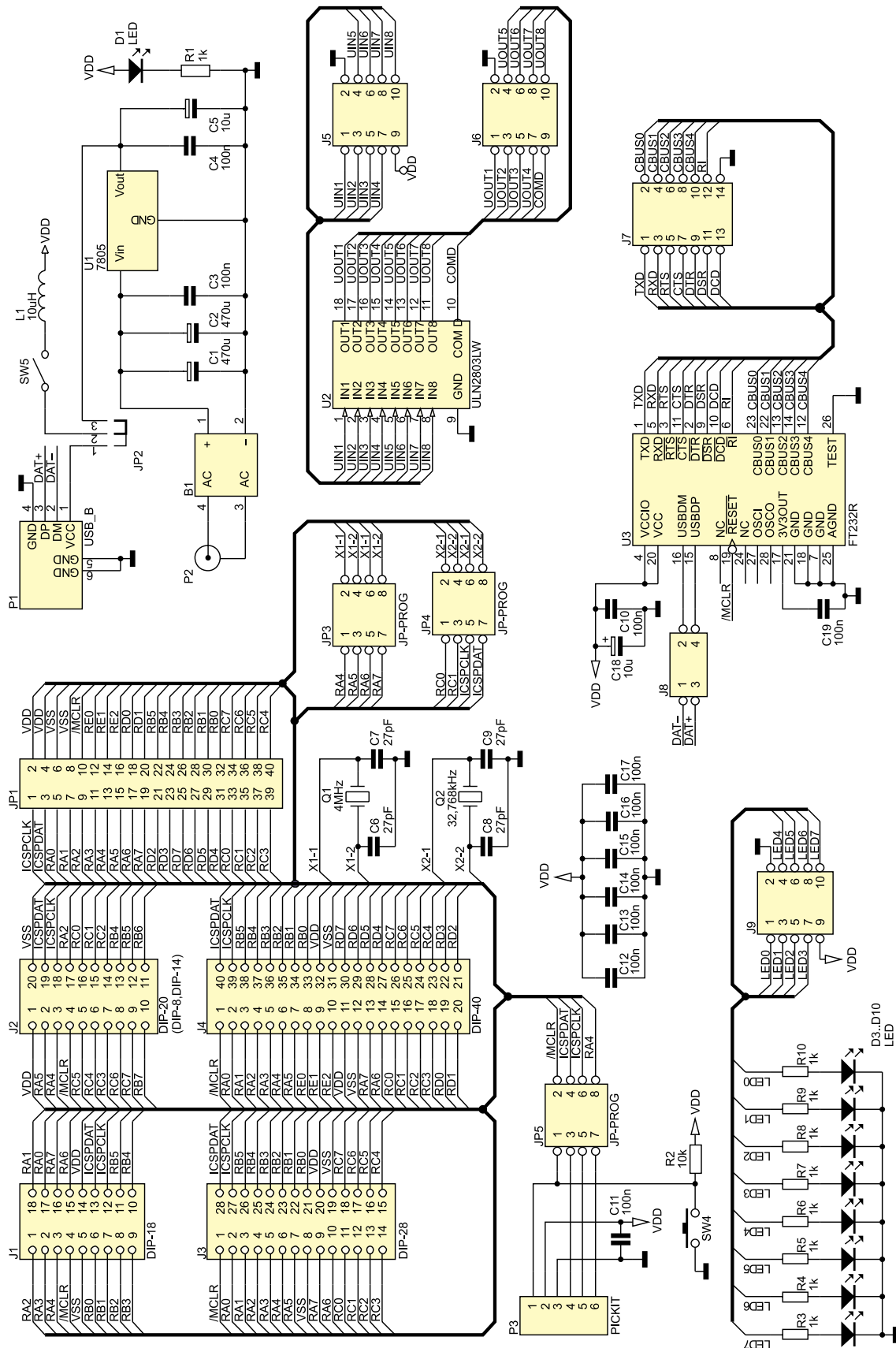
wania w typowo przyjętych etapach nauki: od zaświecenia diody LED, do użycia wyświetlacza graficznego lub multipleksowanego LED oraz budowy interfejsu użytkownika. Dodatkowo, chciałem, aby mój zestaw pozwalał na zastosowanie różnych rodzin mikrokontrolerów, w różnych obudowach i był łatwy do rekonfigurowania, jeśli standardowe połączenia wykonane na płytce byłyby złe. W związku z zamiarem budowy prototypów różnych urządzeń, postanowiłem też umieścić na płytce najczęściej używane układy peryferyjne: zegar czasu rzeczywistego z podtrzymaniem baterijnym, driver portu szeregowego RS232, konwerter UART/USB, układ do sterowania przekaźnikami lub niewielkimi silniczkami ULN2003, podstawki dla wyświetlaczy LCD (graficznego

**AVT-5275 w ofercie AVT:**  
 AVT-5275A – płytka drukowana  
 AVT-5275B – płytka drukowana + elementy

- Podstawowe informacje:**
- Zasilanie z portu USB lub z zasilacza 7...12 V AC/DC
  - Przystosowana do mikrokontrolerów PIC zasilanych napięciem 5 V w obudowach DIL o 8, 18, 20, 28 i 40 wyprowadzeniach.
  - Możliwość dowolnego rekonfigurowania połączeń.
  - Układy peryferyjne: graficzny wyświetlacz LCD, tekstowy wyświetlacz LCD, MAX232, M41T00 (RTC), MCP3021 (A/C), MCP9701 (temp/C), wyświetlacze i diody LED, przyciski, buzzer, FT232R (UART/USB), 74HC595 (rejstry przesuwające).
  - Współpracuje z PICKit-2 lub PICKit-3.

**Dodatkowe materiały na CD i FTP:**  
[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 17855, pass: 4s406qj2  
 • wzory płytek PCB  
 • karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

- Projekty pokrewne na CD i FTP:**  
 (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-5272 Arduino (EP 1/2011)
  - AVT-5263 CoolPCB – Zestaw uruchomieniowy CPLD (EP 11/2010)
  - AVT-2875 LogicMaster – płytka prototypowa dla CPLD (EdW 8/2008)
  - AVT-971 Zestaw uruchomieniowy USB z PIC18F4550 (EP 2-3/2007)
  - AVT-939 Zestaw startowy dla mikrokontekstów ST7FLITE2x (EP 7-8/2006)
  - AVT-926 Zestaw startowy dla PsoC (EP 4/2006)
  - AVT-920 Zestaw startowy z MSP430F413 (EP 2-3/2006)



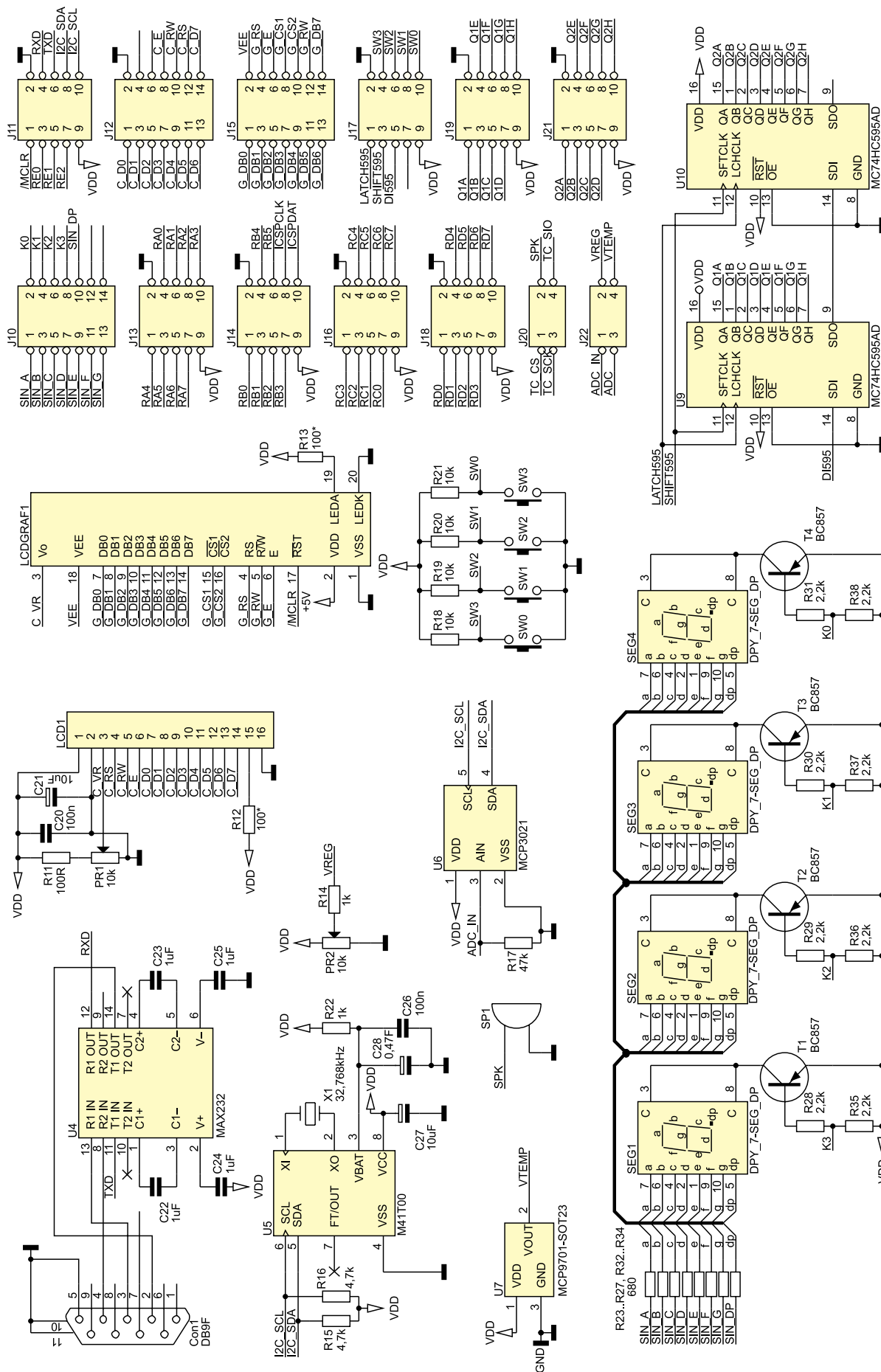
Rysunek 1. Schemat płytki ewaluacyjnej: podstawki mikrokontrolerów i część periferii

i tekstowego), przetwornik A/C, termometr, rejestr przesuwający z wyjściami równoległymi i 4-cyfrowy, multipleksowany wyświetlacz LED. Dla układów, których nie zamontowałem na płytce, przeznaczyłem złącza rozszerzeń rozmieszczone wzdłuż jej krawędzi.

### Budowa

Płytkę ewaluacyjną może być zasilana z portu USB mikrokontrolera lub z zewnętrznego zasilacza (zalecane) dostarczającego napięcie 7...12 V AC lub DC. Do wyboru źródła zasilania służy zworka JP2: w pozycji 1-2 załącza

ona zasilanie z USB, natomiast w 2-3 zasilanie jest podawane z zewnętrznego zasilacza. Płytkę wyposażono w mostek prostowniczy (B1), kondensatory filtrujące oraz stabilizator napięcia 5 V, więc do zasilania może też służyć zwykły transformator napięcia sieci lub zasilacz



Rysunek 2. Schemat płytki ewaluacyjnej: periferia

niestabilizowany. W sytuacji, gdy zworka jest umieszczona w położeniu „zasilanie z USB”, stabilizator jest omijany i zasilanie jest pobierane wprost z komputera PC.

Niezależnie od źródła zasilanie jest włączane za pomocą włącznika uchylnego SW5. Obecność napięcia 5 V za włącznikiem sygnalizuje dioda świecąca D1.

Na płytce zamontowano podstawki pod układy mikrokontrolerów PIC w obudowach do montażu przewlekanego. W związku z różnymi rozkładami wyprowadzeń zastosowano

podstawki dla układów w obudowach: 40-, 28-, 20- i 18-nóżkowych. Dodatkowo, w podstawie 20-nóżkowej (J2) można umieszczać też układy w obudowach 8- i 14-wyprowadzeniowych. Układy umieszczone w podstawkach są programowane z użyciem PICKit-2 lub PICKit-3 dołączanego do złącza PICKIT (P3). Sygnały programujące są podawane przez zworki umieszczone na złączu JP5, które w zamysle ma umożliwić dowolne ich dołączenie do programowanego układu. W normalnych sytuacjach powinno wystarczyć zwykłe zwarcie doprowadzeń 1-2, 3-4, 5-6, ale gdyby była inna potrzeba, to można wyjąć zworki i podać sygnały programujące na dowolne wyprowadzenia mikrokontrolera.

Wszystkie sygnały z podstawek, w których są umieszczane mikrokontrolery, są dostępne na złączu JP1. Dzięki niemu można np. dołączyć mikrokontroler do zewnętrznego urządzenia lub płytki albo podać sygnały programujące na dowolne jego doprowadzenia.

Na płytce umieszczono dwa rezonatory kwarcowe: o częstotliwości 4 MHz (Q1) oraz o częstotliwości „zegarkowej”, to jest 32768 Hz (Q2). Rezonatory są dołączane za pośrednictwem złączy X1 i X2, które umożliwiają dołączenie rezonatorów do różnych wyprowadzeń (zależnie od wariantu obudowy) oraz pełnią podobną funkcję, jak złącze programatora. Dodatkowo, umożliwiają taktowanie mikro-

kontrolera sygnałem z generatora zegarowego (gdyby była taka potrzeba).

Płytko pozwala na używanie mikrokontrolerów zasilanych napięciem +5 V. Zasilanie innym napięciem wymaga wymiany stabilizatora U1 oraz zasilania wyłącznie z zewnętrznego zasilacza (ponieważ zasilanie z USB jest niestabilizowane). Oprócz tego trzeba się liczyć z koniecznością wymiany rezystorów ograniczających prądy płynące przez diody i wyświetlacze LED oraz układów 74HC595 na 74AHC595.

Schemat ideowy części „mikrokontrolerowej” płytki ewaluacyjnej umieszczono na **rysunku 1**, natomiast „peryferyjnej” na **rysunku 2**.

### Układy peryferyjne

Na płytce wlotowano układy peryferyjne, których montaż i użycie jest opcjonalne, ale warto je mieć pod ręką. Ich zamontowanie polecam zwłaszcza tym osobom, które stawiają pierwsze kroki w programowaniu.

#### Diody LED

Większość początkujących w dziedzinie programowania mikrokontrolerów rozpoczyna naukę od prostego programu, którego zadaniem jest zaświecenie diod LED i zgaszenie diod LED. Na płytce umieszczono 8 takich diod (D3...D10) z rezystorami ograniczającymi ich prąd (R3...R10). Katody diod dołączono do potencjału masy, a anody są dostępne na złączu J9.

#### Przyciski

Na potrzeby wykonania interfejsu użytkownika, wprowadzenia nastaw lub po prostu nauki obsługi przycisku, na płytce umieszczono 4 miniaturowe przyciski oznaczone jako SW0...SW3. Sygnały z przycisków są dostępne na złączu J17. Stanem aktywnym jest poziom „0”, natomiast bezczynności „1”.

#### Wyświetlacz LED

Na płytce wlotowano 4 cyfry LED (SEG1...SEG4), które mogą pracować z multipleksowaniem. Zastosowano wyświetlacze ze wspólną anodą. Rolę kluczy załączających zasilanie pełnią tranzystory T1...T4, natomiast katody są poprzez rezystory ograniczające prąd segmentów R23...R27, R32, R34 bezpośrednio doprowadzone do złącza. Zasilanie jest pobierane ze stabilizatora U1, który zasila też resztę układów na płytce. Sygnały wyświetlacza są dostępne na złączu J10.

#### Rejestry przesuwające

Z myślą o sterowaniu wyświetlaczem multipleksowanym LED za pomocą 3 doprowadzeń mikrokontrolera na płytce umieszczono rejestry przesuwające 74HC595 (U9, U10). Mają one szeregowe wejście danych, wyjście umożliwiające dołączenie kolejnego układu w łańcuchu oraz wejścia zegara przesuwającego i sterującego wyjściowymi rejestrami typu zatrask. W tego typu zastosowaniach, jak sterowanie wyświetlaczem LED, wprost

R E K L A M A

**EVERYTHING YOU NEED IN ONE PLACE**

- DIODES
- TRANSISTORS
- THYRISTORS
- TRIACS
- INTEGRATED CIRCUITS
- MICRO-CONTROLLERS
- MEMORIES
- COMMUNICATION MODULES

**AND MANY MORE...**

**Transfer Multisort Elektronik**



**Wykaz elementów**

**Rezystory:** (SMD, 0805)

- R1, R3...R10, R14, R22: 1 kΩ
- R2, R18...R21: 10 kΩ
- R11: 100 Ω
- R12, R13: 100 Ω (przewlekany, dobrać zależnie od podświetlenia LCD)
- R15, R16: 4,7 kΩ
- R17: 47 kΩ
- R23...R27, R32...R34: 680 Ω
- R28...R31, R35...R38: 2,2 kΩ
- PR1, PR2: 10 kΩ (potencjometr mont.)

**Kondensatory:**

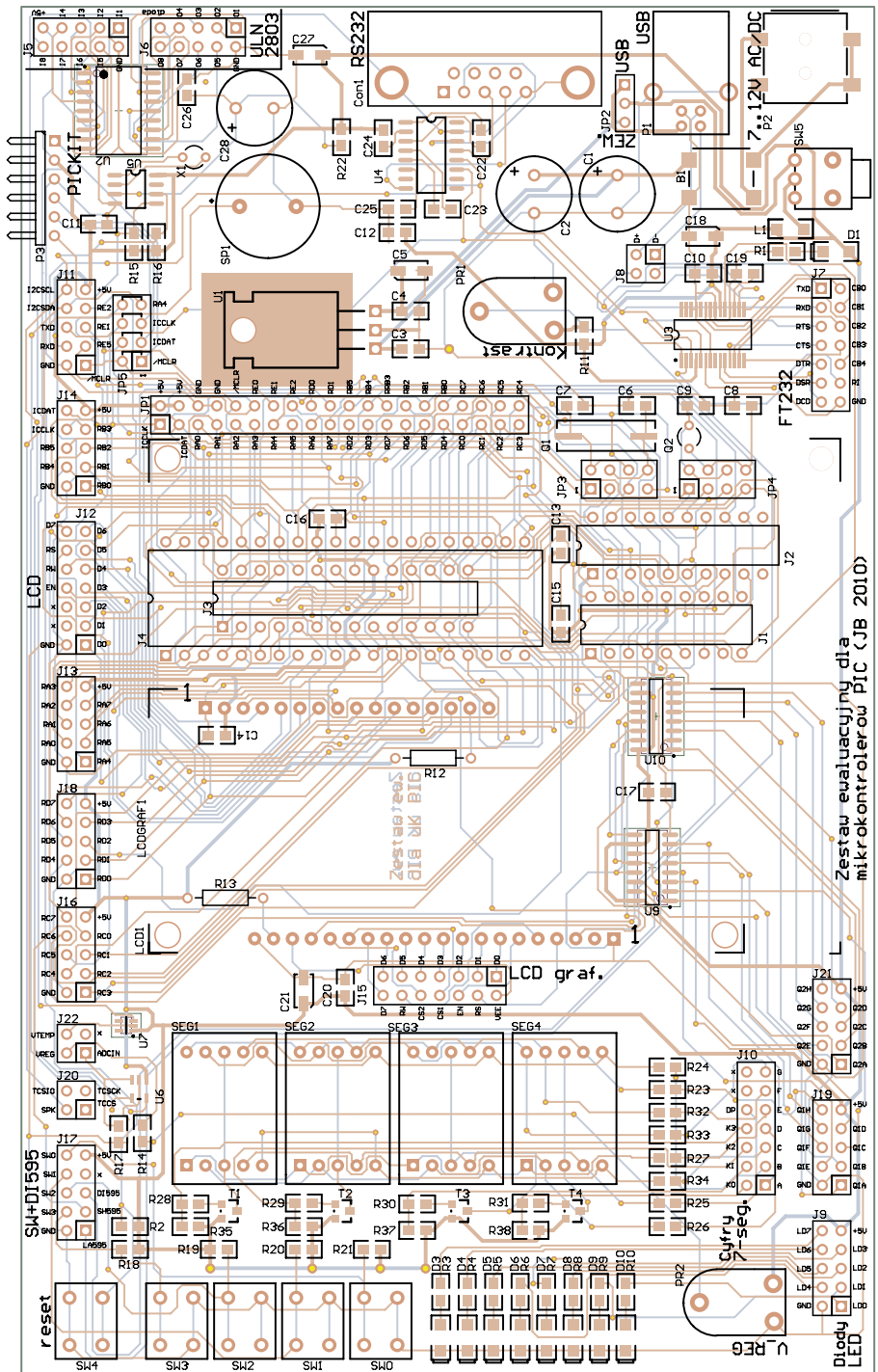
- C1, C2: 470 μF/25 V (elektrolit.)
- C3, C4, C10...C20, C26: 100 nF (SMD, 0805)
- C5, C18, C21, C27: 10 μF/16 V (SMD, B)
- C6...C9: 27 pF (SMD, 0805)
- C22...C25: 1 μF/16 V (SMD, 0805)
- C28: 0,47 F/5,5 V

**Półprzewodniki:**

- B1: DF06S mostek prostowniczy
- D1...D10: LED (SMD, 1206)
- T1...T4: BC857 (SOT23)
- U1: 7805 (TO220)
- U2: ULN2803 (SOL18)
- U3: FT232R (SOIC28)
- U4: MAX232ACPE (SO16)
- U5: M41T00 (SO8)
- U6: MCP3021 (SOT23/5)
- U7: MCP9701 (SC70)
- U9, U10: 74HC595AD (SO16)
- SEG1...SEG4: SA52-11SRWA Kingbright

**Inne:**

- CON1: DSUB9F (kątowe, do druku)
- J1: DIP18 (podstawa precyzyjna)
- J2: DIP20 (-/-)
- J3: DIP28 (-/-)
- J4: DIP40 (-/-)
- JP1, JP3...JP5, J5...JP22: dwurzędowe listwy goldpin (4 szt.)
- JP2: goldpin 1×3
- L1: 100 μH (SMD, dławik)
- P1: gniazdo USB
- P2: gniazdo zasilania SMD 5,5/2,1 mm
- P3: goldpin kątowny 1×6
- Q1: 4 MHz
- Q2, X1: 32768 Hz
- SP1: głośnik piezo
- SW0...SW4: mikroprzycisk
- SW5: włącznik kątowny do druku zworki



**Rysunek 3. Schemat montażowy płytki ewaluacyjnej**

bezpieczne są wyjściowe zatraski – zapobiegają one migotaniu wyświetlacza wtedy, gdy do rejestrów jest wpisywana informacja. Układy na płytce są połączone szeregowo i wspólnie mają pojemność 16 bitów.

Sygnały wejściowe rejestrów są dostępne na złączu J17 i noszą nazwy:

- LATCH595 (dopr. 1, sygnał zegarowy wyjściowych zatrasków),
- SHIFT595 (dopr. 3, sygnał zegarowy przesuwający),
- DI595 (dopr. 5, wejście danych).

Sygnały wyjściowe oznaczone jako Q1A...Q1H (U9) oraz Q2A...Q2H (U10) są dostępne na złączach, odpowiednio: J19, J21.

**Konwerter UART/USB**

Mimo że wiele mikrokontrolerów PIC ma wbudowany układ interfejsu USB, na płytce zamontowano popularny konwerter UART/USB typu FT232R. Czyni to płytkę bardziej

uniwersalną oraz umożliwia dołączenie USB również do tych mikrokontrolerów, które nie mają w strukturze odpowiedniego interfejsu.

Sygnały z układu konwertera są dostępne na złączu J7, natomiast do złącza USB (P1) są one doprowadzone za pośrednictwem zworek złącza J8. Dzięki temu, jeśli mikrokontroler będzie miał w strukturze USB lub z innych powodów, można sygnały danych USB podać za pomocą przewodów wprost na doprowadzenia mikrokontrolera.

**Konwerter UART/RS232**

Mimo że nowe urządzenia nie są wyposażane w interfejs RS232, jednak stale w warsztacie niejednego elektronika można znaleźć przyrządy, terminale i inne urządzenia, które

są w niego wyposażone. Dlatego też na płytce zamontowano popularny układ konwertera MAX232 (U4) oraz złącze DSUB9F (żeńskie). Umożliwia to wykonanie np. aplikacji sterującej modemem lub komunikującej się ze starszym modelem komputera PC. Wykorzystano pojedynczy kanał MAX, a jego sygnały RXD i TXD doprowadzono do złącza J11.

**Driver ULN2003A**

Na płytce nie ma żadnych elektromechanicznych układów wykonawczych, takich jak przełączniki, silniki lub innego rodzaju napędy. Do ich sterowania wyposażono ją jednak w układ drivera ULN2003A (U2). Za jego pośrednictwem można sterować obciążeniami wymagającymi prądu zasilania do 0,5 A i zasilanych ze znacznie



wyższego napięcia niż układy zamontowane na płytce. Sygnały wejściowe drivera UIN1...UIN8 są dostępne na złączu J5, natomiast wyjściowe UOUT1...UOUT8 na złączu J6.

#### Przetwornik A/C

Układ MCP3021 jest miniaturowym przetwornikiem A/C o rozdzielczości 10 bitów, z wyjściem szeregowym, kompatybilnym z I<sup>2</sup>C. Układ jest dostępny w obudowie SOT-23, a więc ma wymiary pojedynczego tranzystora SMD. Mimo że większość mikrokontrolerów PIC ma wbudowane wielowejściowe przetworniki A/C, przewidziano miejsce dla opcjonalnego układu MCP3021, który nosi oznaczenie U6. Jego sygnały wejściowe są dostępne na złączu J22, na które też doprowadzono sygnały z termometru analogowego oraz potencjometru.

#### Termometr analogowy

Na płytce ewaluacyjnej, pod oznaczeniem U7, kryje się analogowy przetwornik temperatury na napięcie MCP9701. Może on mierzyć temperaturę w zakresie -40...+125°C. Jego napięcie wyjściowe zmienia się o 19,5 mV/°C. Typowy pobór prądu w przedziale temperatury 0...70°C wynosi zaledwie 6 µA. Sygnał wyjściowy termometru jest dostępny na złączu J22 i może być mierzony za pomocą przetwornika U6 lub wbudowanego w mikrokontroler.

#### Zegar RTC z podtrzymaniem

Jedną z ciekawszych aplikacji, bardzo chętnie wykonywaną na początku nauki pro-

gramowania, jest zegar cyfrowy. Aby umożliwić w prosty sposób napisanie takiego właśnie programu, na płytce zamontowano nowoczesny układ zegara RTC taktowany za pomocą sygnału wytwarzanego na bazie kwarcu zegarkowego X1, z interfejsem kompatybilnym z I<sup>2</sup>C i podtrzymaniem baterijnym za pomocą kondensatora C28 o bardzo dużej pojemności wynoszącej 0,47 F. Kondensator jest ładowany poprzez rezystor R22 i rozładowywany podczas zaniku napięcia zasilania.

#### Złącza wyświetlaczy LCD

Do płytki można dołączyć typowy, alfanumeryczny wyświetlacz LCD zasilany napięciem 5 V. Służy do tego złącze LCD1, w którym można umieścić wyświetlacz za pomocą goldpinów. Sygnały wyświetlacza alfanumerycznego są dostępne na złączu J12. Doprowadzono do niego wszystkie linie danych oraz kontrolne, a więc wyświetlaczem można sterować zarówno w trybie interfejsu 4-bitowego, jak i 8-bitowego. Rezystor R12 ogranicza prąd podświetlenia tła.

Do bardziej zaawansowanych aplikacji przewidziano użycie wyświetlacza graficznego, zasilanego pojedynczym napięciem +5 V, dołączanego do złącza LCDGRAF1. Również wyświetlacz graficzny jest dołączany za pomocą goldpinów. Sygnały danych i kontrolne wyświetlacza są dostępne do doprowadzenia złącza J15. Rezystor R13 służy do ograniczenia prądu podświetlenia tła.

## Montaż

Dla zestawu zaprojektowano i wykonano płytkę dwustronną z metalizacją otworów. Jej schemat montażowy jest na **rysunku 3**. Wykorzystano elementy do montażu przewlekane i SMD. Większość kondensatorów i rezystorów ma obudowy 0805. Mimo to montaż płytki nie jest trudny. Jedynie przylutowanie układu konwertera UART/USB FT232R (U3) może być kłopotliwe ze względu na mały odstęp pomiędzy nóżkami układu (0,65 mm). W przylutowaniu układu w takiej obudowie bardzo pomocne są topnik i plecionka. Topnik umożliwia rozplięnię się cyny i uniknięcie zwarcia pomiędzy nóżkami układu, natomiast plecionka jest pomocna przy odprowadzaniu jej nadmiaru. Obudowy tranzystorów, układów przetwornika A/C (SOT23) oraz termometru (SC70) są bardzo małe – do ich przytrzymania przyda się pęseta. Dla własnej wygody warto zachować kolejność montażu od elementów najniższych (rezystory i kondensatory SMD) do najwyższych, to jest złącza goldpin, DSUB9 itp.

Jako podstawek układów scalonych warto użyć tzw. podstawek precyzyjnych. Zwykle są one lepszej jakości i dzięki temu będą dłużej służyły. Przed montażem podstawki 40-nóżkowej (J4) należy ostrym nożykiem wyciąć wewnętrzne rozpórki, ponieważ na płytce wewnątrz niej będzie umieszczona podstawka 28-nóżkowa J2.

**Jacek Bogusz, EP**

[jacek.bogusz@ep.com.pl](mailto:jacek.bogusz@ep.com.pl)

R E K L A M A



Konstruuuj, zastosuj  
specjalizowane układy scalone

[www.wg.com.pl](http://www.wg.com.pl)

Szybkie µC 8051 „mixed-signal”  
Układy modemowe, ethernet, USB, CAN, ...  
Komunikacja przewodowa i bezprzewodowa  
Komunikacja po liniach energetycznych  
Precyzyjne układy zegarowe i oscylatory  
Rozwiązania audio / video  
Zasilanie sieciowe i bateryjne, PoE  
Sterowanie LED i LCD  
Zabezpieczenia, izolatory

