

Zestaw uruchomieniowy dla procesorów 89C051 i AVR

kit AVT-854

**PROJEKT
Z OKŁADKI**



Prezentujemy
układ, który
z oferowanym
wraz z nim

bezpłatnym oprogramowaniem
może być bardzo atrakcyjny
dla wielu elektroników.

Układy z mikroprocesorami
mogą teraz projektować także
najbardziej dotychczas oporni.

Dokonał tego znany już
Czytelnikom EP kompilator
języka Basic - Bascom '51.

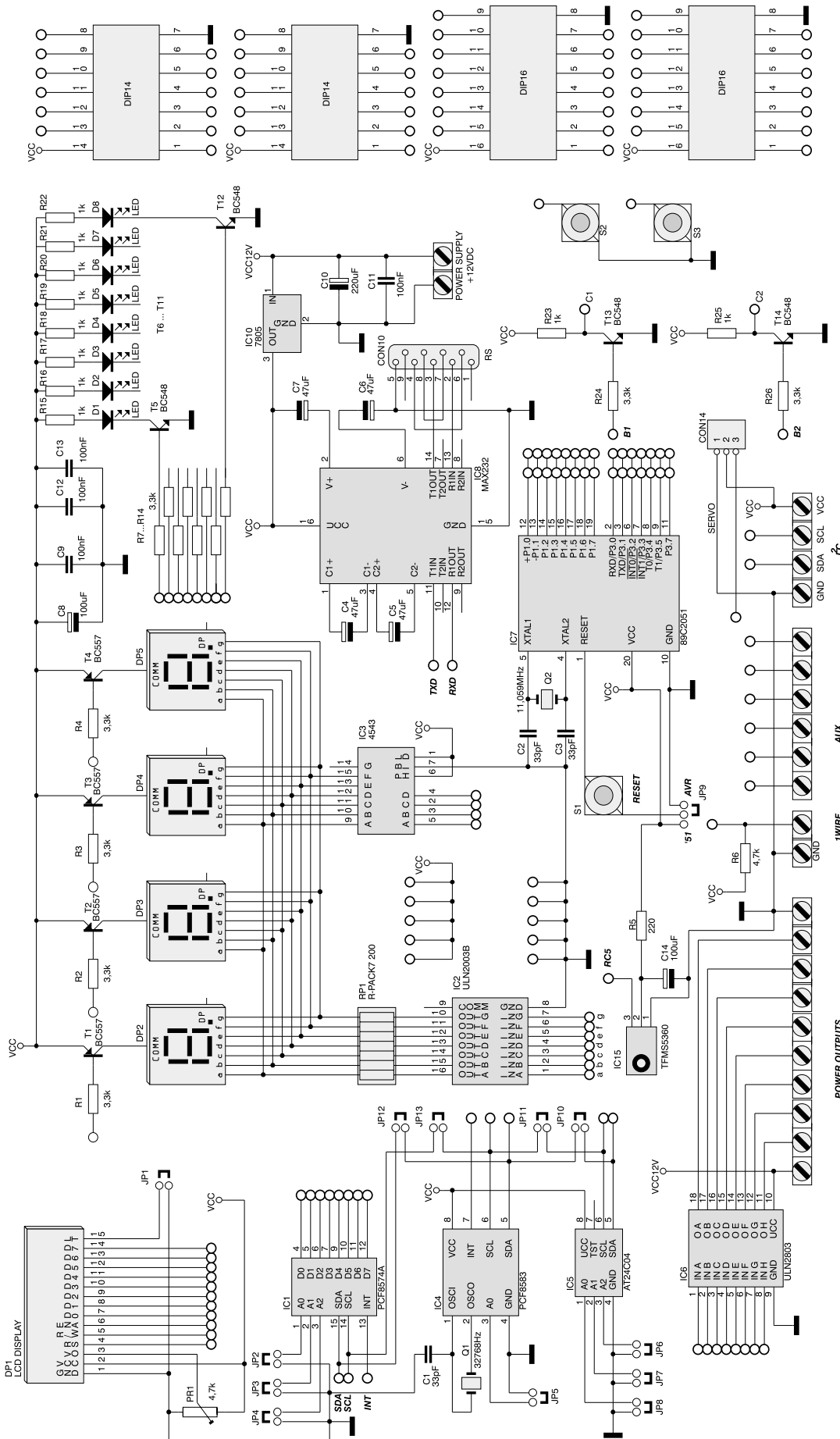
Spróbujcie! Od teraz '51
nie będzie miał już żadnych
tajemnic!

My elektronicy posiadamy jedną wspólną cechę przejawiającą się nadmiarem pomysłów kotłujących się w naszych głowach, na których realizację najczęściej nie mamy czasu. Pół biedy, jeżeli wymyśliliśmy jakiś prosty układzik zbudowany z kilku elementów dyskretnych. Taki układ można stosunkowo szybko zmontować na tzw. „pająka” i sprawdzić, czy pomysł, który przyszedł nam do głowy, rzeczywiście jest tak genialny, jak się spodziewaliśmy.

Gorzej ma się sprawa w przypadku bardziej rozbudowanych układów, a w szczególności przy sprawdzaniu pomysłów na układy mikroprocesorowe. Oczywiście, zmontowanie takiego układu „w powietrzu” jest teoretycznie możliwe, ale rezultaty takiej pracy bywają najczęściej opłakane. W wielu przypadkach nie jeste-

my nawet w stanie stwierdzić, czy nieprawidłowe działanie układu spowodowane jest błędem w programie, czy też

po prostu zwarcie lub niestarym lutowaniem. Z kolei w większości układów mikroprocesorowych wykorzystuje się typowe, standardowe elementy, takie jak pamięci, zegary czasu rzeczywistego, wyświetlacze LCD i LED, do których dołączane są stosunkowo proste układy peryferyjne. Dlatego więc nie zbudować płytki uniwersalnej, na której bez konieczności jakiegokolwiek lutowania moglibyśmy sprawdzić w praktyce nasze pomysły? Na płytce powinny być umieszczone elementy najczęściej stosowane w technice mikroprocesorowej oraz układy umożliwiający komunikowanie się systemu ze światem zewnętrznym. Jeżeli wszystkie te podzespoły moglibyśmy połączyć ze sobą za pomocą przewodów



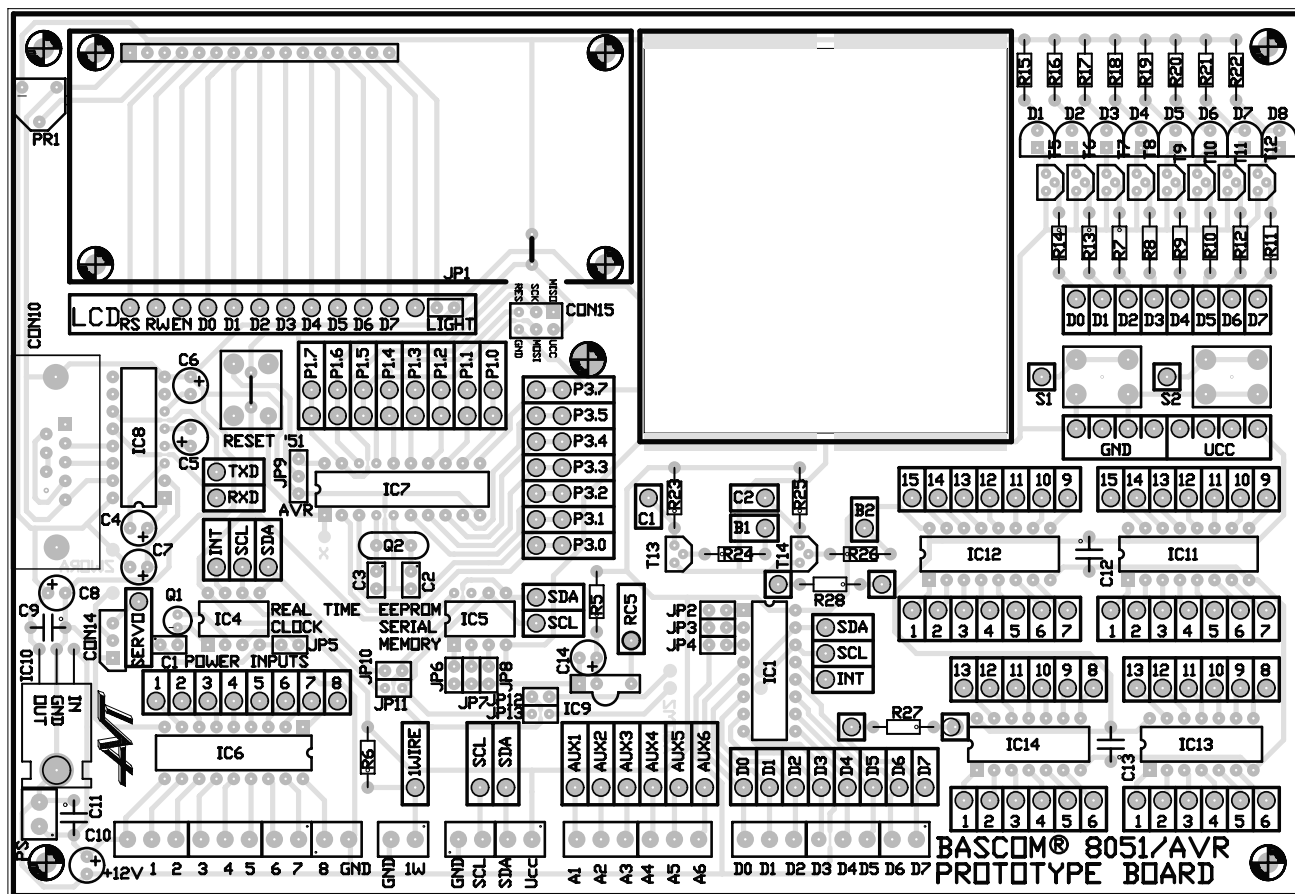
Rys. 1. Schemat elektryczny zestawu uruchomieniowego.

zakończonych odpowiednimi wtykami, to zbudowanie nowego układu mikroprocesorowego stałoby się czynnością wręcz dziecinnie prostą.

Płytkę do testowania układów mikroprocesorowych zaprojektowałem i wykonałem już dość dawno, ale dopiero teraz jestem w stanie przekazać jej opis Czytelnikom EP. Powód tej opieszałości jest trywialny: aby dopracować projekt płytki, wykonałem aż cztery jej prototypy, kolejno zmieniane i rozbudowywane.

Testowanie układów mikroprocesorowych nie jest jednak jedynym powodem zaprojektowania proponowanego układu, nie jest nawet głównym powodem.

W EP12/99 pozwoliłem sobie zaprezentować Czytelnikom skróconą informację o programie, który osobiście uważam za najlepsze narzędzie do programowania procesorów, jakie kiedykolwiek powstało. Mam tu oczywiście na myśli pakiet BASCOM '51, który bez najmniejszych wątpliwości stanie się w Elektronice Praktycznej przebojem roku 2000. W międzyczasie firma MCS Electronics zakończyła prace nad drugim pakietem oprogramowania: BASCOM-AVR jest przeznaczony do pisania programów i ich testowania dla procesorów AVR. Obydwa te pakiety zostaną w najbliższym czasie szczegółowo opisane na łamach Elektroniki Praktycznej, omówio-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce bazowej.

ne zostaną wszystkie instrukcje i polecenia stosowanego w nich dialektu BASIC-a, emulacja sprzętowa i programowa napisanych programów oraz programowanie procesorów.

Nasza płytka odda nam, podczas nauki posługiwania się nowym narzędziem programistycznym, nieocenione usługi, pozwalając na utrwalenie poznawanego materiału, często nawet bez konieczności posiadania i programowania jakiegokolwiek procesora.

Nawet z ograniczeniami występującymi podczas emulacji komputerowej, płytka testowa może oddać nam nieocenione usługi, zarówno podczas nauki programowania, jak i przy konstruowaniu nowych układów wykorzystujących procesory 89CX051, a także niektóre procesory AVR. Umożliwi ona natychmiastowe sprawdzenie większości, nawet tych najbardziej zwirowanych pomysłów, jakie mogą nam przyjść do głowy, bez konieczności przygotowywania płytki obwodu drukowanego lub miedzianego klekcia niechlujnie zmontowanego układu na tzw. pająku.

Opis działania układu

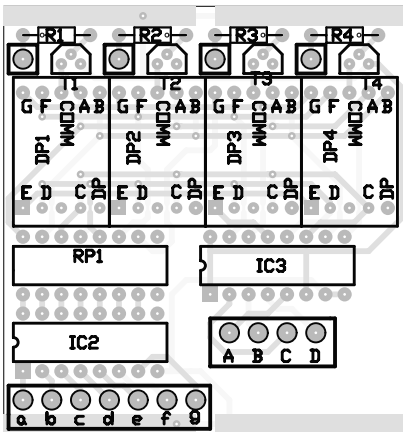
Tym razem nie będzie żadnego opisu działania układu, ponieważ nie dysponujemy jeszcze w tej chwili żadnym działającym układem. Na płytce testowej zostały zgromadzone następujące elementy, z których bez konieczności lutowania możemy utworzyć wiele ciekawych układów mikroprocesorowych (schemat na rys. 1). Są to:

1. 20-pinowa podstawka DIL20, w której możemy umieścić procesor lub wtyk emulacyjny łączący płytke z komputerem. Obecnie emulację sprzętową może realizować pakiet BASCOM 8051 (w najbliższym czasie opublikujemy projekt emulatora sprzętowego opracowanego przez MCS Electronics i współpracującego z tym programem). Według zapewnień MCS Electronics, w momencie kiedy ten artykuł ukaże się w druku, program BASCOM AVR także będzie posiadał możliwość emulacji sprzętowej i programowej, i opublikowany zostanie schemat odpowiedniego emulatora. Na płytce znajduje się zarówno rezonator

kwarcowy (umieszczony w podstawce), jak i kondensatory umożliwiające prawidłową pracę procesora, a nie przeszkadzające podczas emulacji komputerowej.

2. Interfejs szeregowy, zrealizowany na popularnym układzie MAX232, służący do komunikacji procesora z komputerem PC za pośrednictwem portu szeregowego.

3. Alfnumeryczny wyświetlacz LCD 16*1 (oczywiście można zastosować także „większe” wyświetlacze, mieszczące się w wyznaczonym miejscu na płytce testowej). Zastosowanie takiego wyświetlacza zostało podyktowane szczególnie łatwą jego obsługą z poziomu MCS BASIC. Wyświetlacz alfanumeryczny LCD może służyć nie tylko jako element wykonawczy zaprojektowanego systemu, ale także jako dodatkowy monitor ułatwiający testowanie tworzonego oprogramowania. Na naszej płytce możemy umieścić także wyświetlacz alfanumeryczny LCD z podświetlaniem, włączanym za pomocą jumpersa JP1. Wyświetlacze LCD posiadają



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce wyświetlaczy.

wszelkie możliwe zalety i jedną ogromną wadę: są mało czytelne i trudne do obserwowania z dużej odległości. Jednak w układach prototypowych wada ta ma pomijalne znaczenie, a w przypadku układów użytkowych mamy na nią znakomite lekarstwo: zastosowanie wyświetlacza alfanumerycznego LED - AVT324.

4. *Cztery wyświetlacze siedmiosegmentowe LED* przeznaczone do prezentacji danych liczbowych. W testowanym układzie możemy wykorzystywać jeden, dwa, trzy lub cztery wyświetlacze pracujące w trybie multipleksowania. Do sterowania wykorzystujemy bądź driver ULN2003 (IC2), bądź dekodery BCD na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego typu 4543 (IC3). Zastosowanie dekodera wiąże się wprawdzie z nieuniknioną komplikacją układu, ale pozwala „zaoszczędzić” trzy nóżki procesora, co w przypadku korzystania z procesorów o 15 aktywnych wyprowadzeniach ma duże znaczenie. Wyświetlacze zasilane są od strony plusa zasilania za pośrednictwem tranzystorów PNP T1..T4.

5. *Konwerter I²C* - ośmiobitowa szyna danych zrealizowana na popularnym układzie typu PCF8574A. Układ ten może pracować zarówno jako szyna wyjściowa, jak i wejściowa, a także w trybie mieszanym. Posiada możliwość zgłaszania przerwania, a za pomocą jumperów JP2..JP3 możemy dla niego ustawić jeden z ośmiu adresów szyny I²C.

6. *Port wyjściowy dużej mocy* zbudowany z wykorzystaniem układu typu ULN2803 - IC6. Układ wyjściowy dużej mocy

umożliwia naszemu systemowi sterowanie urządzeniami pobierającymi znaczne moce (żarówki, przekaźniki, silniki DC i krokowe). Jest to bardzo istotny element systemu, umożliwiający nawet jego praktyczne zastosowanie jako sterownika.

7. *Zegar czasu rzeczywistego*, zrealizowany na popularnym układzie PCF8583, umożliwiający testowanie układów zegarów, budzików, tajmerów i innych urządzeń, którym do „życia” niezbędna jest precyzyjna informacja o aktualnym czasie. Na szczęście układ PCF8583 nie zawiera w sobie żadnych „milenijnych pluskiew”, ponieważ dysponuje jedynie czteroletnim kalendarzem!

8. *Mała pamięć EEPROM* - IC5 o pojemności 256 bajtów, pracująca z szyną danych I²C. Jest to szczególnie cenne uzupełnienie systemu, ponieważ procesory rodziny 89CX051 nie posiadają wbudowanej nieulotnej pamięci danych. Oczywiście, bez jakichkolwiek przeróbek możemy zastosować pamięci szeregowo o większej pojemności, kompatybilne z pamięcią AT24C04. Podobnie jak w przypadku interfejsu równoległego, za pomocą jumperów (JP6..JP8) możemy ustawić jeden z ośmiu adresów dostępu do pamięci.

9. *Ośiem sygnalizacyjnych diod LED D1..D8*, sterowanych za pośrednictwem tranzystorów T5..T12. Ze względu na oszczędność miejsca, na schemacie pokazane zostały jedynie tranzystory T5 i T12.

10. Jednym z najważniejszych elementów systemu jest *złącze umożliwiające dołączenie do płytki zewnętrznych urządzeń* sterowanych magistralą I²C. W Elektronice Praktycznej opublikowaliśmy już wiele opisów modułów układów peryferyjnych obsługiwanych za pomocą protokołu I²C, a inne (w tym klawiatura hexadecymalna i konwerter klawiatura PC - I²C) znajdują się obecnie w stadium testowania.

11. *Układ wejściowo-wyjściowy transmisji danych za pomocą interfejsu 1-Wire*. Element ten pozwala procesorowi na komunikowanie się ze słynnymi układami firmy Dallas, a tym samym na konstruowanie próbnych układów

immobilizerów, wieloczuJNIKOWYCH termometrów i innych „cudeniek” wymyślonych przez firmę Dallas.

12. *Odbiornik transmisji danych w podczerwieni*, ze szczególnym uwzględnieniem kodu RC5 - IC15. Umieszczenie tego układu na naszej płytce zostało podyktowane tym, że w programie BASCOM możemy ze szczególną łatwością obsługiwać transmisję RC5: za pomocą jednego polecenia programowego. Odbiornik kodu RC5 umożliwi konstruktorom zajmującym się zdalnym sterowaniem testowanie wykonanych układów.

13. Nie byłbym sobą, gdybym nie umieścił na płytce *złącza, za pomocą którego możemy dołączyć do projektowanego układu typowy serwomechanizm modelarski (CON14)*! Sterowanie serwami za pomocą mikroprocesora jest szczególnie łatwe, tym bardziej, że pan Mark Alberts z firmy MCS Electronics obiecał dołączyć do kolejnej wersji BASCOM-a pakiet poleceń przeznaczonych specjalnie do obsługi serwomechanizmów.

14. Do dyspozycji konstruktorów oddane zostały także *dwa tranzystory ogólnego przeznaczenia: T13 i T14*. Tranzystory te możemy wykorzystywać jako inwertery lub użyć do sterowania dodatkowymi układami.

15. Ważną rolę w układzie pełni *przycisk RESET* wraz z przełącznikiem JP9. Łatwo zauważyć, że na przykład procesory 89C2051 i 90S1200 posiadają identyczny rozkład wyprowadzeń pełniących identyczne funkcje i różni je tylko jeden, niezwykle istotny szczegół: sposób zerowania. Procesory MCS zerowane są wysokim poziomem logicznym, a AVR-y - niskim. Zastosowanie przełącznika JP9 pozwoliło na osiągnięcie pełnej uniwersalności płytki i stosowanie jej do testowania układów z obydwoma typami procesorów.

16. *Dwa dodatkowe przyciski chwilowe ogólnego przeznaczenia (S2 i S3)*, łączące wybrany punkt testowanego układu z masą zasilania.

17. *Dwa rezystory (R27 i R28) ogólnego przeznaczenia*.

18. *6 złącz oznaczonych jako AUX*, umożliwiających dołączanie do systemu dowolnych układów

zewewnętrznych, takich jak przyciski, przełączniki i inne.

19. *Złącze programatora ISP* (opracowanego przez firmę MCS Electronics, publikacja w jednym z najbliższych numerów EP).

20. *Dwie podstawki pod dowolne układy cyfrowe* 14-pinowe, z zasilaniem doprowadzonym do 14. i 7. nóżki.

21. *Dwie podstawki pod dowolne układy cyfrowe* 16-pinowe, z zasilaniem doprowadzonym do 16. i 8. nóżki.

Układ płytki testowej zasilany jest napięciem +5VDC, stabilizowanym za pomocą popularnego stabilizatora IC10 - 7805. Do złącza *POWER SUPPLY* należy doprowadzić napięcie stałe o wartości ok. 12VDC. Warto zwrócić uwagę, że napięcie doprowadzone zostanie także do złącza *POWER OUTPUTS* i do wejścia UCC drivera mocy IC6, zabezpieczając zawarte w jego strukturze tranzystory przed uszkodzeniem na skutek występujących w układach peryferyjnych przepięć (np. podczas sterowania silników krokowych lub przekaźników).

Otwarte pozostaje pytanie, jak to wszystko łączyć ze sobą? Metoda jest bardzo prosta: do konstruowania układu elektronicznego wykorzystamy zamiast ścieżek wytrawionych na laminacie połączenia przewodowe. Nie będziemy jednak musieli ich lutować, ponieważ przygotowujemy sobie odpowiednią liczbę przewodów wyposażonych w miniaturowe wtyki pasujące do gniazdek umieszczonych przy wyprowadzeniach każdego z elementów systemu. W dalszej części artykułu omówimy szczegółowo sposób wykonania przewodów i gniazd połączeniowych.

Montaż i uruchomienie

Na **rys. 2** pokazano rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego wykonanego na laminacie jednostronnym, a na **rys. 3** - na dwustronnym.

Zastosowanie tak dziwacznej technologii podyktowane zostało



Rys. 4. Sposób zabezpieczania wtyków za pomocą izolacji termokurczliwej.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 4,7kΩ
 RP1: R-PACK7 200Ω lub 7 rezystorów 200Ω
 R1..R4, R7..R14, R24, R26: 3,3kΩ
 R5: 220Ω
 R6: 4,7kΩ
 R15..R23, R25: 1kΩ

Kondensatory

C1..C3: 33pF
 C4..C7: 47μF/16
 C8, C14: 100μF/16
 C9, C11, C12, C13: 100nF
 C10: 220μF/16

Półprzewodniki

DP1: wyświetlacz alfanumeryczny LCD 16x1
 DP2..DP5: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED, wspólna anoda
 D1..D8: dioda LED φ3mm, czerwona
 IC1: PCF8574A
 IC2: ULN2003B
 IC3: 4543
 IC4: PCF8583
 IC5: AT24C04 lub odpowiednik
 IC6: ULN2803
 IC7: procesor AT89C2051
 IC8: MAX232
 IC10: 7805
 IC15: TFMS5360
 T1..T4: BC557
 T5..T14: BC548

Różne

CON1, CON2, CON6, CON7: ARK3 (3,5mm) 6 szt.
 CON3..CON5, CON8, CON9, POWER SUPPLY: ARK2 (3,5mm) 7 szt.

CON10: CONNECTOR DB9 M, lutowany w płytce
 Q1: rezonator kwarcowy 32768Hz
 Q2: rezonator kwarcowy 11059MHz
 JP1..JP8, JP10..JP13: 2* goldpin + jumper
 JP9: 3*goldpin + jumper
 S1..S3: przycisk typu microswitch
 Goldpin 16 pin
 Złącze szufladkowe 16 pin
 Obudowa typu Z-26
 Złącze DB25M: przeznaczone do demontażu: 5 szt.
 Złącze DB25F: przeznaczone do demontażu: 3 szt.
 Koszulka termokurczliwa φ2mm
 Przewód montażowy (linka) o długości ok. 3mb
 2 dodatkowe podstawki DIL16
 2 dodatkowe podstawki DIL14
 2 dodatkowe podstawki DIL20
 3 dyskietki z programami BASCOM LT Demo i BASCOM AVR Demo
 Podstawka prec. DIL20 (IC7)

Uwaga! W skład kitu wchodzi 3 dyskietki z programami BASCOM LT Demo i BASCOM AVR Demo. Są to w pełni funkcjonalne wersje pakietów BASCOM 8051 i BASCOM AVR, a jedynym ich ograniczeniem jest maksymalna długość kodu wynikowego wynosząca 1kB (1024B). Programów tych można używać bez jakiegokolwiek ograniczeń, a także bezpłatnie udostępniać innym osobom.

wyłącznie względami ekonomicznymi i estetycznymi. Połączenie pomocniczej płytki z wyświetlaczami siedmiosegmentowymi oraz układami IC2 i IC3 z płytą główną układu okazało się zbyt skomplikowane, aby można było wykonać je na laminacie jednostronnym, bez konieczności stosowania ogromnej liczby zworek. Najprostszym rozwiązaniem byłoby więc zaprojektowanie całej płytki na laminacie dwustronnym. Tu jednak doszły do głosu względy natury ekonomicznej: taka płytka byłaby dużo droższa i sądzę, że wielu mniej zamożnych Kolegów zrezygnowałoby z wykonania układu. Dlatego też wybrałem dość niekonwencjonalne, ale skuteczne rozwiązanie: płytka zawierająca najbardziej skomplikowany fragment układu została zaprojekto-

wana oddzielnie na laminacie dwustronnym i podczas montażu układu zostanie wlutowana w „okienko“ w płycie głównej. Od tej właśnie czynności rozpoczniemy montaż naszej płytki prototypowej.

Mniejszą płytkę dokładnie obrabiamy pilnikiem tak, aby mieściła się „na wcisk“ w okienku wyfrezowanym w większej płytce. Na krawędziach mniejszej płytki oraz na obrzeżach otworu w płytce bazowej zostały umieszczone duże, prostokątne punkty lutownicze, które po złożeniu obydwu płytek „zalewamy“ cyną, tworząc w ten sposób pewne połączenie mechaniczne i elektryczne pomiędzy obydwoma płytkami.

Dalszy montaż przeprowadzamy już typowo, rozpoczynając od

wlutowania w płytke rezystorów, a kończąc na elementach o największych gabarytach. Pod układy scalone obligatoryjnie należy zastosować podstawki, a podstawa pod IC7 lub wtyk emulacyjny musi być najwyższej jakości, najlepiej tzw. precyzyjna. Osobiście polecam tu sprawdzone i bardzo wygodne rozwiązania: zastosowanie dwóch lub trzech podstawek połączonych ze sobą! Odsunięcie podstawki procesora od płytki znacznie ułatwia wymianę w niej układów oraz operowanie wtykiem emulacyjnym. Oczywiście, tylko „najwyższa“ podstawa musi być typu precyzyjnego. Rozwiązaniem optymalnym byłoby zastosowanie podstawki typu ZIF, wiąże się to jednak ze znacznym zwiększeniem kosztów wykonania układu.

Wyświetlacz alfanumeryczny LCD montujemy następująco: najpierw lutujemy do płytki pojedynczy, szesnastopinowy rząd goldpinów, a do wyświetlacza

złącze szufladkowe. Następnie łączymy ze sobą obydwie te elementy i wyświetlacz dodatkowo mocujemy do płytki za pomocą czterech śrubek M3 i tulejek dystansowych odpowiedniej długości.

Ostatnią nieco nużącą czynnością będzie wykonanie przewodów montażowych, za pomocą których będziemy łączyć ze sobą poszczególne elementy systemu. W tym celu musimy dokonać wyjątkowo brutalnego zabiegu: doszczętnie zniszczyć trzy złącza DB25-F i pięć DB25-M, rozbierając je na części i wyjmując z nich 25 miniaturowych złącz ze złoczonymi stykami, wręcz idealnie nadających się do zastosowania w naszym układzie. Złącza typu M lutujemy w płytke w miejscach oznaczonych na stronie opisowej kółkami. Następnie tniemy dostarczony w kicie przewód montażowy na odcinki o różnej długości (od 3 do ok. 10cm) i do ich końców lutujemy złącza typu

F (z dziurką). Jednak tak wykonane wtyki byłyby bardzo delikatne i podatne na uszkodzenia, dlatego zabezpieczamy je za pomocą odcinków izolacji termokurczliwej o długości ok. 2cm (patrz **rys. 4**).

Do naszego urządzenia zostały przygotowane dwa dodatki: nakładka na płytę główną, na której są umieszczone oznaczenia wprowadzenia procesorów AVR, i konwerter umożliwiający testowanie układów z procesorami w obudowach 8-pinowych.

Płytką prototypową została bardzo dokładnie zwymiarowana pod obudowę typu Z26, na powierzchni której mocujemy ją za pomocą czterech śrubek M3.

Zbigniew Raabe, AVT
zbigniew.raabe@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP03/2000 w katalogu PCB.