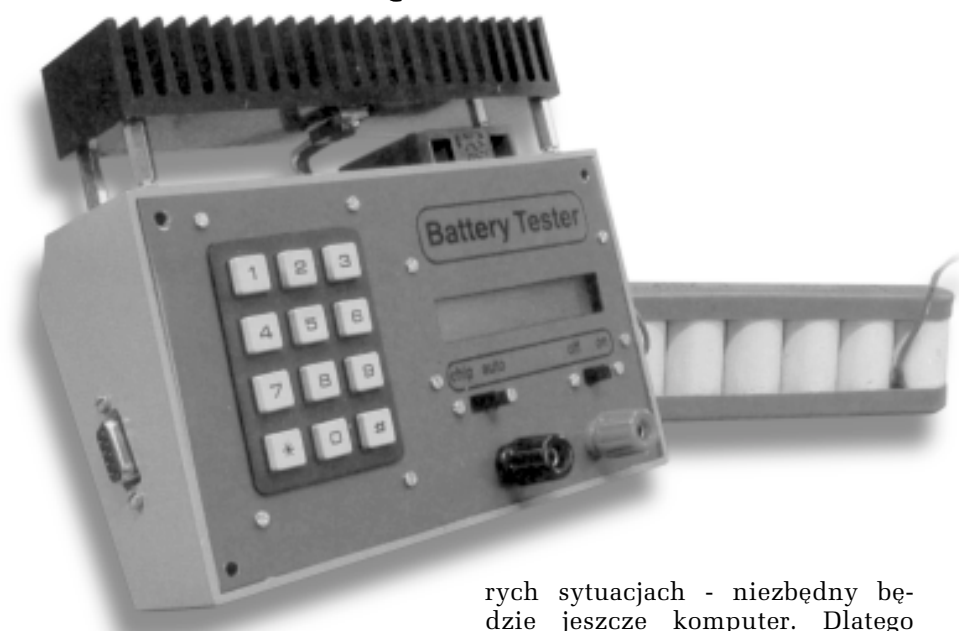


# Rozładowarka i miernik pojemności akumulatorów

## Część 1 - moduł sterujący



*Przyrząd prezentowany w artykule służy do mierzenia pojemności, zarówno pojedynczych ogniw jak i baterii akumulatorowych o napięciu (bez obciążenia) do 35V. Wymagane jest jedynie, aby napięcie pojedynczego ogniwa mieściło się w granicach od 0,5V do 2,5V. Podczas rozładowywania napięcie jest mierzone i zapisywane w pamięci w minutowych odstępach. Pozwala to na wykreślenie krzywej rozładowania natychmiast po zakończeniu procedury.*



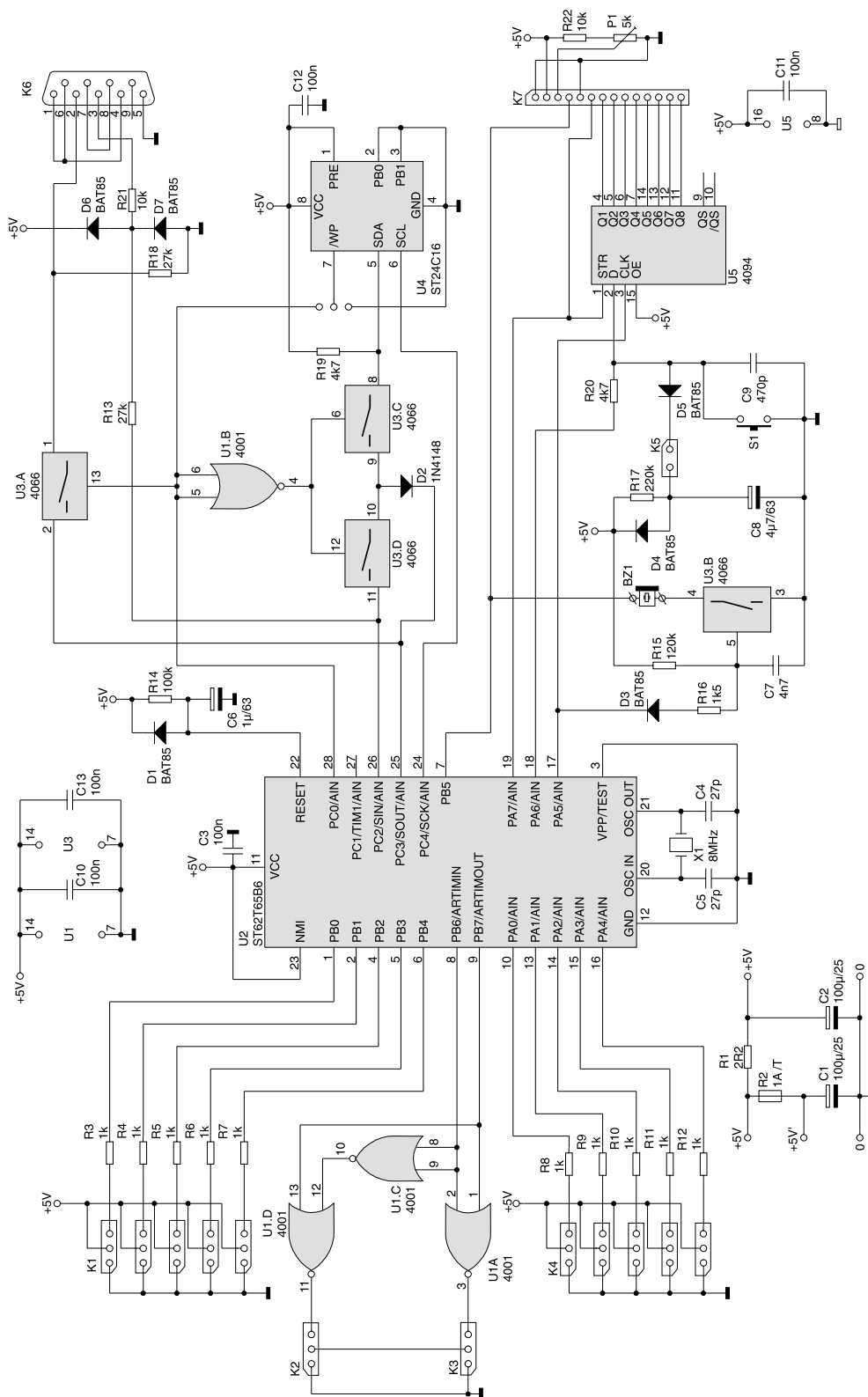
Jak widać na fotografii, miernik pojemności cechuje prostota konstrukcji. Jest on wyposażony w 12-przyciskową klawiaturę do wprowadzania danych, a wszystkie informacje są wyświetlane na 16-znakowym wyświetlaczu ciekłokrystalicznym. Baterię dołącza się do dwóch zacisków wyprowadzonych na zewnątrz - czerwonego i czarnego. Na płycie czołowej są wmontowane także dwa przełączniki suwakowe, z których jeden służy do włączania i wyłączania, funkcja drugiego będzie opisana dalej. Z tyłu obudowy umieszczono duży radiator z tranzystorem rozładowującym oraz osiem sporych otworów, przez które w trakcie rozładowywania (z umieszczonego w obudowie wentylatora) w kierunku radiatora jest wydmuchiwane powietrze chłodzące. Umożliwiło to niemal dwukrotne zwiększenie mocy rozładowywania.

Rozładowarka jest całkowicie autonomicznym przyrządem, ale jak zostanie dalej wyjaśnione, do jej prawidłowej pracy - w niektó-

rych sytuacjach - niezbędny będzie jeszcze komputer. Dlatego z lewej strony obudowy znajduje się 9-stykowe złącze do łączenia z portem szeregowym PC. Z Działu Obsługi Klienta Elector Electronics (<http://www.elektor-electronics.co.uk>) można otrzymać dyskietkę z odpowiednim oprogramowaniem.

### Opis działania

Po włączeniu przyrządu na wyświetlaczu pokazuje się napis „NiCad Discharger“ (Rozładowarka NiCd). Naciśnięcie klawisza „\*“ wywołuje wyświetlenie pierwszej opcji menu, drugie jego naciśnięcie wyświetlenie drugiej opcji itd. W sumie jest 6 opcji menu. Klawisz „#“ służy do potwierdzania poleceń, czyli jest odpowiednikiem komputerowego klawisza „Enter“. Jego naciśnięcie po wybraniu właściwej opcji menu aktywizuje tę opcję. Dane wprowadzone z menu ukazują się na wyświetlaczu, gdy klawisz „#“ pozostaje wciśnięty. Po jego zwolnieniu na wyświetlaczu pojawiają znaki zapytania i można za pomocą klawiszy cyfrowych wprowadzić nowe dane. Trzeba je następ-



Rys. 1. Podstawowym elementem modułu sterującego jest mikrosterownik typu ST62T65.

nie potwierdzić naciśnięciem klawisza „#“.

W trakcie posługiwania się klawiaturą w tle działa licznik czasu. Po kilku sekundach od wprowadzenia błędnych danych lub po przerwie w ich wprowadzaniu na

wyświetlaczu ponownie pojawia się napis „NiCad Discharger“.

### Menu

Istnieje sześć opcji menu. Zostaną one krótko omówione. Poznamy równocześnie wszystkie

możliwości (i „niemożliwości“) rozładowarki. Pozycje ustalania w menu służą do wprowadzania danych, a pozostałe do przełączania.

*Set loadcurrent?* (ustalić prąd rozładowania?) - Przyciśnięcie i przytrzymanie klawisza „#“ powoduje wyświetlenie aktualnie ustalonego prądu rozładowania. Po zwolnieniu klawisza pojawia się pytanie „Current: ???? mA“, po czym można wprowadzić nowe natężenie prądu rozładowania. Jeżeli nie chce się go zmieniać, należy albo odczekać chwilę, albo nacisnąć klawisz „#“ (w celu potwierdzenia), a na wyświetlaczu pojawi się komunikat „! not accepted!“ (! nie zaakceptowane!), po czym nastąpi niemal natychmiastowy powrót do menu opcji. Najmniejsza wartość natężenia prądu wynosi 1000mA, największa 2500mA, a najmniejszy przyrost wartości prądu 10mA. Wartości do 5mA są zaokrąglane w dół, a powyżej 5mA w górę.

*Set nr of cells?* (Ustalić liczbę ogniw?). - Wprowadza się liczbę ogniw baterii (maksimum 20).

*Set volts/cell?* - (Ustalić napięcie ogniwa?). Opcja ta służy do ustalenia napięcia, przy którym ogniwo należy uznać za rozładowane. Wartość ta musi mieścić się w granicach od 0,5V do 2,5V. Dla ogniw NiCd lub NiMH, rozładowywanych prądem 0,5A, właściwym napięciem końca rozładowywania jest 1,1V. Przy większych wartościach prądu za napięcie to można przyjąć 1V, a nawet 0,9V, uwzględniając spadek napięcia na rezystancji wewnętrznej ogniwa. Zaciski ogniw ze sprężynowymi stykami mogą mieć spore rezystancje styków. Duży zakres napięć pozwala rozładowywać także kwasowe akumulatory ołowiowe.

*Start discharge?* - (Rozpocząć rozładowywanie?). Po potwierdzeniu

niu klawiszem „#“ napięcie baterii jest porównywane z iloczynem liczby ogniów przez napięcie ogniwa. Jeżeli jest większe, rozpoczyna się proces rozładowywania. Najpierw zawartość pamięci próbkowania jest kasowana, („Clearing memory!“, kasowanie pamięci), a następnie prąd jest zwiększany do wybranego natężenia („Setting current!“ - ustalanie prądu). Wtedy zostaje włączony wentylator chłodzący, a czas kasowany do zera. W trakcie rozładowywania na wyświetlaczu pojawiają się na przemian czas, który upłynął i wartości rozładowanej pojemności. W tym czasie menu opcji pozostaje aktywne, jednak bez możliwości zmiany wyświetlanych wartości. Proces ten jest kontynuowany aż do osiągnięcia ustalonego napięcia, albo zatrzymania rozładowywania:

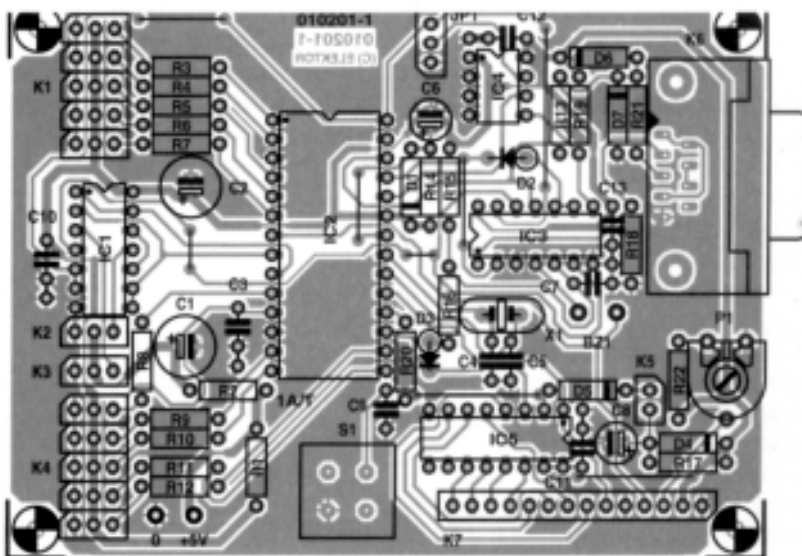
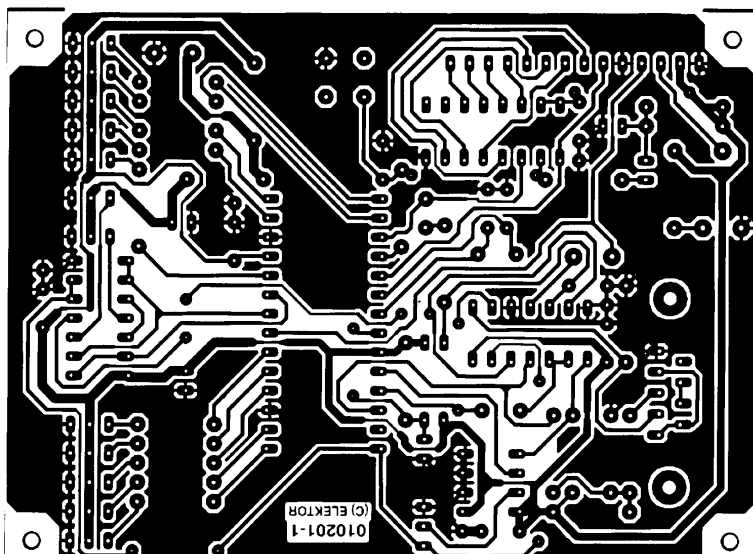
*Stop discharge?* - (Zatrzymać rozładowywanie?). Polecenie to umożliwia właśnie wcześniejsze zatrzymanie procesu rozładowywania.

*See last result?* - (Wyświetlić ostatni wynik?). Po zakończeniu rozładowywania rozlega się sygnał dźwiękowy i na przemian są wyświetlane czas jego trwania i zmierzona pojemność. Informacje te znikają z naciśnięciem dowolnego klawisza. Opcja ta pozwala ponownie wyświetlić wyniki pomiaru.

## Moduł sterujący

Działaniem rozładowarki zarządza niewielki moduł sterujący, którego schemat pokazano na **rys. 1**. Jego „rdzeniem“ jest zaprogramowany mikrokontroler. W układzie tym nie mieści się program do sterowania rozładowarką, zawiera on natomiast interpreter, odczytujący i wykonujący programy. Programy te są zapisywane w EEPROM i mogą być ładowane bezpośrednio z PC. Programy rozładowarki są napisane w języku *Chip* i skonsolidowane za pomocą assemblera *Chip*.

Najważniejszym elementem urządzenia jest mikrokontroler ST62T65 firmy ST-Microelectronics (IC2). Mikrosterownik ten zawiera szereg dodatkowych składników, jak timer standardowy, timer samoprzeładowujący się, przetwornik analogowo-cyfrowy



Rys. 2. Mozaika ścieżek płytki drukowanej modułu sterującego oraz rozmieszczenie na niej elementów.

i interfejs szeregowy SPI. Timer standardowy jest używany jako zegar odmierzający czas w sekundach, minutach, godzinach, dniach tygodnia i tygodniach roku. Przez ten zegar są kontrolowane poszczególne timery programowe. Samoprzeładowujący się czasomierz może być między innymi używany do niezależnego sterowania dwoma serwomechanizmami, ale także przeprogramowany do generacji napięcia. Zegar reguluje się dokładnie za pomocą bajtu programowego, co może być dokonywane przez użytkownika. Wartość tę ładuje się do czasomierza co minutę.

Pięć wyjść cyfrowych (Out0...Out4), za pośrednictwem chroniących mikrosterownik rezystorów szeregowych, zostało wyprowadzonych na złącze K1. Wyj-

ścia te mogą być ustawiane lub kasowane, a stan każdego z wyjść może być odczytywany ponownie. Wyjścia serwo K2 i K3 mogą być użyte do zwyczajnych serwomechanizmów, albo można z nich otrzymać napięcie. Blok doprowadzeń K4 służy pięciu wejściom (Input0...Input4), które mogą być odczytywane zarówno w trybie analogowym jak i cyfrowym.

Złącze sub-D K6 jest przeznaczone do komunikacji z PC. Sygnał wejściowy jest obcinany przez R21, D6 i D7, a za pośrednictwem R13 jest doprowadzany do wejścia SPI (SIN) mikrosterownika. Szeregowy sygnał wyjściowy (SOUT) dociera do wyjściowego styku złącza za pośrednictwem analogowego wyłącznika IC3A. Gdy wyłącznik ten jest rozwarty, wyjście jest sprowadzane do poziomu nis-

kiego przez R18. Poziomy sygnałów nie są zgodne z normą RS232, ale pomimo to układ działa niezawodnie, o ile kabel łączący nie jest zbyt długi. W czasie trwania połączenia na PC0 występuje poziom wysoki IC3A zwarty, a IC3C i IC3D rozwarte. Gdy PC0 przyjmuje poziom niski, EEPROM (IC4) łączy się z SPI, a zapis zostaje dozwolony za pośrednictwem WC. Procedury programowe mogą teraz, za pomocą protokołu I<sup>2</sup>C, dotrzeć do EEPROM z operacjami odczytu i zapisu. SPI transmituje dane z częstotliwością 308kHz.

Jednowierszowy, 16-znakowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny, jest połączony z modułem za pośrednictwem złącza K7. Do sterowania magistralą danych wyświetlacza jest używany przetwornik szeregowo-równoległy (IC5), dzięki któremu do tego zadania wystarczają trzy sygnały mikrosterownika: z PA5 (sygnał zegarowy, z PA6 (dane) i z PA7 (sygnał strobojący). Dla IC5 sygnał strobojący jest dodatni, więc sygnał z PA7 może być używany także jako (ujemny) sygnał strobojący do taktowania przepływu danych do wyświetlacza. PA6 jest wejściem i do niego jest przyłączony przycisk S1. Stan tego przycisku jest testowany co sekundę przez system operacyjny i jeżeli został on naciśnięty, działający program Chip zostaje zakończony, a sterowanie jest przekazywane do procesora rozkazów. S1 nie jest więc przyciskiem kasowania, tylko dzia-

ła jako przycisk przerwania - zegar czasu rzeczywistego działa nadal. Połączenie Reg/Sel wyświetlacza służy do wybierania między trybem znakowym a trybem poleceń. Terminal ten jest sterowany sygnałem z wyjścia PB5, które służy również do sterowania brzęczykiem BZ1. Przy pierwszym opadającym zboczu sygnału zegarowego - wpisującym dane do rejestru przesuwanego wyświetlacza - rozwierany jest wyłącznik analogowy IC3B i brzęczyk jest odłączony (D3, R15, C7). Po zakończeniu przesyłania danych C7 ładuje się przez R15 i IC3 zostaje zwarty. Kontrast wyświetlacza reguluje się potencjometrem P1.

Zerowanie mikrokontrolera po włączeniu zasilania zapewnia obwód D1, R14 i C6. Auto-start interpretera Chip można zapewnić zworką w K5. W czasie włączania modułu Chip przez C8 i D5 jest na moment zwierany przycisk S1. Kondensator C8 ładuje się przez R17 i przycisk zostaje zwolniony. Gdy w K5 nie ma zworki, ten sam efekt można uzyskać naciskając S1 w czasie włączania.

Na schemacie w nazwie mikrosterownika jest litera B. Można jednak użyć nowszej wersji mikrosterownika ST62T65C. Jeśli zostanie w nim dozwolona opcja LVD (detekcja niskiego napięcia) to elementy D1, R14 i C6 mogą być pominięte. Należy więc wcześniej sprawdzić wersję zastosowanego mikrosterownika.

## Montaż

Na rys. 2 pokazano schemat montażowy jednostronnej płytki drukowanej modułu sterowania. Płytkę ta może być dostarczona wraz z płytką modułu rozładowarki, który będzie opisany w następnej części artykułu.

Montaż takiego modułu rozpoczynamy od wlutowania ośmiu zworek ze srebrzanki, nie zapominając o zworze pod podstawką IC2. Następnie powinno się wlutować elementy niskoprofilowe, a na koniec wyższe, jak kondensatory elektrolityczne C1 i C2. Układy scalone wstawia się do podstawek dopiero po skończeniu lutowania i starannym sprawdzeniu całej płytki.

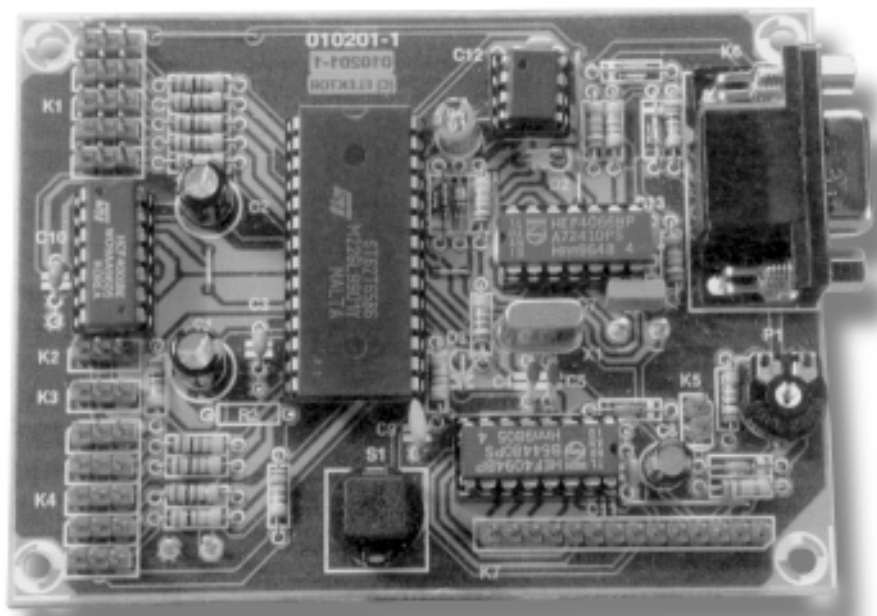
Użycie jako pamięci EEPROM układu innego niż sugerujemy (ST24C16) wiąże się ze zmianami związanymi z jego wyprowadzeniem 7. W innych pamięciach EEPROM funkcja wyprowadzenia WC może być inna, co mogłoby zablokować operację zapisu. W takim przypadku końcówkę 7 należy zworką JP1 połączyć z masą.

Połączenie z wyświetlaczem można wykonać albo przewodem taśmowym, albo luźnymi giętkimi przewodami o długości 15cm. Połączenia dokonuje się poprzez 14-stykowe złącze K7. Do zasilania płytki (4,5 do 6V) przy uruchamianiu wystarczy płaska bateria 4,5V (3LR12).

## System operacyjny

Moduł sterujący komunikuje się z PCtem, na którym jest program terminalowy, za pośrednictwem interfejsu szeregowego. Parametry interfejsu ustala się na 19200, 7, n, 2. Oprogramowanie zawiera program terminalowy CHIPTERM.EXE (i jego wersję do Windows „VBTERM“), za pomocą którego można ładować programy do EEPROM. Opis działania jest zawarty w README.EXE.

Przy wprowadzaniu można używać jedynie małych liter. Po wpisaniu polecenia i potrzebnych parametrów, wiersz kończy się naciśnięciem klawisza „Enter“, po czym procesor przechodzi do działania. Błędy można korygować klawiszem „Backspace“, a cały wiersz kasować klawiszem „Escape“ (Esc).



## WYKAZ ELEMENTÓW

### Płytką sterowania

#### Rezystory

R1: 2,2Ω  
 R2: bezpiecznik IAT (zwłoczny)  
 Picofuse (np. Farnell 446-944)  
 R3...R12: 1kΩ  
 R13, R18: 27kΩ  
 R14: 100kΩ\*  
 R15: 120kΩ  
 R16: 1,5kΩ  
 R17: 220kΩ  
 R19, R20: 4,7kΩ  
 R21, R22: 10kΩ  
 P1: 5kΩ, potencjometr nastawczy

#### Kondensatory

C1, C2: 100μF/25V, stojący  
 C3, C10...C13: 100nF, ceramiczny  
 C4, C5: 27pF  
 C6: 1μF63V, stojący\*  
 C7: 4,7nF, odstęp 5mm  
 C8: 4,7μF/63V, stojący  
 C9: 470pF

#### Półprzewodniki

D1\*, D3...D7: BAT85  
 D2: 1N4148  
 IC1: 4001  
 IC2: ST62T65, zaprogramowany,  
 kod 010201-41  
 IC3: 4066  
 IC4: ST24C16  
 IC5: 4094

#### Różne

K1-K4: złącze sztyftowe 12 x 3  
 K5: złącze 2-sztyftowe  
 K6: złącze D-9 żeńskie, kątowe,  
 do druku  
 K7: 14-sztyftowe złącze SIL  
 JP1: złącze 3-sztyftowe ze zworką  
 S1: przycisk typu D6 (ITT/Schadow)  
 X1: rezonator kwarcowy 8MHz  
 Bz1: brzęczyk prądu zmiennego  
 LCD: wyświetlacz ciekłokrystaliczny  
 z matrycą punktową 1 x 16  
 znaków, 80 x 36 x 10 (np. Farnell #  
 142-542) oraz 14-stykowe złącze  
 żeńskie SIL  
 płytką drukowaną, kod 010201-1  
 (dostarczana wraz z płytką  
 rozładowarki 010201-2  
 \*) nie montować przy ST63T65 typu C

Wszystkich poleceń jest siedem. Zostaną one omówione krótko, ponieważ są oczywiste. Po włączeniu modułu, gdy program został uruchomiony, naciśnięcie klawisza „Enter” wywołuje na wyświetlaczu napis „command?“, a w następnym wierszu symbol zachęty „?”. Wprowadzenie znaku „?” (zakończone przez Enter)

wywołuje ukazanie się na ekranie zestawu wszystkich poleceń (rys. 3):

*prog [adres]:* polecenie to umożliwia odczytywanie i zapisywanie danych do EEPROM. Wyświetlane są numery tylko parzystego adresu, po którym następują bajty zapisane pod tym i kolejnym adresem. Każda instrukcja Chipa składa się z dwóch bajtów. Najniższym adresem jest 000h, a najwyższym 7FFh. Adresy można podwyższać lub obniżać za pomocą klawiszy + i -. Po wprowadzeniu dwóch bajtów zostają one zapisane, a adres zwiększony. Do powrotu do procesora poleceń służy klawisz „Escape“.

*chip:* polecenie to uruchamia program zapisany w języku Chip pod adresem 000h. Procesor poleceń zaprzestaje wtedy działania. Program Chip może także być uruchomiony przez naciśnięcie S1 w czasie włączania modułu, albo gdy w K5 jest wstawiona zworka. Działanie programu można przerwać naciśnięciem przycisku S1. Instrukcja przerwania lub błąd mogą także przerwać działanie programu.

*time:* po wprowadzeniu tego polecenia na ekranie zostanie wyświetlony 24-godzinny zegar. Naciśnięcie „Enter” wywołuje szare pole, umożliwiające korektę ustawień zegara. Dwukrotne naciśnięcie „Escape” pozostawia stan zegara bez zmian.

*page, mem i put:* polecenia te służą do zapisywania i odczytywania rejestrów w mikrokontrolerze. Najpierw jednak kilka uwag o zakresie adresów 00h...3Fh. W mikrosterowniku, oprócz normalnej pamięci RAM, znajdują się dwie strony EEPROM i dodatkowa strona RAM. Za pomocą polecenia „page” jedna z tych stron jest odwzorowywana w zakresie adresów 00h...3Fh. Na stronie 0 EEPROM, w zakresie adresów 00h...0Fh, umieszcza się komunikat początkowy, a pod adresem 10h bajt regulacyjny zegara. Najpierw za pomocą „mem 0” należy wybrać adres 00h mikrosterownika. Na ekranie pojawi się ten adres (na stronie dodatkowej RAM) wraz z odpowiednim bajtem. Za pomocą „page 0” wybiera się stronę 0 EEPROM. Pod ten adres poleceniem „put byte“



Rys. 3. Przedstawiany na ekranie zestaw poleceń.

wpisuje się „byte”. Klawiszem „+” zwiększa się wartość adresu (a klawiszem „-” zmniejsza). Można teraz wpisać komunikat początkowy do EEPROM-u mikrosterownika:

2a, 20, 48, 69, 2c, 20, 49, 27,  
 6d, 20, 43, 68, 69, 70, 20, 2a.

Po wprowadzeniu do EEPROM-u wszystkich bajtów, do procesora poleceń przechodzi się naciśnięciem klawisza „Esc”. Mając listę znaków w kodzie ASCII można bez trudu rozszyfrować ten komunikat. Aby go wyświetlić na wyświetlaczu, trzeba wyłączyć moduł kontrolny wyłączając na krótko zasilanie. Pod adresem 10h tej samej strony, dokładnie w ten sam sposób, umieszcza się bajt regulacyjny zegara. Zegar prawdopodobnie będzie wskazywał właściwy czas przy wartości EAh. Zatem „mem 10”, „page 0”, „put ea”. Ze zwiększeniem tej wartości zegar będzie szedł wolniej, a ze zmniejszeniem, szybciej. Wynik będzie zauważalny dopiero po 24 albo więcej godzinach. Nie można zapominać o skasowaniu modułu, bajt ten bowiem jest odczytywany jedynie przy włączeniu zasilania, tak jak komunikat początkowy.

#### B. Stuurman, EE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z wydawcą miesięcznika „Elektor Electronics”.

Editorial items appearing on pages 45..49 are the copyright property of (C) Segment B.V., the Netherlands, 1998 which reserves all rights.