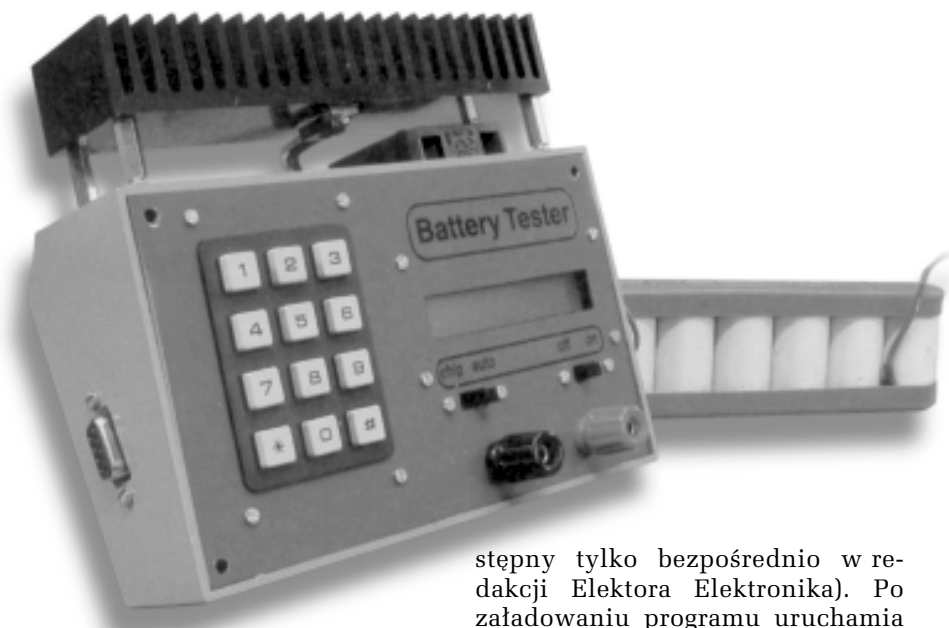


# Rozładowarka i miernik pojemności akumulatorów

## Część 2 - klawiatura, moduł rozładowarki



Opisany w pierwszej części artykułu moduł sterujący wraz z innymi modułami sprzętowymi umożliwi zbudowanie w pełni funkcjonalnej rozładowarki. Są to moduły: klawiatura do wprowadzania danych oraz płytki drukowane z obwodami właściwej rozładowarki. Mogą one być sprawdzone za pomocą odpowiednich programów diagnostycznych.



### Klawiatura

Do wprowadzania niezbędnych danych przez użytkownika jest potrzebna niewielka klawiatura. Użyto w tym celu gotowej klawiatury o 12 przyciskach, z których każdy ma po jednym indywidualnym i jednym wspólnym styku. Jej schemat jest pokazany na rys. 4. Ponad klawiszami umieszczono ich symbole, a poniżej liczby szesnastkowe, otrzymywane po ich naciśnięciu. Rezystory przypisane do przycisków należy przylutować bezpośrednio do styków od tyłu klawiatury. Klawiaturę dołącza się do pierwszego ze złączy K4 modułu sterującego za pośrednictwem trójprzewodowego kabelka o długości ok. 20cm. Wspólny rezystor dzielnika o rezystancji  $24,9k\Omega$  łączy się z zasilaniem +5V, wspólne wyprowadzenie styków dołącza do masy, a wyprowadzenie dzielnika z wejściem PA0 mikrosterownika.

Poprawne działanie klawiatury można sprawdzić za pomocą programu KEYTEST.HEX, znajdującego się na jednej z dyskietek, wchodzących w skład kitu (do-

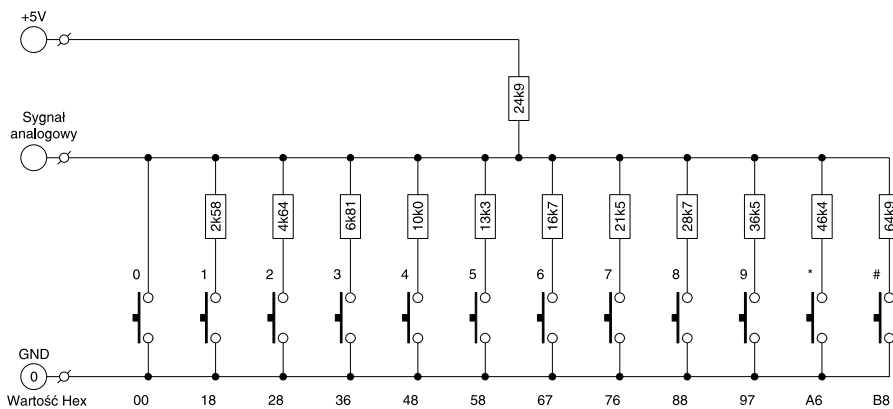
stępny tylko bezpośrednio w redakcji Elektora Elektronika). Po załadowaniu programu uruchamia się go komendą „chip“. Jeśli nie jest naciśnięty żaden klawisz, zostaje wyświetlona liczba  $FF_h$  lub  $FE_h$ . Przy naciśniętym klawiszu jest wyświetlana liczba, umieszczona pod nim (rys. 4). Wyświetlane liczby mogą różnić się nieco od podanych, ponieważ przez program wykorzystywany jest tylko górny półbajt (bardziej znaczący), a dolny powinien mieścić się między 5 i  $A_h$ .

### Rozładowarka

Rozładowarka, której schemat jest zamieszczony na rys. 5, składa się z trzech części. Część górną stanowi zasilacz z układem sterowania wentylatorem chłodzącym. Jako zasilacz sieciowy może posłużyć prosty niestabilizowany zasilacz wtyczkowy 6...12V/300mA. Użyto stabilizatora (IC1) o niskim spadku napięcia, który dostarcza +5V, nawet gdy na jego wejście podano napięcie zmienne o wartości 6V. Napięcie zmienne należy doprowadzić do K3, wentylator przyłączyć do K2, a przez K1 jest dostarczane napięcie zasilające moduł sterujący.

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.



Rys. 4. Klawiatura z dzielnikami napięcia.

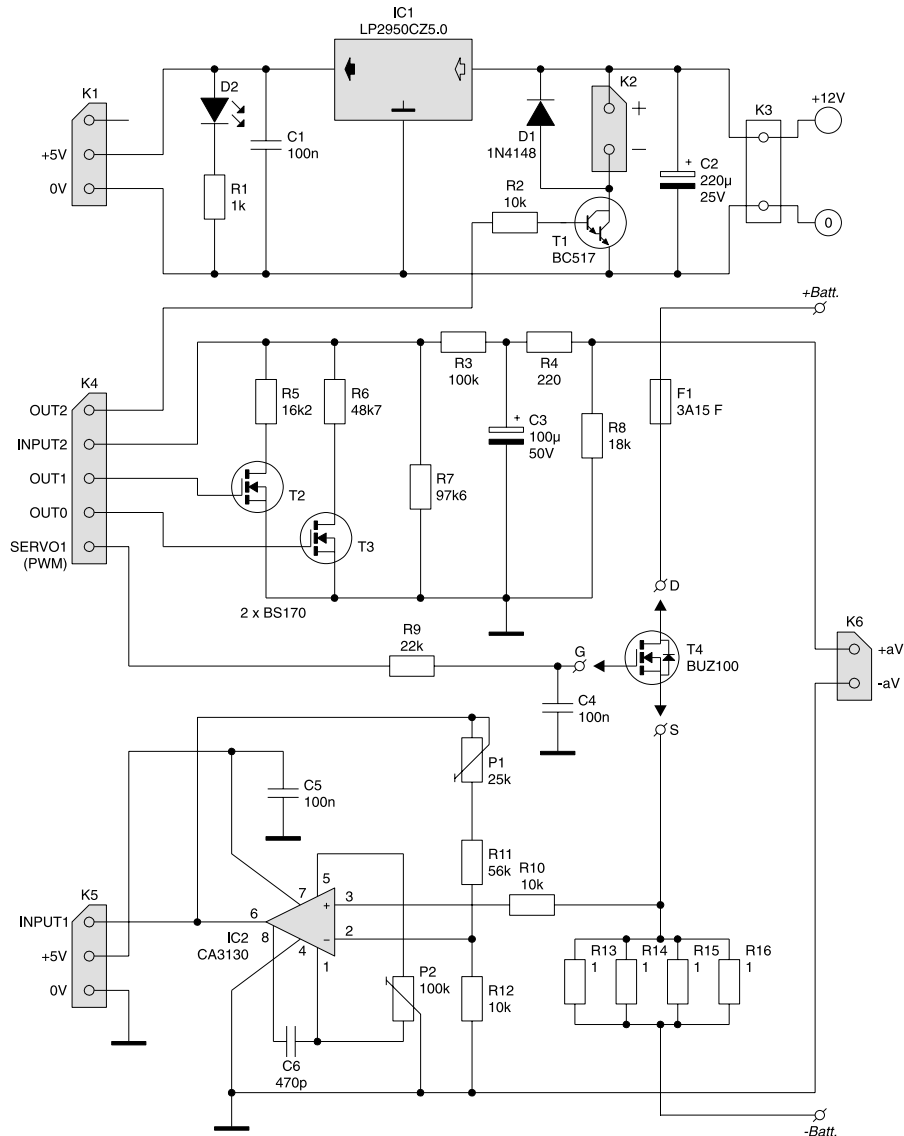
Drugą częścią rozładowarki jest wzmacniacz pomiarowy. Do złącza K6 przyłącza się krótkimi przewodami napięcie pomiarowe (+aV i -aV) bezpośrednio z końcówek baterii. Dzięki temu spadek napięcia na bezpieczniku i przewodach prądowych nie wpływają na dokładność pomiaru napięcia. Sygnał ze złącza K6 jest filtrowany przez R4, C3 i obniżany następnie przez regulowany wzmacniacz o trzech zakresach, 10V (2x), 20V (4x) i 40V (8x). Najwyższa wartość każdego z nich odpowiada liczbie FF<sub>h</sub> (255<sub>d</sub>). Wzmacniacz jest sterowany sygnałami *Out0* i *Out1*, za pomocą których jest wybierany odpowiedni rezystor dzielnika. Do sprawdzania wzmacniacza służy program DIVI-TEST.HEX.

Trzecia część rozładowarki służy do sterowania prądem rozładowania. Przez wejście *Servo1* (K4) podawane są z mikrosterownika impulsy PWM (o modulowanej szerokości), które po filtracji przez filtr R9, C4 są doprowadzane do bramki MOSFET-a mocy (T4). W obwodzie jego źródła znajdują się prądowe rezystory pomiarowe R13...R16. Spadek napięcia na tych rezystorach jest wzmacniany przez wzmacniacz operacyjny IC2 i przez styk *Input 1* (K5) jest podawany do modułu sterującego. Potencjometr P1 służy do regulacji wzmocnienia wzmacniacza (kalibracja), a P2 do kompensacji jego napięcia niezrównoważenia. Zmienny sygnał prądowy wpływa na współczynnik wypełnienia PWM.

W MOSFET-cie mocy, pomiędzy drenem a źródłem, jest włączona polaryzowana wstecznie dioda. Jeżeli przypadkowo bateria

zostałaby przyłączona odwrotnie, popłynie przez nią prąd zwarcioowy i zostanie stopiony bezpiecznik F1. W tym miejscu jest niezbędny bezpiecznik natychmiastowy.

Widok płytki drukowanej rozładowarki i rozmieszczenia na niej elementów są pokazane na rys. 6.



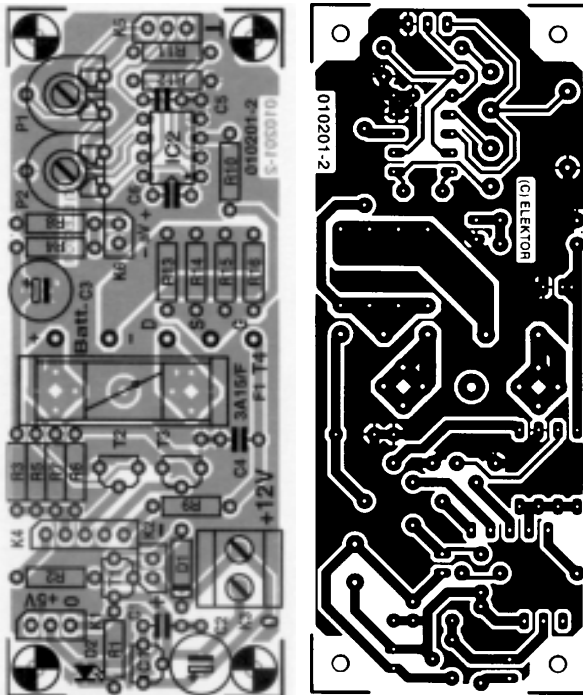
Rys. 5. Schemat elektryczny rozładowarki.

Montaż płytki jest intuicyjny. Wszystkie złącza są szpilkowe, za wyjątkiem K3, które ma zaciski śrubowe. Rezystory R13...R16 należy przylutować 4mm ponad płytką, aby ułatwić im rozpraszanie ciepła. W prototypie ścieżki prądowe, prowadzące do zacisków baterii, pokryto cyną w celu zmniejszenia ich rezystancji. Na rys. 7 przedstawiono fotografię zmontowanej płytki rozładowarki.

## Montaż

Prototyp umieszczono w skończonej obudowie Teko typu 362. Można jednak znaleźć wiele innych nadających się dla rozładowarki obudów. Na tytułowej fotografii widać jak można rozmieścić poszczególne podzespoły.

W tylnej ścianie wykonano duży otwór na wentylator chłodzący radiator, a w przedniej 8 otworów



Rys. 6. Płytki drukowane rozładowarki oraz rozmieszczenie elementów.

średnicy 14mm dla wlotu powietrza chłodzącego. Obie płytki drukowane przytwierdzono do dna obudowy za pośrednictwem tulejek dystansowych. W płycie czołowej trzeba wyciąć odpowiednie otwory na klawiaturę i wyświetlacz. Dodatkowe otwory są potrzebne dla przełączników suwakowych i zacisków prądowych baterii. Złącze RS232 wmontowano w lewą boczną ściankę obudowy.

Rozładowarka jest już niemal gotowa. Potrzebuje jednak jeszcze kilku wewnętrznych połączeń. Połączenia te pokazano na rys. 8. Przewody z zasilacza sieciowego należy przyłączyć do bloku zaciskowego K3 (uwaga na polaryzację!). Do MOSFET-a mocy trzeba teraz przylutować trzy przewody (grube do drenu i źródła), zakończone wsuwkami na szpilki przy T4 na płytce drukowanej. Tym samym grubym przewodem należy połączyć zaciski w płycie czołowej ze szpilkowymi końcówkami baterii na płytce. Wszystkie pozostałe złącza wykonuje się z pościętych listewek kontaktowych. Przewody do K6 muszą być przylutowane do podkładek lutowniczych, przykręconych pod zaciskami baterii w płycie czołowej. Do K2 przyłącza się przewody od wentylatora, a do K1 (poprzez wyłącznik) przyłącza się przewo-

dy zasilające moduł sterujący. Trójżyłowym kabelkiem łączy się K5 z wejściem PA1 modułu. Kabelkiem tym doprowadza się także +5V i masę. Złącze K4 łączy się pięcioma przewodami ze złączami K1, K2 i K4 modułu. Ostatni przewód łączy złącze K5 modułu sterującego z przełącznikiem „Chip-Auto“ na płycie czołowej. Z modułem łączy się oczywiście klawiaturę i taśmowym kabelkiem wyświetlacz.

### Oprogramowanie

Rozładowarka może pracować w dwóch trybach: z aktywnym procesorem poleceń i z działającym programem. Do komunikowania się z przyrządem lub do ładowania programów z komputera, jest potrzebny program „CHIP-TERM“ albo „VBTERM“ (wersja dla Windows), a rozładowarka musi być przyłączona do portu szeregowego PC. Przed włączeniem rozładowarki przełącznik „Chip-Auto“ musi zostać ustawiony w położeniu „Chip“.

Naciśnięciem klawiszy Alt+1 można teraz załadować program. U dołu ekranu pojawi się zachęta do podania nazwy programu. Rozszerzeniem zawsze jest „.HEX“. Program zostaje załadowany po potwierdzeniu klawiszem Enter. Po załadowaniu programu „KEY-TEST“ można sprawdzić klawiaturę. Program zostaje wykonany rozkazem „chip“, albo przez usta-

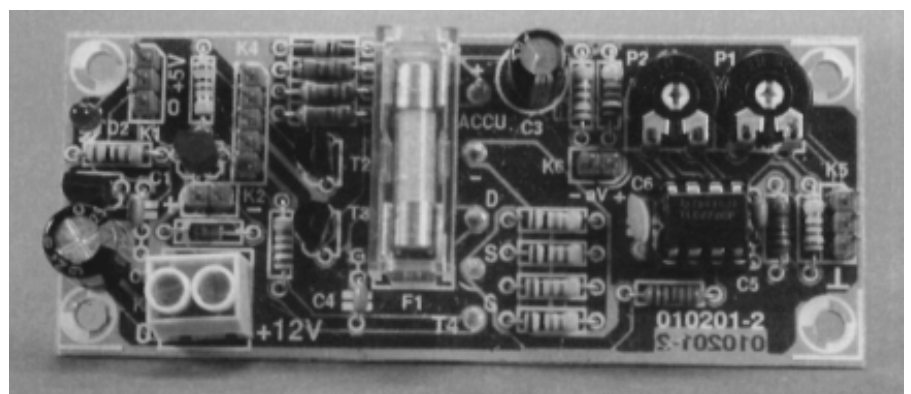
wienie przełącznika „Chip-Auto“ w położenie „Auto“ i włączenie rozładowarki.

Także dzielnik napięcia może zostać sprawdzony. W tym celu trzeba załadować i uruchomić program „DIVITEST“. Do zacisków baterii przyłącza się napięcie 5V. Powinien wtedy zostać wyświetlony napis 125 (5/10.2 ? 255) przy wzmacnieniu 2. Przy napięciu 15V powinno być 188 przy wzmacnieniu 4, a przy 25V 156 przy wzmacnieniu 8. Mierzone wartości mogą odchyłać się o 2 lub 3 jednostki, jeśli jednak różnią się więcej, może to oznaczać dużą upływność tranzystorów T2 lub T3.

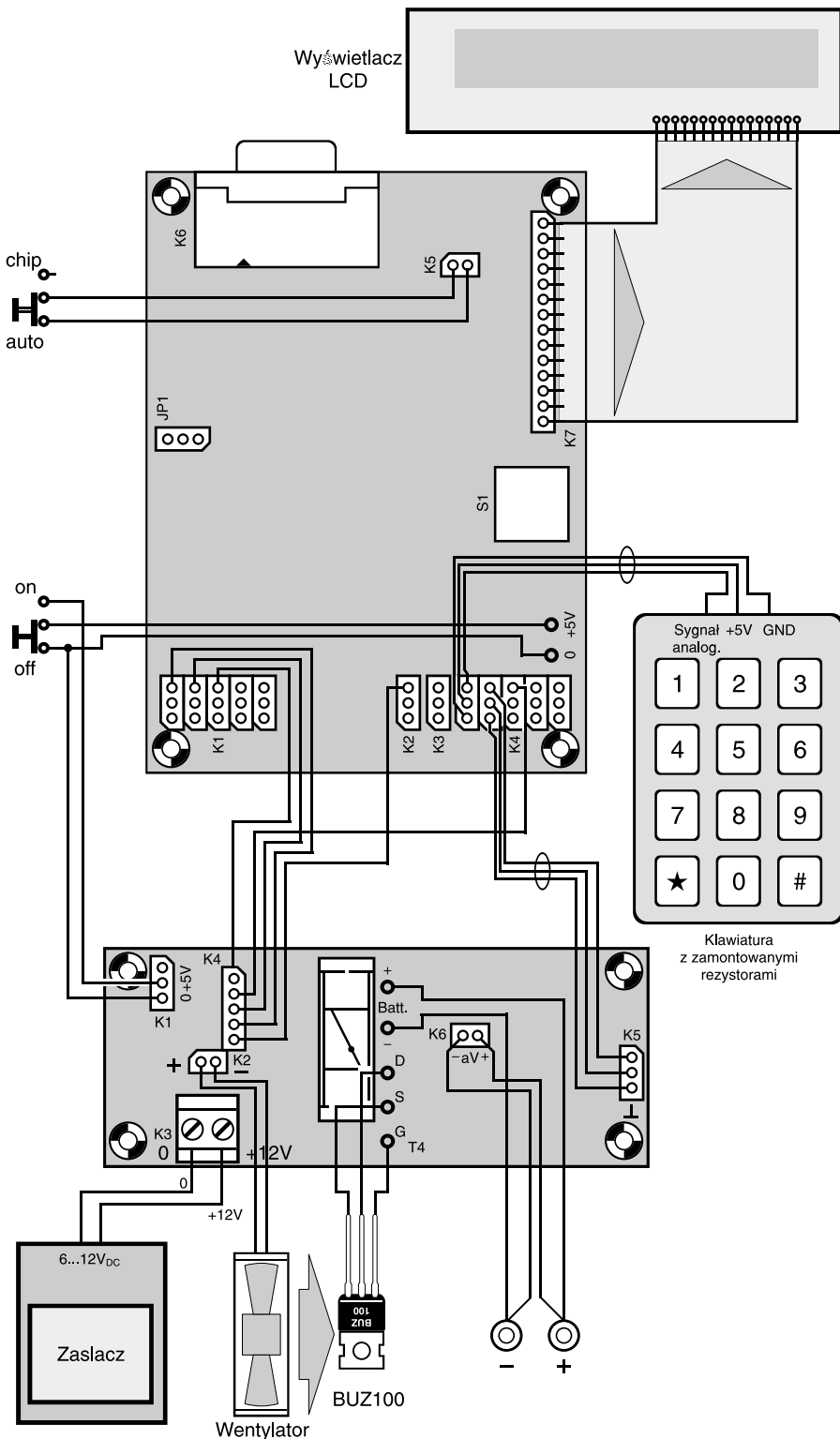
Gdy wszystkie testy zakończą się pomyślnie, można załadować program „NICADIS“. Jeśli nie liczyć kalibracji, rozładowarka jest teraz gotowa do użytku. Należy więc do niej przyłączyć baterię ogniw akumulatorowych połączoną szeregowo z amperomierzem, podać liczbę jej ogniw i ustalić natężenie prądu na 2500mA. Za pomocą potencjometru P1 wykalibrować przyrząd na 2500mA. Następnie należy ustalić natężenie na 100mA i ponownie wykalibrować przyrząd na 100mA. Prąd może nieco fluktuować wskutek działania pętli sprzężenia zwrotnego, a więc kalibrację trzeba przeprowadzić starając się możliwie najdokładniej ustalić wartość średnią prądu.

### Otrzymywanie krzywej napięcia rozładowania

W czasie rozładowywania napięcie jest co minutę zapisywane do pamięci. Do tego celu jest używana pamięć EEPROM o adresach 600<sub>h</sub>...7FF<sub>h</sub>. Pod adresem



Rys. 7. Widok zmontowanej płytki rozładowarki.



Rys. 8. Połączenia wewnętrzne rozładawki.

600<sub>h</sub> jest zapisywana wartość wzmocnienia, a pod 601<sub>h</sub> natężenie prądu. Po skończeniu rozładawania liczby te mogą być odczytane i zapisane w pliku. W tym celu trzeba przejść do procesora poleceń i za pomocą Alt+O otworzyć plik \*.LOG. Na polecenie „prog 600” zostaje wyświetlony adres 600<sub>h</sub> z dwoma bajtami da-

nych. Przez naciskanie „+” będą wyświetlane kolejne dane, aż bajt danych wyniesie 00<sub>h</sub>. Oznacza to osiągnięcie końca zapisu i plik \*.LOG może zostać zamknięty poleceniem ALT+C. Za pomocą programu LOGDAT.exe wartości próbek są zamieniane w wartości napięcia i numerowane. Ponadto jest przeprowadzana ich interpolacja

**WYKAZ ELEMENTÓW**

*Płytką rozładawarki*

**Rezystory**

- R1: 1kΩ
- R2, R10, R12: 10kΩ
- R3: 100kΩ
- R4: 220Ω
- R5: 16,2kΩ
- R6: 48,7kΩ
- R7: 97,6kΩ
- R8: 18kΩ
- R9: 22kΩ
- R11: 56kΩ
- R13...R16: 1Ω, 05W
- P1: 25kΩ, nastawczy
- P2: 100kΩ, nastawczy

**Kondensatory**

- C1, C4, C5: 100nF, ceramiczny
- C2: 220μF/25V, stojący
- C3: 100μF/50V, stojący
- C6: 470pF

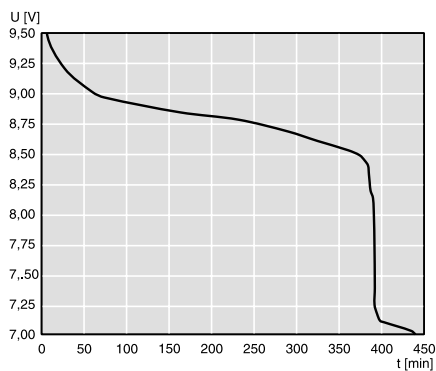
**Półprzewodniki**

- D1: 1N4148
- D2: czerwona LED, wysokowydajna
- T1: BC517
- T2, T3: BS170 (albo BSN10A)
- T4: BUZ100
- IC1: LP2950CZ5.0
- IC2: CA3130

**Różne**

- K1, K5: 3-stykowy pinheader SIL
- K2, K6: 2-stykowy pinheader
- K3: blok 2-śrubowy, odstęp 5mm
- K4: 9-stykowy pinheader
- F1: bezpiecznik 3,15A, natychmiastowy, w uchwycie do druku
- Płytką drukowaną, kod 010201-2 (wraz płytką 010201-1)
- Dyskietki z oprogramowaniem, kod 010201-11
- Obudowa np. Teko typ 362
- Radiator dla T4, Fischer SKI 32/37.5/SA
- Wentylator, 40 x 40mm, 12V=
- Zacisk czerwony
- Zacisk czarny
- Klawiatura, 12 klawiszy, 1 styk wspólny, 12 styków indywidualnych, np. Electronics # 03.52.1252, albo Conrad Electronics # 19-55-61
- 2 miniaturowe przełączniki suwakowe
- Listwa złączy szpilkowych żeńskich, rozstęp 2,54mm





Rys. 9. Krzywa rozładowywania 7-ogniowej baterii NiCd.

w celu wygładzenia krzywej rozładowania. Równocześnie obliczane są średnie napięcie i wyładowana energia. Utworzony plik \*.DAT może być odczytywany przez program plotujący, a dane wykreślone w postaci krzywej. Wszystkie potrzebne informacje zawiera plik PLOTR.ZIP

### Analiza napięciowej krzywej rozładowywania baterii

Pokazana na rys. 9 krzywa przedstawia napięcie rozładowywania 7-ogniowej baterii NiCd o nominalnej pojemności 1900mAh. Prąd rozładowywania wynosił 190mA (0,1C), a docelowe

we napięcie rozładowania 1V/ogniwo. Bateria została całkowicie rozładowana w czasie 8 godzin i 4 minut. Jej zmierzona pojemność wyniosła 1532mAh. Jest to trochę mało, ale bateria nie była całkiem nowa.

Krzywa rozładowania ma oczekiwany kształt, jednak jest w niej coś szczególnego. Przy napięciu 8,4V bateria jest już rozładowana, a napięcie gwałtownie spada - to normalne. Jednakże przy napięciu 7,1V krzywa znowu się spłaszcza. Ponieważ różnica napięć wynosi 1,3V, okazuje się, że odwróciła się polaryzacja jednego z ogniów, które zaczyna się ładować w odwrotnym kierunku. Wkrótce potem zostaje osiągnięte napięcie końcowe. Ponieważ prąd rozładowania wynosił 0,1C, za napięcie rozładowania lepiej było przyjąć 1,1V na ogniwo, i wtedy nie nastąpiłoby odwrócenie polaryzacji.

Kwasowe ogniwa ołowiowe są bardziej podatne na odwracanie polaryzacji niż ogniwa NiCd lub NiMH. Zwykle za napięcie wyłączenia rozładowania przyjmuje się 70% do 80% napięcia nominalnego, zależy ono jednak także od prądu rozładowywania.

**B. Stuurman, EE**

