

Tester akumulatorów NiCd z trójkolorowym wskaźnikiem LED

Prezentowane urządzenie pozwala oszacować stopień naładowania większości akumulatorów NiCd spotykanych w gospodarstwie domowym. Stan akumulatora sygnalizuje trójbarwny wskaźnik LED, którego czerwone świecenie oznacza konieczność naładowania, świecenie żółte - przydatność do eksploatacji, świecenie zielone - stan dobry. Urządzenie pozwala w prosty sposób stwierdzić, jak długo można będzie jeszcze eksploatować akumulator, nim stanie się konieczne jego ładowanie. Prostota użytkowania na pewno przyczyni się do zdobycia przez tester znacznej popularności wśród osób mających niewiele wspólnego z techniką, np. dzieci lub ludzi starszych.

Płytką testera znajduje się w niewielkiej obudowie z tworzywa sztucznego, wraz z bateriami o dużej pojemności. Urządzenie jest wyposażone w przewód z końcówką bananową, którą należy dotknąć dodatniego bieguna testowanego akumulatora. Biegunem ujemnym akumulatora (częścią dolną) należy dotknąć metalowego kołka znajdującego się w obudowie - można tego dokonać przy pomocy tylko jednej ręki. Po naciśnięciu przycisku S2 zaświeci dioda LED.

Urządzenie można wykorzystać do testowania wyłącznie akumulatorów kadmowo-niklowych, a nie baterii. Testować można wyłącznie pojedyncze ogniwa, nie zaś zestawy zawierające kilka ogniw, jak np. PP3 o napięciu 9V. Testowane więc będą ogniwa typu „AA“, „C“ lub „D“. Pierwsze z wymienionych są zdecydowanie najczęściej wykorzystywane w warunkach domowych.

Zawodność zasilania akumulatorowego

Stałe nadzorowanie stanu ogniw kadmowo-niklowych jest sprawą bardzo istotną, głównie dlatego, że ich pojemności są znacznie niższe od pojemności baterii alkalicznych. Tak więc akumulator NiCd wymaga częstego ładowania i może nagle odmówić współpracy. Wydajność baterii jednorazowego użytku spada w miarę jej rozładowywania, a więc można dosyć łatwo zorientować się, że nadchodzi moment, kiedy jej wymiana będzie konieczna. Wydajność akumulatorów NiCd pozostaje niemal stała do chwili, w której przestają stanowić źródło zasilania.

Tester akumulatorów NiCd z trójkolorowym wskaźnikiem LED reaguje na poziom napięcia akumulatora, który nieco obniża się

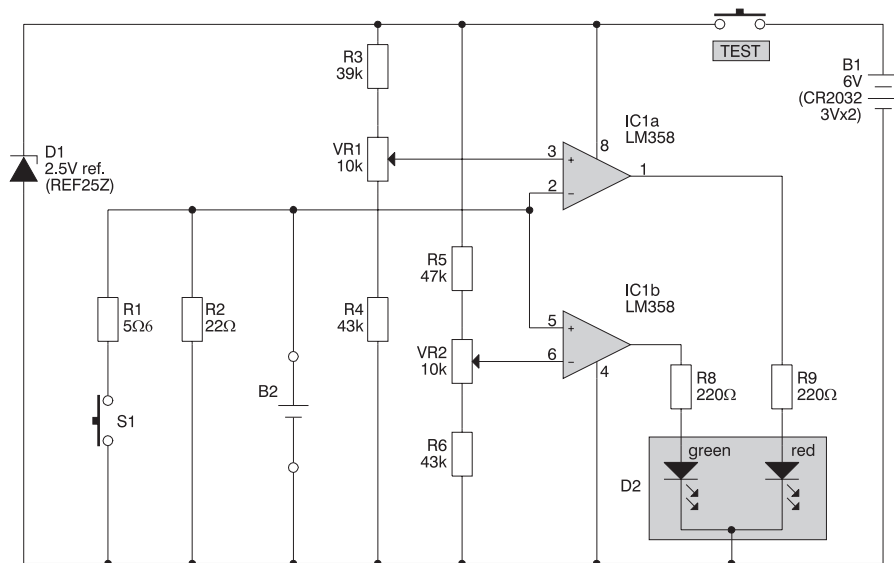
wraz z ubytkiem ładunku. Akumulator taki po naładowaniu wykazuje - pod obciążeniem - napięcie około 1,5V. Spada ono szybko i każde wskazanie powyżej 1,4V można uważać za oznakę pełnego naładowania. Gdy akumulator straci połowę ładunku, napięcie na jego końcówkach wyniesie około 1,28V, a po utracie trzech czwartych ładunku będzie to około 1,2V. Napięcie 1V oznacza kres możliwości korzystania z akumulatora.

Podczas pomiaru tester dołącza do akumulatora obciążenie, które można zwiększyć naciskając drugi klawisz urządzenia. Test z wyższym obciążeniem jest przydatny w przypadku akumulatorów o większej pojemności lub akumulatorów małych, pracujących z dużym obciążeniem. Chcąc uprościć urządzenie można z opcji zwiększania obciążenia zrezygnować.

Opis układu

Schemat ideowy testera akumulatorów NiCd przedstawiono na rys.1. Najistotniejsze elementy układu to źródło napięcia odniesienia 2,5V (D1) oraz tani bipolarny wzmacniacz operacyjny IC1. IC1 jest elementem niezawodnym i nie ulegnie zniszczeniu w razie odwrotnego podłączenia badanego akumulatora. Z taką ewentualnością niestety trzeba się liczyć, zwłaszcza jeśli testy mają być przeprowadzane przez dzieci. W przypadku odwrotnego podłączenia badanego akumulatora wskaźnik LED jest wyłączony.

Bateria B1, złożona z dwóch połączonych szeregowo baterii litowych o napięciu 3V, stanowi 6V zasilanie układu. Pobór prądu zasilania ma miejsce tylko wtedy, gdy naciśnięty jest przełącznik S2 (TEST), tak więc można oczekiwać długiego czasu eksploatacji baterii, nawet kilku lat, w związ-



Rys. 1. Schemat testera akumulatorów NiCd.

ku z czym powinny one nosić niedawną datę produkcji.

Naciśnięciu przełącznika S2 towarzyszy doprowadzenie zasilania do wzmacniacza operacyjnego IC1, a także przepływ prądu przez rezystor R7 i źródło napięcia odniesienia D1. Na schemacie zostało ono oznaczone symbolem diody Zenera, ponieważ odgrywa podobną rolę. Jest to jednak znacznie bardziej dokładny element. Jeśli tylko napięcie zasilania nie jest mniejsze niż 3,5V, na D1 wystąpi spadek napięcia dokładnie 2,5V. Napięcie odniesienia doprowadzone jest do dwóch dzielników rezystancyjnych, złożonych z elementów odpowiednio R3, VR1, i R4 oraz R5, VR2 i R6. Wartości rezystorów stałych zostały dobrane w taki sposób, by zakres regulacji potencjometrami wynosił około 0,2V. W przypadku VR1 zakres ten dotyczy przedziału od 1,2V do 1,4V, natomiast w przypadku VR2 - przedziału od 1,1V do 1,3V. To ograniczenie zakresu pozwala na uzyskanie bardziej dokładnych wskazań testera.

Oba wzmacniacze wchodzące w skład układu IC1 pracują jako komparatory. Jeśli napięcie podane na wejście nieodwracające (+) komparatora jest wyższe niż napięcie przyłożone do wejścia odwracającego (-), stan na jego wyjściu będzie wysoki, a przy odwrotnym zwrocie różnicy napięć - niski. Wysoki stan wyjściowy w przypadku użytego wzmac-

niacza operacyjnego jest o około 2V niższy od dodatniego napięcia zasilania i wynosi w przybliżeniu 4V.

Dodatni biegun testowanego akumulatora zostaje połączony z odwracającym wejściem wzmacniacza IC1a (wyprowadzenie 2), i nieodwracającym wejściem IC1b (wyprowadzenie 5). Przez rezystor R2, stanowiący obciążenie ogniwa, płynie prąd o natężeniu około 60mA (wartość ta zależy od napięcia ogniwa). Takie warunki testu stosuje się w przypadku akumulatorów o niewielkich pojemnościach, np. „AA” lub „AAA”. Naciśnięcie przełącznika S2 powoduje dołączenie dodatkowego obciążenia R1, zwiększając prąd płynący z akumulatora do około 300mA.

Działanie układu zilustrowane zostanie przykładem. Przypuśćmy, że potencjometry VR1 i VR2 zostały ustawione tak, że na ich suwakach występują napięcia odpowiednio 1,35V i 1,25V, które pojawią się również na wejściu nieodwracającym IC1a oraz wejściu odwracającym IC1b.

Załóżmy także, że napięcie testowanego akumulatora wynosi 1,4V. Jest więc on dobrze naładowany. Na wejściach komparatora IC1 napięcia mają takie wartości, że stan jego wyjścia będzie niski. Czerwona część diody LED D2 będzie więc wyłączona. Wejście nieodwracające komparatora IC1b spolaryzowane jest wyższym napięciem niż jego wejście od-

wracające, a więc na wyjściu IC1b pojawi się stan wysoki, co spowoduje świecenie zielonej części diody LED D2.

Jeśli napięcie testowanego akumulatora wynosi tylko 1,1V, jest on prawie rozładowany. Warunki panujące na wejściach obu komparatorów są teraz odwrotne - nastąpi włączenie czerwonej diody, zielona zaś będzie wyłączona.

Załóżmy teraz, że napięcie badanego akumulatora wynosi około 1,3V, co oznacza stan średniego naładowania. Na wyprowadzeniu 3 układu IC1a panuje napięcie wyższe niż na wyprowadzeniu 2, a więc czerwona dioda LED jest włączona. Także napięcie na wyprowadzeniu 5 jest wyższe od napięcia na wyprowadzeniu 6, a więc dioda zielona również świeci. Obie diody znajdują się w tej samej obudowie z półprzezroczystego tworzywa, dzięki czemu uzyska się w efekcie świecenie żółte.

Diody mają wspólną katodę i oddzielne wyprowadzenia anod. Rezystory R8 i R9 ograniczają prądy diody zielonej i czerwonej. Ponieważ spadek napięcia na włączonej diodzie LED wynosi około 2V, a napięcie wyjściowe komparatora w stanie wysokim wynosi około 4V, to wartości R8 i R9 dobrano tak, by natężenie prądu diod wynosiło około 10mA, co zapewni dostatecznie jasne świecenie i nie będzie stanowił nadmiernego obciążenia dla baterii zasilającej tester.

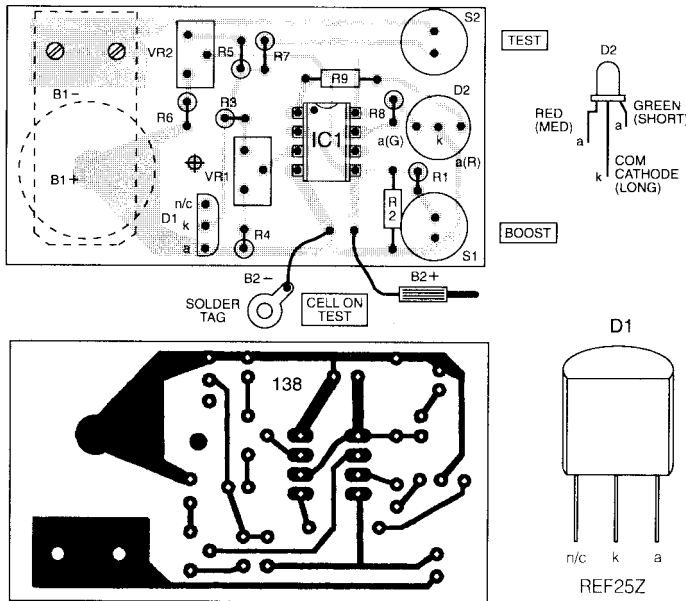
Montaż i uruchomienie

Mozaikę ścieżek druku płytki testera oraz schemat rozmieszczenia elementów przedstawia **rys.2**.

Montaż urządzenia jest prosty - wszystkie podzespoły, wraz z bateriami B1, mieszczą się na płytce. Jeśli opcja testowania pod zwiększonym obciążeniem nie jest potrzebna, można nie montować rezystora R1 oraz przełącznika S1.

W płytce należy wywiercić otwory umożliwiające jej zamocowanie do obudowy oraz przymocowanie do niej baterii, poczyno- wać obszar miedzi, który będzie stanowił kontakt z ujemnym biegunem baterii.

Włutować podstawkę pod układ scalony oraz wszystkie re-



Rys. 2. Mozaika ścieżek druku i schemat rozmieszczenia elementów na płytce.

zystory. Potencjometry należy mocno wcisnąć w otwory w płytce tak, aby wysokość zmontowanej płytki była jak najniższa. Również przy lutowaniu przełączników zachować minimalną długość wyprowadzeń. Pozwoli to zamontować je w pozycji stojącej oraz ułatwi montaż płytki w obudowie.

Do punktu oznaczonego „B2” przylutować 5-cm odcinek przewodu (plecionki), a do punktu z oznaczeniem „B2+” - odcinek 20-cm podobnego przewodu, najlepiej elastycznego, o niewielkim przekroju.

Baterie stanowiące zasilanie urządzenia należy odpowiednio przygotować, tj. przy pomocy chusteczki higienicznej zetrzeć wszelkie ślady dotknięcia palcami. Większa z powierzchni baterii oznaczona jest znakiem „+”. Ogniwa należy położyć jedno na drugim, dodatnimi biegunami ku górze - powstanie w ten sposób połączenie szeregowe. Przycisnąć je mocno do siebie i okleić krawędzie taśmą izolacyjną z PCW. Wystające części taśmy należy obciąć tak, aby dolna i górna powierzchnia zestawu ogniw była całkowicie odsłonięta. Taśma jest jednocześnie elementem zapobiegającym zwieraniu baterii przez blaszkę dociskającą, która także pełni funkcję doprowadzenia dodatniego bieguna zasilania do płytki.

Element dociskający baterie w prototypie wykonano według rys.3. Użyto kawałka blachy mosiężnej o wymiarach 35x15mm. Wykorzystany materiał jest dostatecznie sprężysty i sztywny, a zarazem łatwy do przycięcia i zgięcia. Dopuszczalne jest oczywiście zastosowanie innych materiałów.

Blaszkę należy równo zagiąć, używając imadła lub szczypiec. Wywiercić w blaszce otwory pod śruby w punktach odpowiadających otworom istniejącym w płytce. Zagiąć rogi blaszki przy pomocy pary szczypiec. Uwaga - zagięcia powinny być małe, tak by obejmowały tylko górną baterię.

Ułożyć baterie na płytce i nałożyć na nie blaszkę. Baterie powinny być bezpiecznie utrzymywane i mocno dociskane do pocynowanego obszaru druku. W razie potrzeby dogiąć lub odgiąć blaszkę - należy zapewnić dobry kontakt blaszki z dodatnim biegunem zestawu baterii.

Wstawić układ IC1 w podstawkę. Dokonać pomiaru położenia przełączników i otworu ustalającego, a następnie wywiercić odpowiednie otwory w pokrywie obudowy. Wykonać otwór pod kołek, stanowiący ujemny kontakt pomiarowy, oraz otwór pod przewód kabla dodatniej końcówki pomiarowej.

Kołek można wykonać spiłując śrubę z płaskim łbem wal-

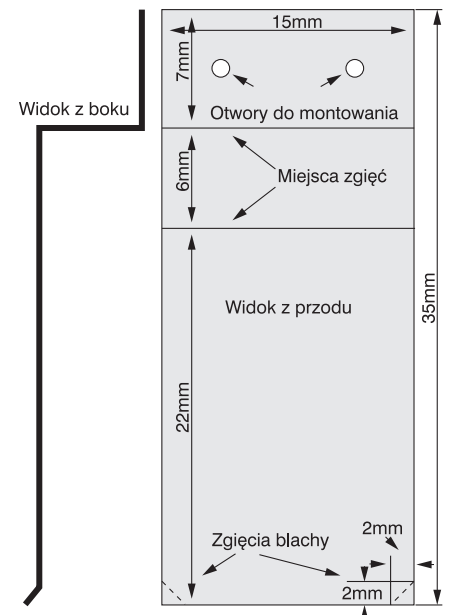
cowym. Mocując śrubę w otworze włożyć pod nakrętkę końcówkę lutowniczą, do której zostanie przylutowany przewód łączący z punktem „B2-”.

Zostawiając pewien nadmiar przewodu przylutowanego do punktu „B2+” między płytką a obudową zawiązać na nim węzełek, a przewód przeprowadzić następnie przez otwór obudowy. Upewnić się, że nie grozi oderwanie przewodu w miejscu przylutowania. Na drugi koniec przewodu założyć wtyczkę bananową o średnicy 2mm.

Założyć pokrywę obudowy na korpusy przełączników. Dioda LED D2 powinna nieco wystawać przez otwór obudowy. Założyć nakrętki na przełączniki, które stanowić będą elementy mocujące płytkę drukowaną. Zmierzyć długość kołka dystansowego, który zostanie przeprowadzony przez otwór ustalający, a następnie przyciąć kołek. Na czas uruchamiania układu zdjąć pokrywę z płytki.

Podczas regulacji wygodnie jest, przy pomocy taśmy samoprzylepnej lub gumy, zablokować przełącznik S2 w pozycji „włączony”. Bez podłączenia badanego akumulatora powinna świecić czerwona sekcja diody LED.

Urządzenie można uruchomić używając tylko cyfrowego woltomierza, jednak w pierwszym okresie eksploatacji konieczne mogą



Rys. 3. Rysunek blaszki dociskającej baterie zasilające tester.

okazać się dodatkowe regulacje, które zapewnią poprawne działanie układu.

Uruchamiając tester przy pomocy woltomierza należy połączyć ujemny zacisk przyrządu z kołkiem znajdującym się w obudowie, natomiast zacisk dodatni - z suwakiem potencjometru VR1, który należy ustawić tak, by wskazanie woltomierza wynosiło 1,28V. Najłatwiej jest to zrobić dotykając końcówką przewodu woltomierza połączonego z suwakiem metalowego pierścienia, widocznego w górnej części potencjometru.

Następnie należy połączyć dodatni zacisk woltomierza z suwakiem potencjometru VR2 i ustawić suwak tak, by wskazanie wyniosło 1,20V. Napięcia takie występują na akumulatorze rozładowanym do połowy i do trzech czwartych pojemności.

Inny sposób wyregulowania testera wymaga rozładowania akumulatora w kontrolowany sposób. Najlepiej użyć jako obciążenia żarówki do latarek, o parametrach 1,25V/250mA. Obciążyć naładowany akumulator żarówką i zmierzyć czas, po którym świecenie żarówki osłabnie. W przypadku standardowego akumulatora „AA“ (500mAh) powinno to nastąpić po upływie około 2 godzin.

Należy teraz podjąć decyzję, po upływie jakiego czasu rozładowania akumulator przestaje być dobrze naładowany, a staje się tylko nadający do użytku, czy wręcz wymagający ładowania.

Zwykle przyjmuje się, że rozładowywany krócej niż przez połowę czasu całkowitego rozładowania, akumulator może zostać uznany za dobrze naładowany, a po rozładowywaniu przez połowę do trzech czwartych czasu całkowitego rozładowania - za nadający się jeszcze do użytku. Po dłużej trwającym rozładowywaniu akumulator wymaga naładowania.

Naładować akumulator ponownie i rozładowywać (przy pomocy żarówki) przez połowę czasu całkowitego rozładowania. Następnie podłączyć akumulator do testera - powinna zaświecić zielona sekcja diody LED. Ustawić potencjometr VR2 tak, że czerwona sekcja diody LED zaczyna się włączać, dając efekt żółtawego świecenia. Rozładowywać akumulator do czasu odpowiadającego granicy przydatności do użytku. Podłączyć tester i ustawić potencjometr VR1 tak, by sekcja zielona diody LED zgasła, a świeciła jedynie sekcja czerwona.

Po zakończeniu regulacji zamknąć płytkę w obudowie, wstawiając w otwór ustalający kołek dystansowy. Urządzenie nadaje się do eksploatacji.

Używając testera trzeba pamiętać, że nie należy kontrolować stanu akumulatorów bezpośrednio po wyjęciu ich z urządzenia, w którym właśnie pracowały. Akumulator powinien przed pomiarem pozostawać przez pewien czas bez obciążenia.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 5,6Ω (jeśli konieczny: patrz tekst)
 R2: 22Ω
 R3: 39kΩ
 R4, R6: 43kΩ
 R5: 47kΩ
 R7: 2,2kΩ
 R8, R9: 220Ω
 VR1, VR2: 10kΩ, węglowy, pionowy

Półprzewodniki

D1: REF25Z, precyzyjne źródło napięcia odniesienia 2,5V
 D2: trójbarwna dioda LED, φ5mm
 IC1: LM358N

Różne

B1: bateria litowa CR2032, φ20mm, 2 szt.
 S1, S2: miniaturowy przełącznik (ew. 1 - patrz tekst)
 podstawka 8-nóżkowa
 wtyk bananowy
 kołek dystansowy z tworzywa sztucznego
 cyna, końcówka lutownicza, śruba M3 z nakrętką itp.

Wiedzy w zakresie stosowania zwiększonego obciążenia użytkownik nabierze w miarę zdobywania doświadczenia, jednakże przy zwykłych, małych akumulatorach obciążenie to raczej nie będzie potrzebne.

Terry de Vaux-Balbirnie

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".