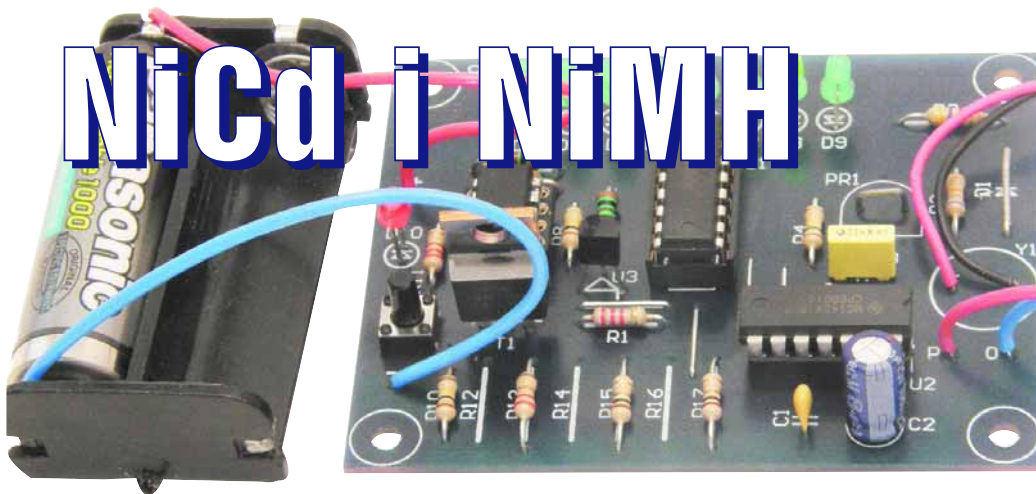


Miernik akumulatorów

NiCd i NiMH



Prosty przyrząd niezbędny każdemu użytkownikowi akumulatorów AA (R6) i AAA (R03). Pozwala na łatwe sprawdzenie rzeczywistej pojemności ogniwi NiCd i NiMH. Umożliwia łatwe wykrycie słabszych akumulatorów. Po wyskalowaniu pozwala odczytać dokładną pojemność testowanego akumulatora w (mili)amperogodzinach.

Główną bolączką użytkowników popularnych akumulatorów AA i AAA (paluszków) zarówno NiCd, jak też NiMH jest fakt, że poszczególne egzemplarze starzeją się w różnym tempie. Po pewnym czasie okazuje się, że niektóre straciły znaczną część pierwotnej pojemności, a tym samym obniżają parametry zestawu - pojemność zestawu jest przecież

wyznaczona przez pojemność najslabszego ogniwa. Opisany przyrząd pozwala w prosty sposób porównać pojemność poszczególnych egzemplarzy akumulatorów i optymalnie dobrać zestawy.

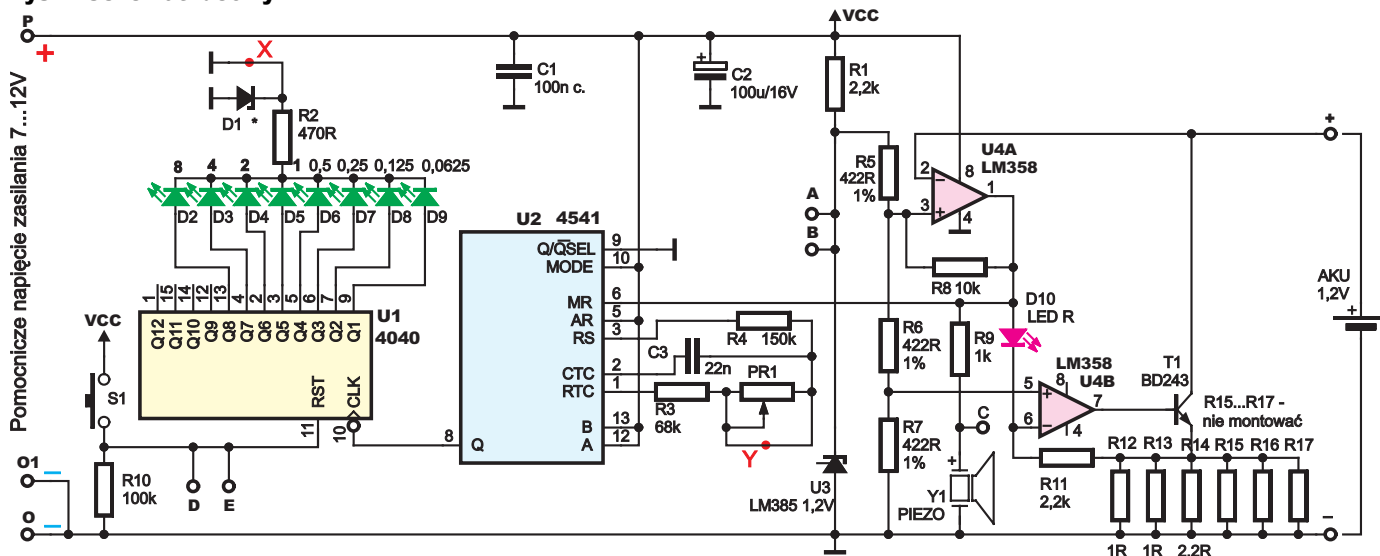
Wersja podstawowa miernika umożliwia testowanie w danej chwili tylko jednego akumulatora. Aby sprawdzić pojemność, należy naładować wszystkie testowane akumulatory i pojedynczo po kolei rozładować w opisywanym mierniku.

Po włożeniu danego akumulatora NiCd lub NiMH do miernika rozpocznie się proces rozładowywania i zliczania pojemności. Od razu należy też wyzerować licznik U1 przez naciśnięcie przycisku S1. Gdy napięcie akumulatora spadnie do około 0,85V, proces rozładowywania się zakończy, odezwie się brzę-

czyk, a licznik się zatrzyma. Wtedy należy zsumować liczby przy zaświeconych diodach LED, potraktować to jako pojemność zbadanego akumulatora i zapisać dla porównania. Następnie należy włożyć kolejny akumulator i nacisnąć S1. Po rozładowaniu i odezwaniu się brzęczyka zsumować wskazania diod i spisać zmierzoną pojemność. Przetestować w ten sposób wszystkie posiadane akumulatory. Przerwywanie kolejnego sprawdzania kolejnych akumulatorów zestawu, ale oczywiście można sprawdzić kolejny egzemplarz np. następnego dnia.

Uwaga! W wersji podstawowej nie przewiduje się kalibracji, więc wartość odczytana z diod może nie odpowiadać dokładnie pojemności wyrażonej w amperogodzi-

Rys. 1 Schemat ideowy



nach. Nie ma to znaczenia, ponieważ przyrząd ma służyć przede wszystkim do porównania pojemności poszczególnych egzemplarzy akumulatorów.

Jak to działa?

Schemat urządzenia pokazany jest na **rysunku 1**. Układ miernika zawiera dwa główne bloki. Pierwszy główny blok to licznik pojemności z kostkami U1, U2. Drugi to obwody rozładowania akumulatora z elementami T1, U3 i U4. Układ U3 jest źródłem napięć odniesienia. Potrzebne napięcia wytwarza dzielnik R5, R6, R7 zawierający trzy jednakowe rezystory. Ich wartość nie jest krytyczna — powinny to być jednak rezystory o tolerancji 1% lub 2%. Na rezystorze R7 występuje napięcie około 0,41V, potrzebne do pracy źródła prądu rozładowania, natomiast w punkcie połączenia R5, R6 panuje napięcie około 0,82V. Komparator U4A sprawdza napięcie akumulatora. Gdy jest ono wyższe od 0,82V, wtedy na wyjściu U4A panuje stan niski, czyli napięcie bliskie zeru, a tym samym U4A nie przeszkadza w pracy pozostałych obwodów. Wtedy pracuje źródło prądowe z tranzystorem T1 oraz liczniki U1, U2. Prąd rozładowania akumulatora płynący przez tranzystor T1 wywołuje spadek napięcia na rezystorach R12... R17. Wzmacniacz U4B porównuje ten spadek napięcia z napięciem wzorcowym z rezystora R7 i tak wysterowuje U4B i T1, żeby utrzymać niezmienną wartość prądu rozładowania. Wartość prądu rozładowania ustalony jest więc przez rezystancję R_s (oporność wypadkową równoległego połączenia R12... R17) według zależności: $I = 0,41/R_s$

Gdy napięcie akumulatora jest wyższe niż wspomniane 0,82V, wtedy akumulator jest rozładowywany, a na wyjściu U4A i wejściu zerującym MR U2 panuje stan niski, co umożliwia pracę oscylatora i dzielników kostki U2. Na wyjściu Q kostki U2 pojawia się przebieg prostokątny o bardzo małej częstotliwości, który powoduje zwiększanie stanu licznika U1. Jest to licznik dwójkowy, a jego stan jest zobrazowany za pomocą ośmiu diod LED. Częstotliwość ustalona przez C3, R3, PR1 oraz stopień podziału U2 są dobrane stosownie do prądu rozładowania, tak żeby zawartość licznika U1 pokazywała pojemność wprost w amperogodzinach.

Gdy napięcie akumulatora spadnie poniżej 0,82V, wtedy na wyjściu U4A pojawia się stan wysoki, co zatrzymuje oscylator U2 i liczniki. Dodatkowo zaświeca się czerwona dioda D10 i odzywa się brzęczyk Y1. Prąd diody D10 jest wyznaczony przez R11. Napięcie na wejściu odwracającym U4B (nóżka 6) radykalnie rośnie i wyłącza tranzystor T1, czyli kończy proces rozładowania akumulatora. Dodatkowy rezystor R8 wprowadza dodatkowe sprzężenie zwrotne — histerezę. Po wyłączeniu T1 napięcie akumulatora wzrasta i po chwili znów T1 jest włączany. Dzięki temu

koniec rozładowania jest sygnalizowany przezrywaniem dźwiękiem brzęczyka.

Wprawdzie w wersji podstawowej PR1 nie jest montowany, więc z uwagi na tolerancje poszczególnych elementów dokładność nie jest duża, jednak także taka wersja jest w pełni użyteczna. Dokładność nie ma większego znaczenia, ponieważ w praktyce nie chodzi o precyzyjne określenie pojemności, a jedynie o porównanie parametrów kilku egzemplarzy akumulatorów.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płycie drukowanej pokazanej na **rysunku 2**. Montaż jest klasyczny, najwygodniej na początek montować elementy najniższe (6 zwór), a potem coraz wyższe. W wersji podstawowej nie są montowane D1 oraz PR1. Nie trzeba zamiast nich montować zwór, ponieważ na płycie umieszczone są odcinki ścieżek zwierających, co zaznaczone jest także na schemacie (punkty X, Y). Nabywcy zestawu AVT-2848 otrzymają w komplecie koszyczek na 1 baterię R6 (AA) oraz na 1 baterię AAA (R3).

Pomocą w montażu może też być trójwymiarowa **fotografia 3**, którą trzeba oglądać w okularach anaglifowych, jakie w lipcu 2006 otrzymali w prezencie wszyscy prenumeratorki EdW.

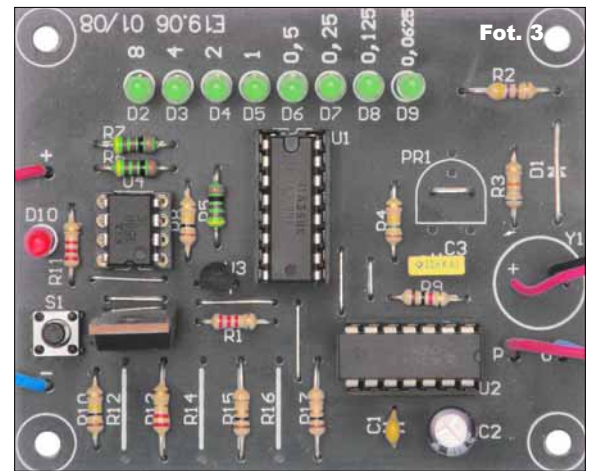
Układ zmontowany ze sprawnych elementów powinien od razu pracować. Wersja podstawowa bez potencjometru PR1 nie wymaga żadnego uruchamiania ani kalibracji. Układ miernika musi być zasilany napięciem pomocniczym 7... 13V, dołączonym do punktów P, O. To napięcie pomocnicze nie powinno być niższe niż 6,5V z uwagi na napięcie progowe MOSFET-a T1. Przy pierwszym dołączeniu akumulatora warto sprawdzić prąd rozładowania, łącząc w szereg z rozładowanym akumulatorem amperomierz (multimetr) na zakresie 10... 20A. Prąd rozładowania powinien wynosić około 1A.

Możliwości zmian

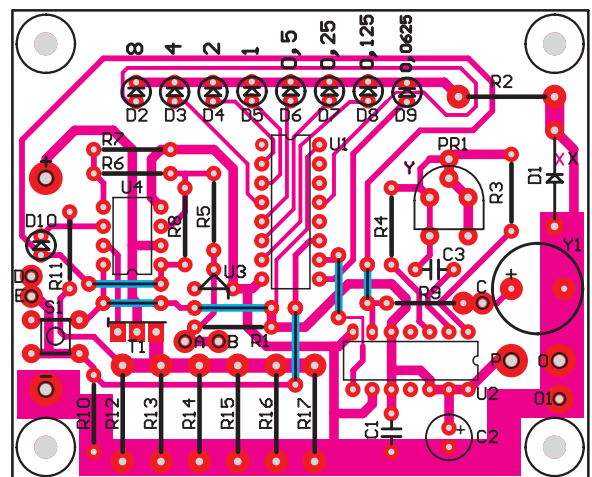
Aktualnie najczęściej wykorzystywane są akumulatory NiMH o wielkości AA (R6), których pojemność jest rzędu 1500... 2700mAh. Właśnie dlatego w wersji podstawowej prąd rozładowania wynosi 1A, co daje czasy rozładowania poniżej 3 godzin. W ten sposób cztery akumulatory NiMH można sprawdzić w ciągu jednego dnia. Tak znaczny prąd rozładowania odpowiada rzeczywistym wa-

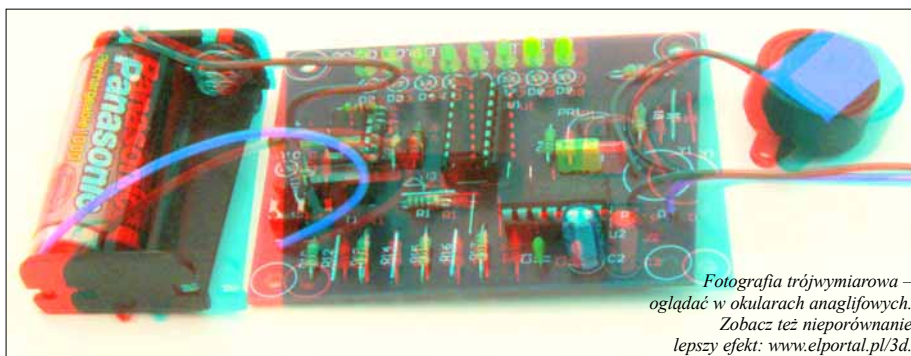
runkom pracy wielu akumulatorów, na przykład tych pracujących w aparatach fotograficznych czy niektórych urządzeniach modelarskich. Jeśli ktoś chciałby zmniejszyć lub zwiększyć prąd rozładowania, stosownie do warunków pracy swoich akumulatorów, może śmiało zmienić wartość i liczbę pracujących rezystorów R12... R17. W wersji podstawowej nie trzeba po takiej zmianie korygować wartości C3, R3 - co prawda wskazania pojemności będą fałszywe, ale niezmienną pozostanie możliwość porównania poszczególnych egzemplarzy.

Osoby, które chciałyby uzyskać precyzyjny miernik pojemności, mogą zastosować PR1. W tym celu trzeba przeciąć ścieżkę w punkcie oznaczonym Y. Elementy C3, R3 i PR1 należy wtedy dobrać samodzielnie. Zasada jest taka: aby licznik U1 pokazał pojemność 1Ah, musi zliczyć 16 impulsów. W kostce U2 (4541) włączony jest 16-stopniowy dzielnik, dzielący przez 65536. Tym samym do zliczenia 1 amperogodziny potrzebnych jest 1048576 impulsów oscylatora kostki U2. Nietrudno policzyć, że jeśli prąd rozładowania wynosi 1A, to ten milion impulsów powinien zostać wytworzony w ciągu godziny, czyli 3600 sekund. Oscylator musi więc dawać przebieg o okresie 3,43ms (3600s/1048576).



Rys. 2 Schemat montażowy





Fotografia trójwymiarowa –
oglądać w okularach anaglifowych.
Zobacz też nieporównanie
lepszego efektu: www.elportal.pl/3d.

Czyli sprawa jest prosta: przy prądzie rozładowania 1A oscylator powinien dawać przebieg o okresie 3,34ms. Przy prądzie mniejszym, czas ten należy zwiększyć tyle razy, ile razy mniejszy jest prąd rozładowania. Przykładowo przy prądzie 0,25A (1/4 A) czas należy zwiększyć czterokrotnie.

W katalogu kostki 4541 jest informacja, że okres oscylatora to mniej więcej $2,3 \cdot R_t \cdot C_t$, gdy $R_s = 2R_t$ i $R_s > 10k\Omega$, gdzie R_t to rezystancja dołączona do nóżki 1 (u nas $R_3 + PR_1$), a R_s to u nas R_4 .

Właśnie dlatego u nas $C_3 = 22nF$, $R_3 = 68k\Omega$ i $R_4 = 120k\Omega$. $C_3 \cdot R_3 = 1,496ms$, a $2,3 \cdot C_3 \cdot R_3 = 3,4408ms$, czyli niemal idealnie tyle, co obliczona wcześniej wartość 3,43ms.

W wersji podstawowej o jasności diod LED D2... D9 decyduje rezystor R2, co wiąże się ze zmianami jasności, zależnie od liczby świecących diod. Gdyby układ był zasilany napięciem stabilizowanym 7...9V, można uniezależnić jasność diod, zwrócić R2 i dobrać diodę Zenera D1 by uzyskać pożądaną jasność diod.

Jeśli ktoś chciałby jednocześnie sprawdzać kilka ogniw, może wykorzystać kilka płytek. Mogą one pracować niezależnie, ale można też połączyć płytki „równolegle”. Ułatwiają

to punkty oznaczone A... E i O1. Stabilizator U3 wystarczy zmontować tylko w jednym module (warto zmniejszyć R1 do $1k\Omega$). Podobnie S1 i R10, a także brzęczyk Y1, przy czym rezystory R9 warto wtedy zastąpić dio-

dami 1N4148. Należy także przewidzieć sposób na wyłączenie brzęczyka po wyładowaniu danego ogniw (zapewne za pomocą przełączników).

Przyrząd przeznaczony jest do testowania ogniw NiCd i NiMH o napięciu 1,2V prądem około 1A. Wtedy tranzystor T1 nie wymaga radiatora. Miernik można byłoby też przystosować do sprawdzania akumulatorów i zestawów o wyższym napięciu. Jednak wtedy konieczna jest ingerencja w obwody napięć odniesienia i wyposażenie T1 w stosowny radiator. Można zwiększyć napięcie odniesienia - kosztę U3 i dzielnik R5... R7, ale prościej byłoby dodać dzielnik napięcia akumulatora - w sumie jest to zadanie dla bardziej zaawansowanych.

Piotr Górecki

Wykaz elementów

Rezystory

R1, R11	2,2k Ω
R2	470 Ω
R3	68k Ω
R4	150k Ω
R5, R6, R7	365...511 Ω 1%
R8	10k Ω
R9	1k Ω
R10	100k Ω
R12, R13	1 Ω
R14	2,2 Ω
R15-R17	nie montować
PR1	nie montować

Kondensatory

C1	100nF ceram
C2	100 μ F/16V
C3	22nF

Półprzewodniki

D1	nie montować
D2-D9	LED zielona 3mm
D10	LED czerwona 3mm
T1	BUZ11, IRF540, itp.
U1	CMOS 4040
U2	CMOS 4541
U3	LM385 1,2V
U4	LM358

Inne

S1	przycisk uswitch
Y1	piezo z gen 12V
koszyk na 1 baterię AA (R6)	
koszyk na 1 baterię AAA (R03)	

Uwaga! Nabywcy zestawu AVT-2??? otrzymają w komplecie koszyczek na 1 baterię R6 (AA) oraz na 1 baterię AAA (R03).

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2848.