

AVT-771

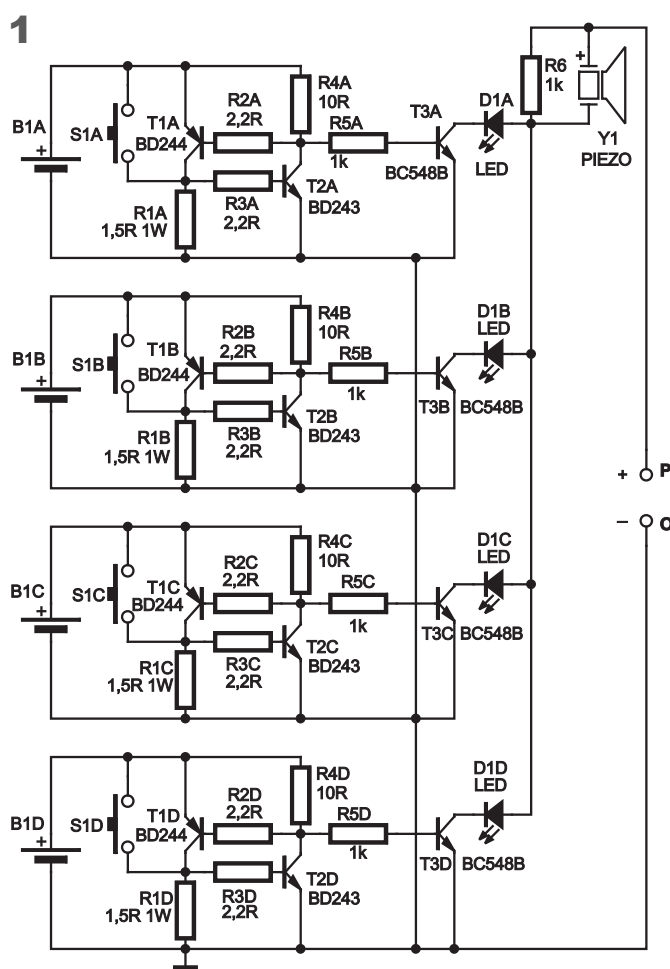
Miernik pojemności akumulatorów NiMH i NiCd

Zaskakująco prosty miernik pojemności akumulatorów NiMH/NiCd. Układ pozwala w jednym cyklu porównać i zmierzyć pojemność czterech ogniw. Prąd rozładowania 1A. Pomiar pojemności na podstawie czasu rozładowania. Buzzer piezo i cztery diody LED sygnalizują koniec cyklu rozładowania. Układ nie powoduje szkodliwego rozładowania akumulatorów do zera. Zlecany zakres pomocniczego napięcia zasilania: 6...12V. Prąd zasilania pomocniczego – w spoczynku 0mA, maks. 10mA..

Zmorą posiadaczy akumulatorów NiMH oraz NiCd zawsze był i nadal jest problem nierównomiernego starzenia się i utraty pojemności poszczególnych ogniw. Wypadkowa pojemność zestawu jest wyznaczona przez właściwości najsłabszego ogniwa. Mając więcej niż jeden komplet, można dobrać ogniwa o zbliżonej pojemności. Niestety, tylko drogie ładowarki mają funkcję pomiaru rzeczywistej pojemności ogniw.

Opisywany układ jest prostym miernikiem pojemności najbardziej popularnych akumulatorów o wielkości AA (R6), opcjonalnie także wielkości AAA (R03). Pozwala w bardzo prosty sposób zmierzyć pojemność i stworzyć komplety ogniw o zbliżonych parametrach.

Obsługa jest prosta: należy w pełni naładować komplet 4 akumulatorów i umieścić je w pojemnikach (koszyczkach) opisywanego miernika. Następnie trzeba zasilić miernik napięciem pomocniczym 6...12V z małego zasilacza lub nawet baterii 9V. Po dołączeniu pomocniczego zasilacza, zaświecą się w mierniku cztery czerwone diody i odezwie się brzęczyk. Wtedy należy nacisnąć kolejno wszystkie cztery przyciski S1A...S1D. Lampki zgasną, sygnalizator zamilnie i rozpocznie się proces rozładowania ogniw prądem około 1A. Należy zapisać na kartce czas: godzinę i minutę początku cyklu rozładowania. Gdy po czasie kilkudziesięciu do kilkuset minut napięcie najsłabszego ogniwa stopniowo



obniży się do około 0,85V, jego rozładowanie się zakończy – zaświeci się współpracująca z nim dioda LED i głośno odezwie się brzęczyk. Aby wyłączyć natrętny dźwięk brzęczyka, należy po prostu wyjąć z koszyczka ogniwo wskazane przez świecącą lampkę i zanotować czas rozładowania tego ogniwa. Czas rozładowania, wyrażony w godzinach, pokazuje przybliżoną pojemność w amperogodzinach (ponieważ nominalny prąd rozładowania wynosi około 1A).

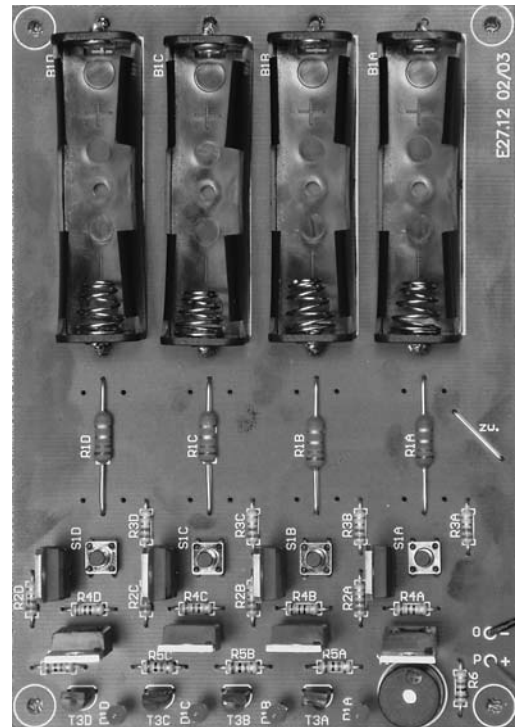
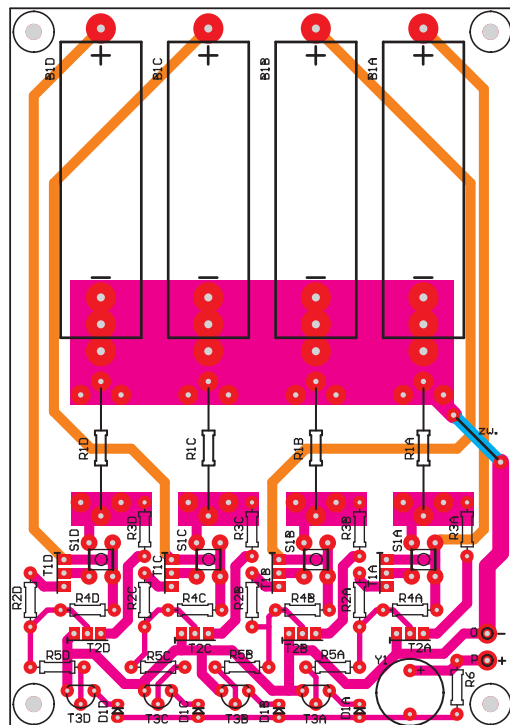
Po jakimś czasie wylądnie się kolejne ogniwo, znów zaświeci się jedna z diod LED i odezwie się brzęczyk. Należy wyjąć rozładowane ogniwo i zanotować czas (pojemność). Potem będzie podobnie z pozostałymi dwoma ogniwami.

Schemat i płytki drukowane pokazane są na **rysunkach 1 i 2**. Pomocą w montażu będzie też trójwymiarowa **fotografia 3**, którą trzeba oglądać w okularach anaglifowych, jakie otrzymali w prezencie wszyscy prenumeratorzy EdW. Elementy warto montować w kolejności podanej w wykazie na końcu artykułu. Szereg cennych wskazówek praktycznych dotyczących identyfikacji elementów oraz ich lutowania zawarty jest w broszurze *Elektronika dla nieelektroników – Elementarz elektronika*, która została wydana przez AVT w roku 2006.

Układ prawidłowo zmontowany ze sprawnych elementów powinien od razu pracować i nie wymaga żadnego uruchamiania. Do pracy dioda LED i sygnalizator akustyczny konieczne jest dołączenie zasilania pomocniczego 6V do 12V. Może to być jakikolwiek zasilacz lub bateria 9V, ponieważ podczas rozładowania pobór prądu wynosi zero, a prąd o wartości około 10mA jest pobierany przez krótkie chwile pracy brzęczyka: tylko na początku, po włożeniu ogniwa, przed naciśnięciem przycisków oraz po zakończeniu rozładowania danego ogniwa.

Tylko dla dociekliwych – działanie układu

Miernik pojemności składa się z czterech identycznych kanałów i wspólnego sygnalizatora akustycznego. Aby nie dopuścić do przypadkowego, szkodliwego dla ogniwa głębokiego rozładowania do zera, obciążeniem ogniwa nie jest rezystor czy klasyczne źródło prądowe. Obciążenie zawiera strukturę tyrystorową, pokazaną w uproszczeniu na **rysunku 4a**. Wykorzystany w mierniku układ z **rysunku 4b** jest bardziej rozbudowany, zawiera też przycisk „Start” i ma cenne w tym przypadku właściwości. Po pierwsze, po włożeniu

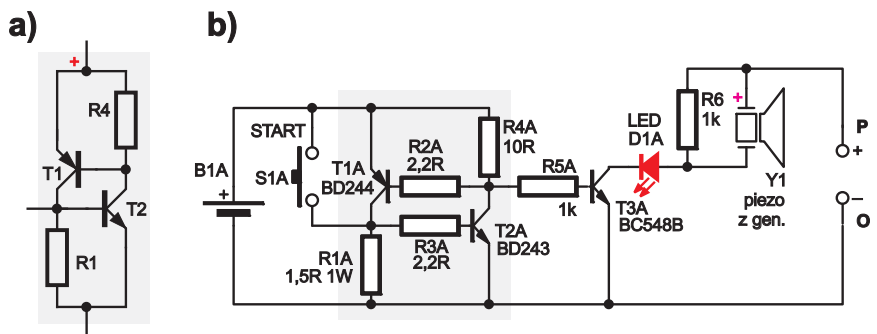


2. Płytki w skali 70%

3

Fotografia trójwymiarowa - oglądać w okularach anaglifowych. Dostępna na: www.elportal.pl/3d

4



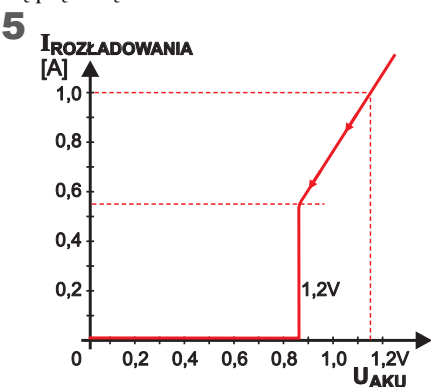
ogniwa tranzystory T1, T2 nie przewiodzą. Napięcie baterii jest podawane przez rezystory R4 i R5 na bazę T3, co powoduje świecenie diody LED D1 i działanie brzęczyka (rezystor

R6 jest konieczny do zwiększenia jasności diody LED).

Naciśnięcie przycisku S1 powoduje przepływ prądu przez R1. Całe napięcie baterii

wystąpi na R1, a to na pewno spowoduje przewodzenie T2. Z uwagi na małą wartość R3 i znaczny prąd bazy oraz znaczną wartość R4, tranzystor T2 zostanie nasycony – napięcie na jego kolektorze wyniesie około 40...50mV. Spowoduje to zatkanie T3, wygaszenie diody LED i umilknięcie brzęczyka. Przewodzący (nasycony) tranzystor T2 dzięki obecności R2 włączy też (nasyca) tranzystor T1, co podtrzyma przepływ prądu przez R1. W układzie wystąpi silne dodatnie sprzężenie zwrotne – struktura tyrystorowa T1, T2 zostanie na trwałe włączona.

Z upływem czasu napięcie na rozładowywanym ogniwie będzie się zmniejszać. Zmniejszać się też będzie prąd rozładowania. **Rysunek 5** ilustruje zmierzoną charakterystykę prądową rozładowania.



Podczas rozładowania zmniejszać się też będzie napięcie na R1 (pomińmy na chwilę napięcie nasycenia T1). Obniżające się pomalutku napięcie na R1 spowoduje, że prąd bazy i kolektora T2 stopniowo będą się zmniejszać. Jeżeli będzie zmniejszał się prąd kolektora T2, to zmniejszać się będzie też prąd bazy nasyczonego do tej pory T1. Zmniejszenie prądu bazy spowoduje, że zacznie rosnąć napięcie nasycenia T1, a to dodatkowo spowoduje zmniejszenia napięcia na R1. Znow da o sobie znać silne dodatnie sprzężenie zwrotne – po opadnięciu napięcia akumulatora do około 0,85V spowoduje ono szybkie wyłączenie T1 i T2 i gwałtowny spadek prądu z wartości około 0,57A niemal do zera. Ponieważ zostanie zatkany tranzystor T2, napięcie baterii zostanie podane na bazę T3, co spowoduje włączenie diody LED i brzęczyka. Z rozładowywanego ogniwa będzie teraz pobierany znikomy prąd płynący przez R4, R5 i obwód bazy T3.

Tu dociekliwi Czytelnicy mogą się zastanawiać, czy aby niskie napięcie rozładowanej baterii rzeczywiście otworzy T3. Otóż

po wyłączeniu T1 i T2 na pewno przestanie płynąć duży prąd obciążenia, który zgodnie z rysunkiem 5, nawet tuż przed końcem rozładowania przekracza 0,5A. Już samo to spowoduje po wyłączeniu prądu obciążenia skokowy wzrost napięcia akumulatora i włączenie T3.

Należy podkreślić, że do prawidłowego działania sygnalizatora niezbędne jest pomocnicze napięcie zasilania, dołączone do punktów P, O. Jednak brak tego napięcia, a tym samym brak sygnalizacji, nie spowodują szkodliwego, głębokiego rozładowania ogniwa. Po obniżeniu się napięcia danego ogniwa do około 0,85V zostanie wyłączona struktura tyrystorowa T1, T2. Spowoduje to zmniejszenie obciążenia ogniwa do znikomej wartości ułamka miliampera. Ogniwa nie zostaną rozładowane do zera, ale bez napięcia pomocniczego i sygnalizacji dźwiękowej nie zostaną zmierzone czasy rozładowania, a tym samym pojemność. Jeśli brzęczyk nie przywoła osoby obsługującej, cykl pracy okaże się bezwartościowy.

Co ciekawe, po opisanym wyłączeniu obciążenia napięcie ogniwa stopniowo wzrośnie, i to nawet do wartości powyżej 1,1V. Nie spowoduje to jednak ponownego włączenia prądu obciążenia właśnie z uwagi na obecność struktury tyrystorowej. Niektórzy Czytelnicy słusznie będą się zastanawiać, czy po takim cyklu rozładowania w akumulatorze nie pozostanie jeszcze znacząca ilość energii. Rzeczywiście, w akumulatorze pozostanie trochę energii. I tu wskazówka dla dociekliwych: po zakończeniu cyklu rozładowania można poczekać godzinę czy dwie, żeby ogniwa „odpoczęły” i jeszcze raz przeprowadzić rozładowanie. Czasy rozładowania w tym drugim cyklu też mogą przynieść ciekawe informacje o kondycji poszczególnych ogniw.

Warto dodać, że celowo w przyrządzie prąd rozładowania jest rzędu 1A. Tak duże prądy pobierane są przez wiele współczesnych urządzeń, jak choćby przez aparaty fotograficzne. Przy ogniwach AA (R6) o pojemnościach do 3000mAh zapewnia to

czas pomiaru rzędu najwyżej kilku godzin i nie grozi zrywaniem użytkownika w środku nocy. Pomiar przy tak znacznym prądzie lepiej pokaże właściwości baterii niż pomiar przy małym prądzie rozładowania. Warto też pamiętać, że wydrukowana na obudowie akumulatora pojemność często ma niewiele wspólnego z rzeczywistością. Ogólnie biorąc, czym mniejszy prąd rozładowania, tym wynik pomiaru pojemności lepszy, dlatego producenci chętnie określają pojemność przy małych prądach rozładowania. Ponadto zdarzają się rozmaite rodzaje uszkodzeń i utraty parametrów, na przykład gdy pojemność pozostaje duża, a obniża się napięcie podczas pracy, co automatyka aparatu fotograficznego traktuje jako zużycie baterii i uniemożliwia wykorzystanie dostępnej pojemności.

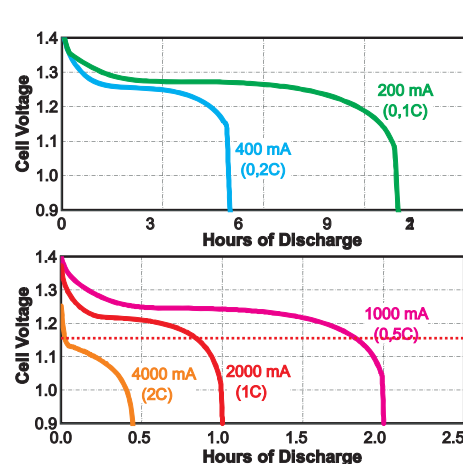
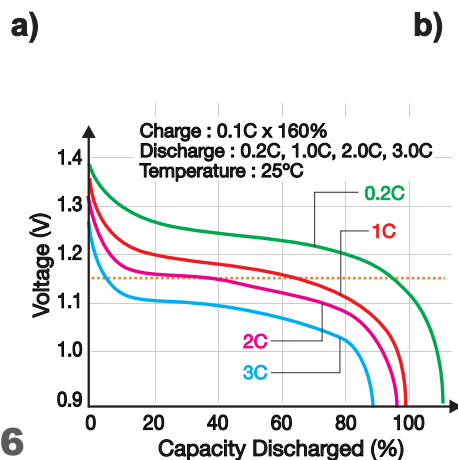
Możliwości zmian

Dokładność porównania pojemności czterech badanych ogniw zależy od tego, na ile jednakowe będą prądy rozładowania czterech kanałów urządzenia. Zależy to głównie od wartości rezystorów R1A...R1D, które mogą być rezystorami drutowymi o tolerancji nawet 10%. Kto chciałby we własnym zakresie ustawić dokładnie jednakowe wartości prądów za pomocą „wzorcowego” akumulatora i amperomierza, może równoległe do R1 dolutować rezystory o indywidualnie dobranej wartości (10Ω...150Ω).

Jeśli ktoś zamiast koszyczków wlutowanych w płytkę chciałby zastosować inne koszyczki lub gniazda baterii, a ponadto pracować przy większym prądzie rozładowania, powinien też uwzględnić oporność przewodów i ścieżek. Warto przylutować miedziane druty wzdłuż „gołych” ścieżek zaznaczonych na rysunku 2 kolorem pomarańczowym. Ponadto niektóre koszyki baterii mają sprężynki z drutu o wysokiej oporności, co przy prądach rzędu amperów daje niedopuszczalnie duże spadki napięcia.

Jak pokazuje rysunek 5, prąd rozładowania silnie zależy od napięcia akumulatora. Nominalny prąd, równy 1A, uzyskuje się

przy napięciu akumulatora około 1,15V. Zaproponowane wartości elementów układu, dające prąd nominalny 1A, wydają się optymalne, jeśli wziąć pod uwagę podawane przez producentów charakterystyki rozładowania. Przykład dla



ogniwa NiMH pokazany jest na **rysunku 6a**. Jednak inni producenci podają odmienne charakterystyki, wskazujące na wyższe napięcie rozładowania – **rysunek 6b**. Charakterystyki zmieniają się też znacząco w związku ze zużyciem akumulatorów. Jeżeli więc ktoś chciałby zmniejszyć lub zwiększyć prąd rozładowania, może zmieniać wartość R1 (R1A...R1D) w zakresie $0,47\Omega...4,7\Omega$.

Kto chce, może wymienić brzęczyk na egzemplarz o niższym napięciu, np. 3V, i obniżyć pomocnicze napięcie zasilania do 6V. Warto przy tym pamiętać, że prawidłowe działanie opisywanego „ręcznego” miernika pojemności zależy od tego, czy świdrujący dźwięk brzęczyka przywoła osobę testującą, by zapisała czas rozładowania kolejnego ogniwa. Dlatego warto zadbać, by brzęczyk był jak najgłośniejszy.

Łatwo obliczyć, że tranzystor T1 przewodzi prąd o wartości poniżej 1A, a moc w nim wydzielana

jest mniejsza niż 500mW. Wskazywałyoby to na możliwość wymiany T1 na tranzystor mniejszej mocy. Tym bardziej na mniejszy można byłoby wymienić tranzystor T2, który pracuje przy prądzie rzędu 100mA,

wyznaczonym przez R4. Można dokonać takich zmian, ale należy mieć świadomość skutków. Odrobinę wyższa cena tranzystorów mocy nie powinna tu mieć znaczenia. Problemem nie są też straty mocy w tranzystorach ani ich maksymalny prąd. Chodzi o to, że napięcie baza-emiter zależy od powierzchni złącza, a ściślej – decydujące znaczenie ma gęstość prądu (prąd na jednostkę powierzchni złącza). Przy danym prądzie bazy napięcie baza-emiter będzie w tranzystorach małej mocy większe niż w tranzystorach dużej mocy. Oznacza to, że wymiana tranzystorów T1, T2 na mniejsze, spowoduje podwyższenie napięcia końcowego rozładowania. Testy pokazały, że z tranzystorami BD243/244 napięcie końca rozładowania wynosi w temperaturze pokojowej około 0,85V, co jest bardzo dobrą wartością i raczej nie ma potrzeby tego zmieniać.

Wykaz elementów (w kolejności lutowania)

1	✓	zwora obok R1A (kolor niebieski na rys 2)
2		R2A...R2D – 2,2Ω (czerw.- czerw.-złoty-złoty)
3		R3A...R3D – 2,2Ω (czerw.- czerw.-złoty-złoty)
4		R4A...R4D – 10Ω (brąz.-czar.-czar.-złoty)
5		R5A...R5D – 1kΩ (brąz.-czar.-czerw.-złoty)
6		R6 – 1kΩ (brąz.-czar.-czerw.-złoty)
7		R1A...R1D – 1,5Ω (czar.- ziel.-złoty-złoty)
8		Y1 – brzęczyk piezo z gen. 12V
9		T3A...T3D – BC548B
10		S1A...S1D – przyciski
11		D1A...D1D – LED czerwona 3mm
12		T1A...T1D – BD244
13		T2A...T2D – BD243
14		B1A...B1D – koszyk baterii 1xAA (R6)
15		złączka baterii (kijanka) – do punktów P, O

Komplet podzespołów z płytka jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-771.

Piotr Górecki