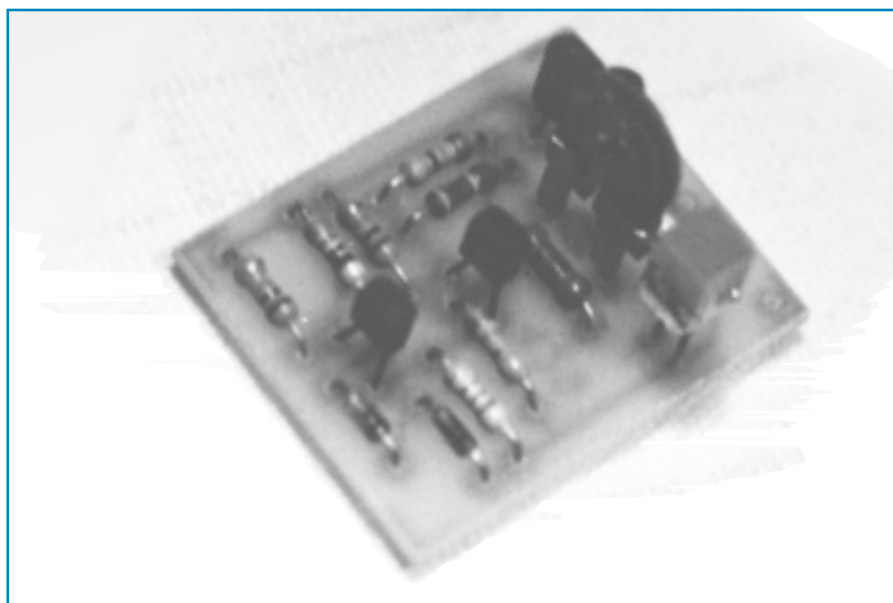


Kontroler napięcia akumulatorów w latarce

Coraz większą popularnością cieszą się miniaturowe akumulatory produkowane w typowych obudowach baterii. Niska cena, duża liczba cykli ładowania i rozładowywania, oraz coraz większa pojemność przemawiają za zakupem akumulatorów. Zdecydowana większość urządzeń zasilanych bateryjnie przystosowana jest fabrycznie do pracy z akumulatorami. Nie każdy jednak zdaje sobie sprawę z ich ograniczeń eksploatacyjnych. Poniższy artykuł pozwoli zapoznać się z niebezpieczeństwami jakie czyhają na użytkowników akumulatorów.



Na rynku można dziś spotkać dwa zasadnicze typy akumulatorów zasadowych:

- niklowo-kadmowe NiCd;
- niklowo-metaliczno-wodorkowe NiMH.

Określenie akumulatoru zasadowego pochodzi od zastosowanego w nim elektrolitu. Akumulatory zasadowe charakteryzują się dużą gęstością zgromadzonej w nich energii. Oznacza to że ilość możli-

wej do akumulowania energii jest duża w stosunku do masy i objętości akumulatora. Innymi ich zaletami są:

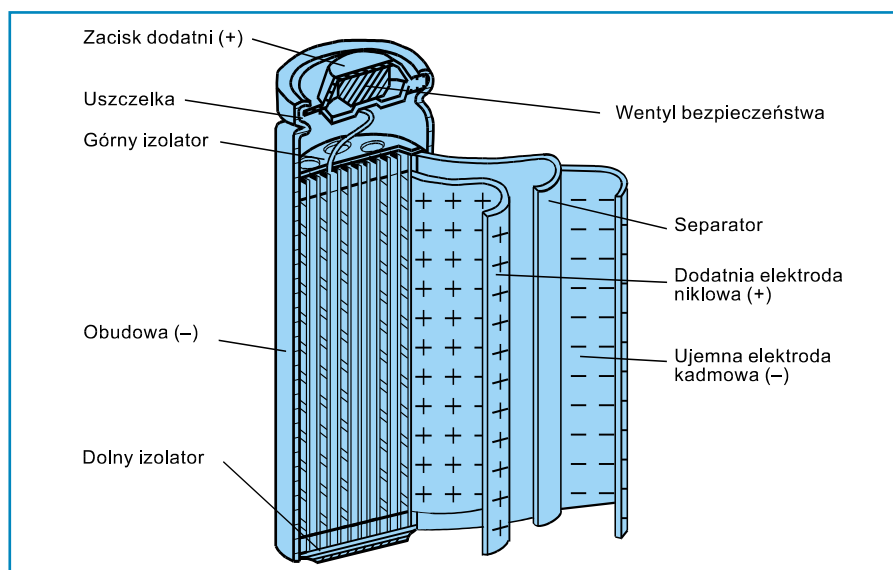
- duże wartości prądów rozładowania;
- długi czas życia;
- duża liczba cykli ładowania i rozładowywania;
- brak konieczności obsługi (uzupełniania elektrolitu).

Pierwszy akumulator niklowo-kadmowy został skonstruowany w 1932r, ale do masowej produkcji został wprowadzony dopiero w latach 60-tych, kiedy to pojawiły się pierwsze półprzewodniki. Akumulator składa się z elektrody ujemnej wykonanej z kadmu i dodatniej wykonanej z niklu, stąd pochodzi jego nazwa (rys. 1). Jako elektrolit zastosowano w nim wodny roztwór wodorotlenku potasu. Elektrody, w celu uniknięcia zwarcia, rozdzielone są porowatym separatorem wykonanym z tworzywa sztucznego. Umożliwia on swobodny przepływ elektrolitu równocześnie izolując od siebie dwie metalowe elektrody. W akumulatorach cylindrycznych elektrody mają postać folii, rozdzielonej jak najcieńszym separatorem, zwiniętej spiralnie. Taki zwój umieszczony jest w metalowej obudowie i uzupełniony o dolny i górny izolator. Obudowa wypełniona jest elektrolitem i wyposażona w zawór bezpieczeństwa zapobiegający powstawaniu nadciśnienia przy silnym przeładowaniu, kiedy to powstający wewnątrz akumulatora tlen i wodór mogłyby rozsadzić obudowę. Gazy powstają w czasie ładowania na skutek elektrolizy wody i w normalnych warunkach są w całości pochłaniane przez materiały z których wykonany jest akumulator, dlatego też nie wymaga on obsługi, czyli uzupełniania elektrolitu.

Elektroda dodatnia połączona jest z górnym zaciskiem akumulatora, a ujemna z obudową. Dzięki zwijanej konstrukcji elektrod uzyskano bardzo dużą ich powierzchnię, od której zależy pojemność akumulatora. Duże prądy rozładowania możliwe są dzięki małej rezystancji wewnętrznej akumulatora uzyskanej przez zastosowanie bardzo cienkiego separatora.

Akumulatory niklowo-kadmowe dają napięcie ogniwa ok. 1,2 V. W ogniwie w pełni naładowanym napięcie na zaciskach wynosi ok. 1,35 ÷ 1,5 V, a w ogniwie wyładowanym ok. 0,9 ÷ 1,1 V.

W czasie ładowania do akumulatora dostarcza się więcej energii niż otrzymuje się przy rozładowaniu. Dla większości



Rys. 1 Budowa cylindrycznego akumulatora zasadowego NiCd

akumulatorów tego typu przyjmuje się wartość doprowadzonej energii jako 140% pojemności znamionowej akumulatora, oznaczanej jako współczynnik ładowania 1,4. Normalny prąd ładowania wynosi 0,1C w czasie 14÷16 godz. (dla 16 godzin współczynnik ładowania wynosi 1,6). Prąd ładowania można określić na podstawie wzoru:

$$I [A] = \frac{1,4 \cdot Q [Ah]}{t [h]}$$

gdzie:

I [A] - prąd ładowania;

1,4 - współczynnik ładowania;

Q [Ah] - pojemność znamionowa, podawana także w [mAh];

t [h] - czas ładowania (h - hour, ang. godzina).

Pojemność znamionowa akumulatora C definiowana jest jako iloczyn czasu i prądu rozładowania. Wartość prądu dobrana jest w taki sposób aby po czasie rozładowania wynoszącym 5 godzin otrzymać napięcie na zaciskach akumulatora równe 1,0 V. Rozładowanie przeprowadza się stałym prądem w temperaturze 20±5°C.

Przy podawaniu prądów zarówno ładowania i rozładowania stosuje się często pojęcie prądu rozładowania, odniesionego do pojemności znamionowej akumulatora, oznaczanego jako C lub CA:

$$CA [A] = \frac{Q [Ah]}{t [h]}$$

gdzie:

Q [Ah] - pojemność znamionowa;

t [h] - czas rozładowywania;

CA [A] - prąd rozładowania.

W praktyce prąd rozładowania zapisywany jest w nieco innej postaci. Dla przykładu rozładowując akumulator w jednej godzinie otrzymuje się wartość prądu liczbowo równą pojemności akumulatora. Dla akumulatora o pojemności 1 Ah wartość prądu rozładowania wynosi 1 A przez jedną godzinę, czyli C = 1 A, jest to tak zwany prąd jednogodzinny 1C. Dla tego samego akumulatora rozładowanego przez 10 godzin prąd przyjmuje wartość 0,1 A, a C = 0,1 A, jest to tak zwany prąd dziesięciogodzinny zapisywany jako 0,1C. Podobnie jest dla innych czasów rozładowania. Zatem operując wielkością prądu C można opisywać znormalizowaną wielkość prądu odniesioną do pojemności akumulatora.. Umożliwia to podawanie uniwersalnych wartości prądu dla akumulatorów o różnych po-

jemnościach. Poniższy przykład ilustruje tą zależność.

Akumulator o pojemności

Q = 1200 mAh:

1C = 1,2 A - prąd jednogodzinny;

0,1C = 0,12 A - prąd dziesięciogodzinny;

4C = 4,8 A - prąd piętnastominutowy;

5C = 6A - prąd dziesięciominutowy.

Akumulator o pojemności

Q = 0,75 Ah:

1C = 0,75 A - prąd jednogodzinny;

0,1C = 0,075A-prąd dziesięciogodzinny;

4C = 3,0 A - prąd piętnastominutowy;

5C = 3,75 A - prąd dziesięciominutowy.

Maksymalny ciągły prąd rozładowywania akumulatorów NiCd nie powinien przekraczać 8÷10C. Przy takim dużym poborze prądu akumulator rozładowuje się w ciągu ok. 4÷5 minut. Impulsowo możliwy jest pobór prądu nawet do 100C.

Na rysunku 2a przedstawiono zależność napięcia na zaciskach akumulatora w funkcji pojemności rozładowanej dla różnych wartości prądu rozładowania. Okazuje się, że im większym prądem rozładowujemy akumulator, tym mniej jego energii możemy wykorzystać (dla prądu 4C tylko 65%). Drugi wykres (rys. 2b) przedstawia wpływ temperatury na proces rozładowania. Dane te dotyczą wszystkich akumulatorów NiCd, choć w zależności od typu i producenta mogą się nieznacznie różnić.

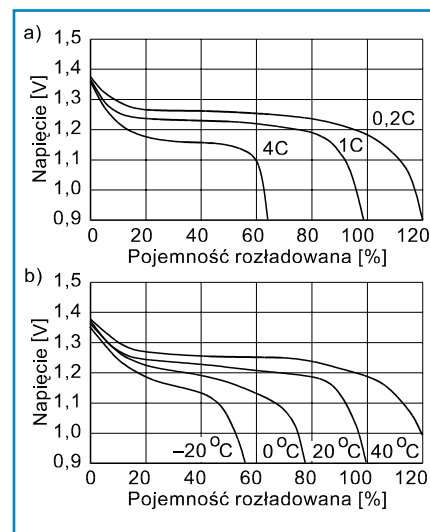
w akumulatorach NiCd, co jest ich największą zaletą. Na rynku można spotkać akumulatory w obudowie baterii R6 o pojemności nawet 1500 mAh. Napięcie ogniwa wynosi 1,2 V. Ogniwo w pełni naładowane ma napięcie 1,45÷1,50 V, a wyładowane 1,0 V.

Zasada działania ogniwa NiMH polega na magazynowaniu gazowego wodoru w stopie metalu. Płytką niklową tworzy elektrodę dodatnią, a elektrodą ujemną jest specjalny stop metali ziem rzadkich: niklu, magnezu, aluminium i kobaltu. Proporcje wszystkich składników decydują o pojemności akumulatora i stanowią ściśle strzeżoną tajemnicę producentów. Podczas ładowania i rozładowywania wódór przemieszcza się pomiędzy elektrodami gromadząc, lub oddając energię.

Do wad akumulatorów NiMH należy zaliczyć mniejszą szybkość ładowania. Nie dotyczy to cyklu dziesięciogodzinnego, dla którego współczynnik ładowania wynosi także 1,4. Problemy zaczynają się przy ładowaniu szybkim. Minimalny czas ładowania ogniwa wynosi ok. 1 godziny. Podobnie jest też z rozładowywaniem. Nie zaleca się prądów rozładowania większych niż 3 do 5C. Zaletą ogniwa jest brak „efektu pamięciowego”

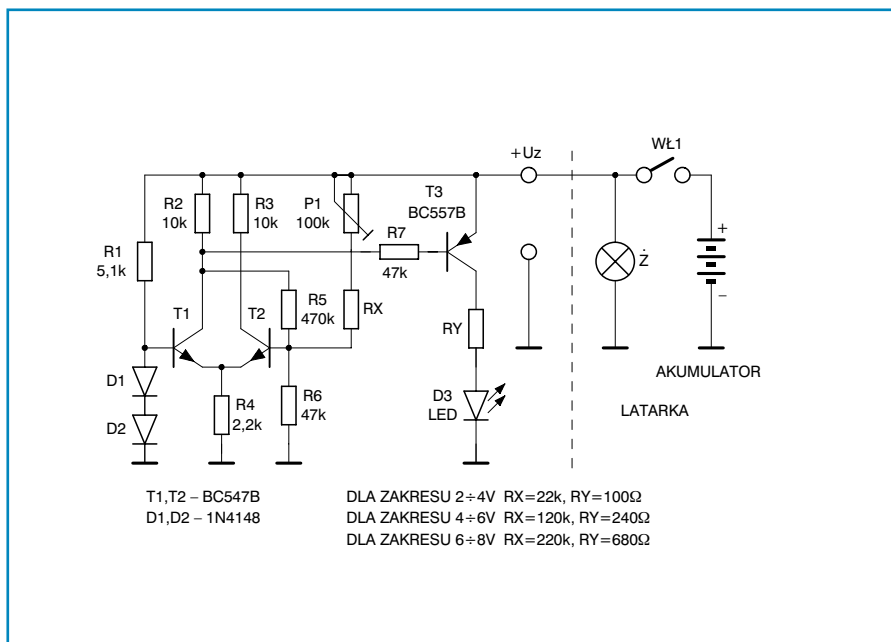
Żywotność współczesnych akumulatorów wynosi ok. 800÷1000 cykli ładowania i rozładowywania, pod warunkiem że są eksploatowane w sposób prawidłowy. Na zmniejszenie żywotności ma wpływ zbyt duża temperatura która wytwarza się przy szybkim ładowaniu i powoduje degradację materiałów z których wykonany jest akumulator. Wpływ temperatury zaznacza się podczas ładowania prądami większymi od 0,3C. Dla większości zwykłych ładowarek o prądzie 0,1C jej wpływ na żywotność akumulatora można pominąć.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem jest prawidłowe rozładowanie akumulatora. Jego żywotność maleje przy bardzo silnym rozładowaniu. Dlatego należy unikać rozładowania poniżej 0,9 V na ogniwo. Jest to szczególnie ważne gdy akumulator składa się z wielu ogniw, lub kilka ogniw połączonych jest szeregowo. Różnice w pojemności rzeczywistej akumulatorów mogą być na tyle duże, że jeden z nich rozładuje się prędzej niż drugi. Przyczyną tego może być także nierówne naładowanie akumulatorów. W efekcie nierównomiernego rozładowania można doprowadzić do sytuacji, kiedy napięcie na jednym akumulatorze spadnie do 0,9



Rys. 2 Napięcie na zaciskach akumulatora podczas rozładowania w funkcji:
a) prądu rozładowania,
b) temperatury akumulatora

Akumulatory niklowo-metaliczno-wodorkowe NiMH powstały w połowie lat 70-tych. Gęstość energii w akumulatorach tego typu jest jeszcze większa niż



Rys. 3 Schemat ideowy kontrolera napięcia akumulatora

V, a na drugim do 0,2 V. Może też wystąpić odwrócenie polaryzacji najbardziej rozładowanego akumulatora. Wszystkie te czynniki powodują skracanie czasu życia akumulatorów. Wskazane jest przyjąć zasadę, że w jednym komplecie, korzysta się z akumulatorów o tej samej pojemności, tego samego producenta i zakupionych w jednym czasie.

Większość urządzeń przeznaczonych do zasilania bateryjnego i akumulatorowego posiada układy kontroli napięcia, które wyłączają pobór prądu gdy napięcie na zaciskach akumulatora spadnie poniżej wartości 0,9÷1,0 V na ogniwo. Zapobiega to nadmiernemu rozładowaniu akumulatorów i skróceniu czasu życia. W niektórych układach nie ma jednak takich zabezpieczeń. Najprostszym z nich jest latarka. Poniżej przedstawiamy prosty układ kontroli napięcia na akumulatorach.

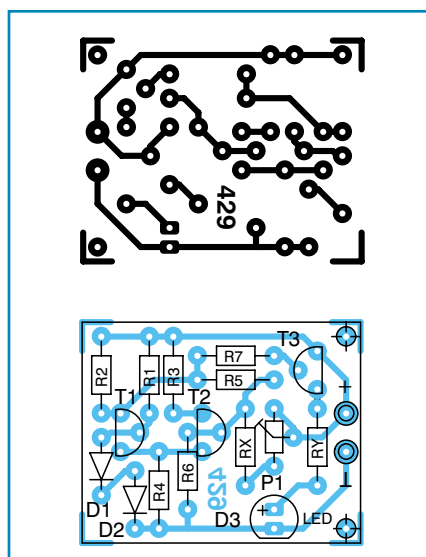
Opis układu

Układ zbudowano na tranzystorach, chcąc zapewnić pracę przy minimalnym napięciu 2,0 V. Co prawda można znaleźć wzmacniacze operacyjne pracujące przy takim napięciu, ale są one dość drogie. Układ składa się z komparatora T1 i T2 pracującego w układzie wzmacniacza różnicowego. Napięcie odniesienia ok. 1,2 V otrzymywane na diodach uniwersalnych D1, D2 doprowadzone jest do wejścia komparatora (baza T1). Natomiast napięcie mierzone, będące równocześnie napięciem zasilania doprowadza się do dru-

giego wejścia komparatora (baza T2) za pośrednictwem regulowanego dzielnika P1, RX, R6. Rezystor R5 wprowadza do układu niewielką histerezę eliminującą oscylacje w chwili przełączania się komparatora.

W sytuacji gdy napięcie zasilania doprowadzane z zacisków akumulatora jest wyższe niż ustawiony próg tranzystor T2 jest nasycony, a T1 zatkany. W efekcie tego zatkania ulega także tranzystor T3 i dioda LED D3 pozostaje zgaszona.

Obniżanie się napięcia zasilającego powoduje, że wartość napięcia na bazie T2 zmniejsza się, natomiast na bazie T1 pozostaje stała dzięki stabilizacyjnemu działaniu diod. Na skutek tego tranzystor T2 zatyka się, a T1 nasycy, powodując



Rys. 4 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

także nasycenie T3 i zapalenie diody LED.

Układ wymaga stosowania różnych wartości rezystorów RX i RY w zależności od napięcia pracy. Wartości te podano na schemacie ideowym (rys. 3). Z uwagi na niskie minimalne napięcie pracy zaleca się stosowanie diody LED o kolorze czerwonym. Przy czym należy wybrać diodę która świeci już przy spadku napięcia 1,6 V. Nie nadają się do tego celu diody super jasne i o podwyższonej jasności pracujące ze spadkiem napięcia 2,1 V.

Regulacja układu jest bardzo prosta. Urządzenie podłącza się do zasilacza regulowanego. Na jego wyjściu ustawia się napięcie takie jak ma kontrolować układ. Na przykład dla latarki lub innego urządzenia zasilanego dwoma ogniwoami NiCd powinno to być napięcie 2 V (napięcie rozładowania 1,0 V na ogniwo). Z kolei dla trzech ogniw 3 V itd. Potencjometr P1 ustawia się w takiej pozycji, aby dioda D3 była na granicy świecenia. Nie wielkie zwiększenie napięcia zasilania powinno spowodować zgaśnięcie diody, a niewielkie zmniejszenie powoduje zapalenie diody pełnym światłem, co oznacza wyładowanie akumulatorów i dalsze zaprzestanie ich eksploatacji.

Wykaz elementów:

Półprzewodniki

T1, T2	– BC 547B
T3	– BC 557B
D1, D2	– 1N4148
D3	– LED kolor świecenia czerwony, patrz opis w tekście

Rezystory

R4	– 2,2 kΩ/0,125 W
R1	– 5,1 kΩ/0,125 W
R2, R3	– 10 kΩ/0,125 W
R6, R7	– 47 kΩ/0,125 W
R5	– 470 kΩ/0,125 W
RX	– patrz schemat ideowy
RY	– patrz schemat ideowy
P1	– 100 kΩ TVP 1232

płytką drukowaną numer 429

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: 1,50 zł + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO - patrz IV strona okładki.