

Rubryka ta powstała pod wpływem waszych listów. Dział zawiera przede wszystkim materiał opisowy, wyjaśniający problemy techniczne, ale będą w niej przedstawiane również projekty opracowane w redakcji, niejako na Wasze zamówienie.

We wcześniejszych odcinkach z serii "Dodatnie sprężenie zwrotne" zostały wyczerpująco omówione akumulatory ołowiowe, czyli kwasowe. Bieżące odcinki poświęcone są pozostałym rodzajom akumulatorów. Dla pełnego zrozumienia przedstawionych zagadnień konieczne może się okazać przypomnienie niektórych wiadomości podanych w poprzednich trzech odcinkach.



C
M
Y
K

Ładowalne ogniwa galwaniczne

Na amerykańskim i zachodnioeuropejskim rynku pojawiły się ładowalne ogniwa alkaliczne. Charakterystyki takich ładowalnych ogniw alkalicznych są pokazane na **rysunku 4**. Wadą takich ogniw jest znaczne samorozładowanie i niewielka ilość cykli pracy, rzędu kilku-kilkunastu. Wspomniane ładowalne ogniwa alkaliczne do tej pory nie zdobyły większej popularności, zwłaszcza w Europie, i są swego rodzaju ciekawostką.

Tu starsi wiekiem Czytelnicy zapewne przypomną sobie stosowaną przed laty (w czasach gdy brakowało baterii) metodę podładowywania zwykłych ogniw jednorazowych niewielkim prądem. Dawało to godne uwagi efekty.

Ładowalne ogniwa alkaliczne pracują na zasadzie podobnej jak zwykłe baterie alkaliczne, jednak ich konstrukcja jest inna. Dlatego w żadnym wypadku nie należy wyciągać zbyt daleko idących wniosków i ładować zwykłych baterii znacznymi prądami, bo skończy się to eksplozją. Zwałaszcza najtańsze baterie

węglowo-cynkowe zupełnie nie nadają się do takich celów. W jednym z ostatnich numerów polskiego wydania czasopisma Elektor Elektronik (EE 1/97) opisano próby przedłużania życia baterii alkalicznych kilku firm zachodnich.

NiCd i NiMH

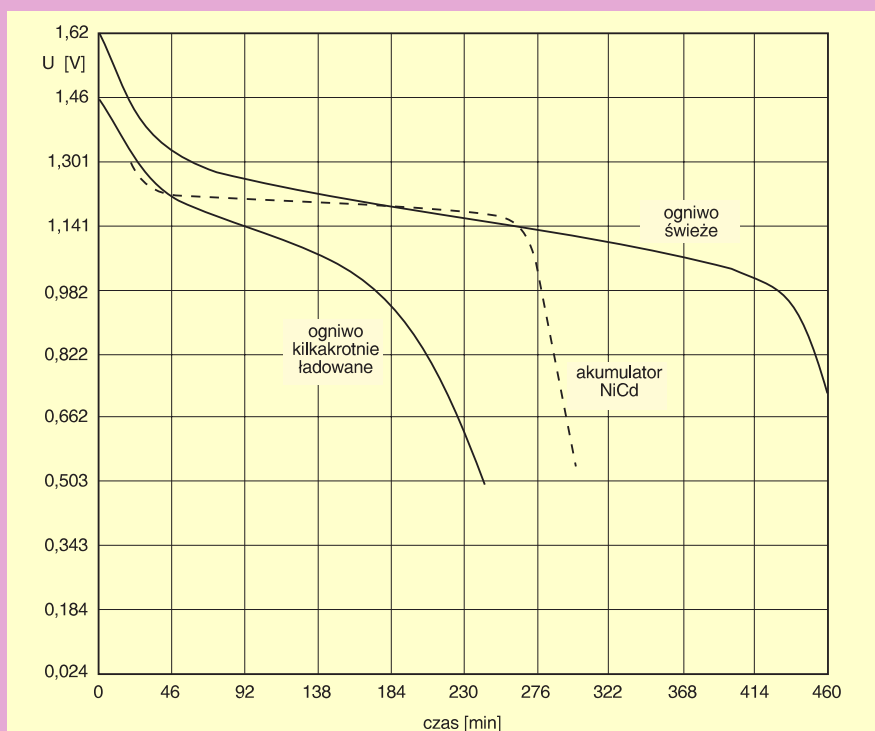
Na naszym rynku najbardziej rozpoznane są tanie akumulatory NiCd. Przy niewygórowanej cenie i dużej liczbie cykli pracy do niektórych zastosowań nadają się wręcz idealnie. Do innych nie nadają się wcale.

Najprościej mówiąc, ze względów ekonomicznych opłaca się zastąpić jednorazowe baterie akumulatorami tylko w urządzeniach pobierających znaczną ilość energii, gdzie wymiana baterii lub ładowanie akumulatorów następuje nie rzadziej niż co miesiąc.

Nowoczesne szczelne akumulatorki niklowo-kadmowe i niklowo-wodorkowe mogą być ładowane dużym prądem przez krótki czas.

Nie znaczy to wcale, że wszystkie, w tym także popularne i najtańsze ogniwa spotykane w sklepach, można ładować w taki szybki sposób. Dla akumulatorów o wymiarach typowych baterii jednorazowych, na etykiecie podane są zalecane sposoby ładowania, np: 70mA 16HRS, 300mA 5HRS, lub 1,2A 1HR. Oznaczenie to podaje prąd i czas ładowania w godzinach.

Jeśli nie ma napisu wskazującego na możliwość ładowania dużym prądem w krótkim czasie, najprawdopodobniej akumulator nie jest przystosowany do takiego ładowania i należy stosować klasyczną metodę ładowania prądem 0,1C przez 15 godzin.



Rys. 4. Charakterystyka rozładowania ładowalnych ogniw alkalicznych.

Jeśli jest tylko napis wskazujący na duży prąd i krótki czas ładowania, na pewno akumulator ten można też bez obawy ładować małym prądem przez długi czas (byłoby tylko włączyć 150% pojemności nominalnej). Nie uszkodzi to ogniwa, a może nawet zwiększyć jego trwałość. Co prawda niekiedy słyszy się opinie, że ładowanie małymi prądami jest niekorzystne, ale dotyczy to akumulatorów NiMH i prądów dużo mniejszych niż 0,1C.

Każdy miniaturowy akumulator można bezpiecznie ładować małym prądem od 0,05...0,1C.

Dla uniknięcia efektu pamięciowego w ogniwach NiCd warto zbudować prosty układ do kontrolnego, pełnego rozładowania akumulatorów (zostanie on przedstawiony w następnym numerze EdW).

Przy akumulatorach NiMH nie trzeba przeprowadzać takiego rozładowania, bo efekt pamięciowy tu nie występuje. Przy korzystaniu z akumulatorów trzeba też dokładnie odróżnić dwie sprawy: możliwość ładowania dużymi prądami oraz odporność na przeładowanie.

Wiele nowoczesnych akumulatorów Ni-Cd i prawie wszystkie NiMH, można ładować dużymi prądami, nawet rzędu 1C. Trzeba jednak pamiętać, że w akumulatorach przewidzianych do szybkiego ładowania, opisane w poprzednim odcinku wewnętrzne zabezpieczenia przed przeładowaniem i przebiegunowaniem (zobacz rys. 2), nie dają wystarczających efektów przy prądach ładowania większych niż 0,1...0,3C. Szczególnie dotyczy to akumulatorów NiMH. Zbyt długie ładowanie dużym prądem z pewnością doprowadzi do uszkodzenia ogniwa, a może nawet do jego wybuchu.

Życie pokazuje, iż wielu użytkowników zapomina wyłączyć ładowarkę w odpowiednim czasie.

Jak podano, ogniwa Ni-Cd można ładować prądem 0,1C, bez obawy uszkodzenia, przez czas wielokrotnie dłuższy niż zalecane 15 godzin. Akumulatory NiMH są pod tym względem wrażliwsze. Nie wszyscy producenci gwarantują odporność na przeładowanie przy prądzie 0,1C. Dlatego na wszelki wypadek można je ładować "bezpiecznym" prądem 0,05C przez około 30 godzin.

Po tych długich rozważaniach można wysnuć prosty wniosek, że do wszystkich małych akumulatorów można, i chyba warto, stosować bezpieczną metodę ładowania małym prądem (NiCd - 0,1C; NiMH - 0,05C) przez długi czas tak, by włączyć ładunek nie mniejszy niż 150% nominalnej pojemności akumulatora. Do tego wystarczy bardzo prosta ładowarka, czy nawet jakikolwiek

zasilacz i szeregowy rezystor ograniczający prąd.

Jedynie ci, którym się naprawdę spieszy, powinni wykorzystywać możliwości szybkiego ładowania. Ale nie jest to takie proste.

Idealna na pierwszy rzut oka metoda ładowania dużym stałym prądem przez określony czas jest dobra, ale grozi uszkodzeniem przy próbie ładowania akumulatorów wyladowanych częściowo.

Ze względu na potrzeby użytkowników oraz odmienne właściwości akumulatorów NiCd, NiMH, do ładowania nie stosuje się bezpiecznej metody ładowania przy stałym napięciu, jaka jest zalecana przy akumulatorach kwasowych. Nawet, gdyby można ją było zastosować, czas pełnego ładowania, z powodu stopniowego zmniejszania się prądu ładowania, byłby zbyt długi jak na oczekiwanie użytkownika. Dlatego opracowano wiele naprawdę sprytnych metod szybkiego ładowania, zapewniających z jednej strony szybkie i pełne naładowanie ogniwa, a z drugiej strony niedopuszczenie do przeładowania i związanych z tym uszkodzeń.

Poniżej opisano kilka interesujących metod takiego szybkiego ładowania. Choćby dla ciekawości, każdy użytkownik akumulatorów powinien znać te podstawowe metody.

Metody szybkiego ładowania

Jak wspomniano, nowoczesne akumulatory NiCd i NiMH mogą być ładowane prądem 1C, a niektóre nawet 2C w czasie odpowiednio półtorej godziny oraz 45 minut. Poszczególne firmy zaproponowały różne metody szybkiego ładowania.

Prostą i skuteczną metodą jest wstępne rozładowanie, a następnie pełne ładowanie prądem o stałej wartości przez czas zapewniający dostarczenie ładunku, równego 150% nominalnej pojemności akumulatora. Metoda ta sprawdza się dobrze także w przypadku próby ładowania ogniwa rozładowanych częściowo. Jest doskonała do ładowania ogniwa NiCd, bowiem skutecznie zapobiega wystąpieniu efektu pamięciowego. Niewielką niedogodnością jest fakt, że cykl ładowania wydłuża się o czas potrzebny na rozładowanie pozostałego w akumulatorze ładunku (w najgorszym przypadku 2...3 godziny).

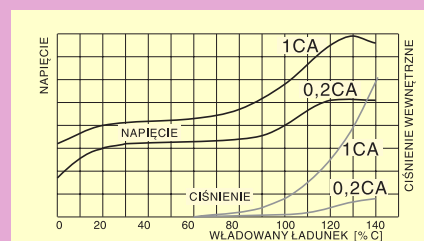
Podana prosta zasada leży u podstaw działania układu scalonego U2400 produkcji niemieckiego koncernu Temic

(Telefunken). Na życzenie czytelników, redakcja EdW może dokładnie opisać kostkę U2400 i zaprojektować płytkę ładowarki z tym układem.

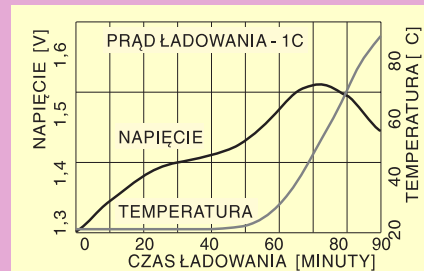
Większość szybkich ładowarek przedstawionych w literaturze i dostępnych na rynku, pracuje z prądami rzędu 1C w oparciu o inne zasady. Kluczem, umożliwiającym zrozumienie tych zasad są rysunki 5, 6 i 7.

Na rysunku 5 pokazano jak w trakcie ładowania zmienia się napięcie na zaciskach akumulatora i jak wzrasta ciśnienie gazów wytwarzanych podczas ładowania. Jak się łatwo domyślić, dłuższe ładowanie dużym prądem, rzędu 1C, szybko doprowadzi do uszkodzenia akumulatora. Ciekawym sposobem określenia momentu pełnego naładowania byłby pomiar ciśnienia wewnętrznego (ale, jak widać z rysunku 5, tylko przy dużym prądzie ładowania). Niestety, żaden z producentów nie wymyślił akumulatorów z wbudowanym wyłącznikiem ciśnieniowym, odłączającym ładowanie po osiągnięciu określonego ciśnienia wewnątrz baterii. Wykorzystuje się natomiast inne oznaki naładowania - pod koniec ładowania bateria nie jest już w stanie przyjąć dalszych ilości energii, więc dostarczana energia musi zamieniać się na ciepło. Temperatura baterii wzrasta. Pokazuje to rysunek 6.

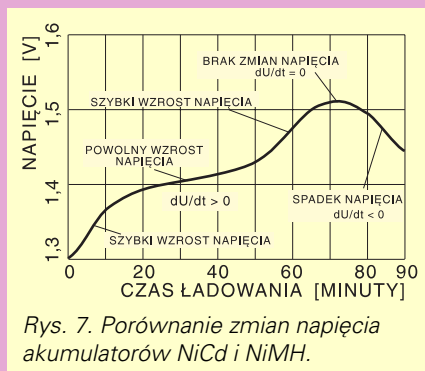
Tu widać dość prosty sposób określania stanu naładowania: przez pomiar temperatury ogniwa. Rzeczywiście taka metoda jest często stosowana. Trzeba jednak pamiętać, że przy małych prądach rzędu 0,1C ten wzrost temperatury bę-



Rys. 5. Zmiany napięcia ogniwa i ciśnienia wewnętrznego przy ładowaniu prądem o różnym natężeniu.



Rys. 6. Przebieg napięcia i temperatury ogniwa podczas ładowania prądem 1C.



Rys. 7. Porównanie zmian napięcia akumulatorów NiCd i NiMH.

dzie bardzo mały, dużo mniejszy, niż pokazano na rysunku 6, ze względu na rozpraszanie ciepła do otoczenia, więc przy małych prądach ładowania sposób ten jest wtedy zupełnie bezużyteczny (porównaj wzrost ciśnienia na rysunku 5 dla różnych prądów ładowania). Metoda z pomiarem temperatury jest skuteczna tylko przy dużych prądach ładowania, rzędu 1C, przy czym czujnik temperatury musi bezpośrednio mierzyć temperaturę akumulatora, a nie temperaturę otoczenia. Choć metoda ta jest skuteczna, ale w praktyce może przysporzyć kłopotów, jeśli ładowane ogniwo nie będzie miało dobrego kontaktu z czujnikiem tempera-

Poszczególne firmy proponują specjalizowane układy scalone do szybkich ładowarek akumulatorów NiCd i NiMH. W poprzednim numerze EdW w rubryce Nowości, ciekawostki wspomniano o kostce, która może sterować ładowaniem wszystkich popularnych typów akumulatorów.

Rozwiązania układowe stosowane w poszczególnych układach scalonych są bardzo różnicowane. W każdym przypadku układ musi posiadać obwody kontroli napięcia i przerzutnik(i) decydujący o trybie pracy. Dostępne dziś układy scalone ładowarek mają zwykle nie jeden, ale kilka niezależnych obwodów zabezpieczeń przed przeładowaniem. Praktycznie wszystkie kostki i oparte na nich ładowarki mają elementy do pomiaru temperatury, wyłączające ładowanie po przekroczeniu określonego progu. Większość kostek zawiera układ czasowy, odłączający ładowanie po upływie zadanego czasu - taki таймер wyłącza ładowanie, jeśli w tym zadany czasie nie zrobią tego inne obwody kontrolne. Większość kostek mierzy też szybkość zmian napięcia akumulatora.

Wiarygodny pomiar napięcia akumulatora podczas ładowania wcale nie jest łatwym zadaniem. Liczne kontrolery przerywają ładowanie na krótki czas pomiaru napięcia - wtedy mierzone jest rzeczywiste napięcie akumulatora w stanie spoczynku. Spadek napięcia na rezystancji wewnętrznej akumulatora, jaki

zawsze występuje w trakcie ładowania, nie fałszuje wtedy wyników pomiaru.

Ale jak powiedziano, sama wartość napięcia ładowania nie może być ostatecznym i jedynym kryterium naładowania, choćby ze względu na zmiany tego napięcia z temperaturą wnętrza akumulatora.

Dlatego znaczna część szybkich ładowarek określa stan naładowania na podstawie zmian napięcia akumulatora, czyli z wykorzystaniem metod nazywanych dU/dt , d^2U/dt^2 i pokrewnych. W tych metodach podstawą jest pomiar i różniczkowanie napięcia. Wykorzystuje się tu zarówno sposoby cyfrowe, jak i analogowe. W sposobach cyfrowych wartość napięcia zamieniana jest na postać cyfrową i przetwarzana przez procesor cyfrowy. W innych kosztach stosuje się wymyślne sposoby analogowe nie wymagające stosowania kondensatorów stałych o dużych pojemnościach. Dla użytkownika, a nawet dla konstruktora ładowarki, zastosowane w kostce sposoby przetwarzania nie są zbyt istotne, bardziej liczy się efekt końcowy, czyli pewność pełnego naładowania ogniwa oraz skuteczność obwodów zabezpieczających przed przeładowaniem i uszkodzeniem. A ta kwestia nie jest taka prosta i wymaga wielu badań i prób.

Jak powiedziano wcześniej, zazwyczaj nie stosuje się ładowania małych akumulatorów NiCd i NiMH przy stałym napięciu. Ze względu na opór wewnętrzny oraz procesy starzenia ogniwa taka prosta metoda (ładowanie przy stałym napięciu) nie dałaby dobrych rezultatów. Zamiast prostej kontroli napięcia, stosuje się wymyślne analogowe i cyfrowe układy, które kontrolują nie tyle wartość, co zmiany napięcia w trakcie ładowania. I tu doszliśmy do określeń dU/dt czy d^2U/dt^2 . Część Czytelników EdW nie uczyła się o różniczkach i pochodnych. Podane określenia wyglądają może groźnie, ale ich sens jest zrozumiały dla każdego. Po prostu chodzi o monitorowanie zmian napięcia w czasie. Na rysunku 7 pokazano to jaśniej. Na początku ładowania napięcie akumulatora rośnie dość szybko, potem nieco wolniej, potem znów szybciej, potem przestaje rosnąć i wreszcie zaczyna się zmniejszać. Zapis dU/dt oznacza po prostu szybkość zmian napięcia w czasie. Ta szybkość zmian jest dodatnia w pierwszej fazie ładowania, bowiem napięcie wzrasta z upływem czasu, potem wynosi zero i wreszcie staje się ujemna, bo napięcie zmniejsza się z upływem czasu. Wystarczy zbudować układ elektroniczny, który będzie sprawdzał tę szybkość zmian napięcia i odłączy lub zmniejszy ładowanie, gdy napięcie przestanie rosnąć (matematyk zapisze ten warunek: $dU/dt = 0$, taki za-

pis spotyka się też często w katalogowych opisach ładowarek). Do tego czasu akumulator naładuje się w 80...90%. W najprostszym przypadku to wystarczy i akumulator można wyjąć i wykorzystać. W większości praktycznych rozwiązań, po osiągnięciu takiego stopnia naładowania, ładowarka automatycznie przełącza się w inny tryb pracy i akumulator nadal jest ładowany niewielkim prądem, rzędu 0,1C. Pozwala to bezpiecznie włączyć cały potrzebny ładunek i nie grozi uszkodzeniem akumulatora w przypadku pozostawienia go w ładowarce przez wiele godzin.

Inne ładowarki określają nie tylko szybkość zmian (czyli pochodną) napięcia w czasie, ale także zmiany tej szybkości (czyli drugą pochodną) w czasie. Wtedy w katalogowym opisie kostki można spotkać określenie d^2U/dt^2 .

Jeszcze raz należy podkreślić, że metody określania momentu końca ładowania oparte na pomiarze temperatury i na monitorowaniu zmian napięcia ładowania są skuteczne tylko przy dużych prądach ładowania, rzędu 1C i większych.

Jak widać z podanego krótkiego opisu, w praktyce sprawa szybkich ładowarek nie jest tak prosta, jak wyglądałoby na pierwszy rzut oka. Na przykład poszczególne ogniwa w trakcie użytkowania starzeją się i tracą pierwotne parametry w niejednakowym stopniu. W zasadzie należałoby ładować każde ogniwo oddzielnie. W przypadku bloków składających się z kilku ogniw umieszczonych w nierozbieralnej obudowie jest to zupełnie niemożliwe. Pojedyncze akumulatory w obudowach standardu ogniw R6, R14, R20 mogą być ładowane indywidualnie, ale wtedy należałoby dla każdego akumulatora zbudować oddzielny układ sterujący, co radykalnie zwiększy koszty.

Przy wyborze sposobu ładowania, należy więc dokładnie przemyśleć celowość, zalety i wady poszczególnych metod, a nie tylko kierować się hasłami reklamowymi stosowanymi przez poszczególnych wytwórców akumulatorów i ładowarek.

Układy monitorujące pracę akumulatorów

W wielu współczesnych urządzeniach przenośnych zachodzi potrzeba ciągłego nadzorowania akumulatora i określania w dowolnym momencie pracy pozostałego jeszcze w nim ładunku. Najprościej jest określić stan naładowania akumulatora ołowiowego (kwasowego) lub litowo-jonowego. W akumulatorach tych typów napięcie zmienia się liniowo w zależności od stanu naładowania. Wystarczy więc zastosować układ pomiaru napięcia.

Akumulatory NiCd i NiMH nie mogą być kontrolowane w ten sposób. W czasie rozładowania napięcie na nich pozostaje przez dłuższy czas jednokowe. Do ciągłego monitorowania stanu takich akumulatorów stosowane są specjalne układy scalone, które działają na zasadzie dwukierunkowego licznika cyfrowego. Podczas ładowania stan licznika zwiększa się proporcjonalnie do wartości prądu ładowania. Analogicznie, podczas rozładowania zawartość licznika zmniejsza się z szybkością zależną od prądu rozładowania. Tym samym aktualna zawartość licznika świadczy o stanie naładowania. Oczywiście dla osiągnięcia wymaganej dokładności konieczne jest uwzględnienie samorozładowania i innych zależności.

Zawartość licznika może być zobrażowana na wyświetlaczu LCD lub LED.

Układ nadzorujący wbudowany jest obudowę bloku akumulatorowego, czyli jest nierozłącznie związany z konkretnym egzemplarzem baterii akumulatorów.

Układy tego typu zdają egzamin w urządzeniach, gdzie zarówno prąd ładowania, jak i pobór prądu mają stałą wartość.

Spotyka się też inteligentne akumulatory z wbudowanym układem nadzorującym, które współpracują z zasilanym urządzeniem i przekazują do niego w postaci cyfrowej aktualne informacje o stanie akumulatora. Takie inteligentne akumulatory przeznaczone są do nowoczesnych komputerów przenośnych - laptopów, oraz do innych przenośnych urządzeń cyfrowych.

Układy scalone takich kontrolerów są opisywane w katalogach, jednak ich praktyczne wykorzystanie przez amatorów jest utrudnione, z uwagi na konieczność dostosowania do konkretnych akumulatorów, co wiąże się z przeprowadzeniem prób i doświadczeń.

Sprawdzanie stanu akumulatora

Często stosowaną, bardzo prostą metodą sprawdzania stanu akumulatora NiCd jest pomiar prądu zwarcia. Trzeba jednak pamiętać, że już akumulator NiCd o wielkości baterii R6 dostarcza w stanie zwarcia prądu o natężeniu kilku...kilkunastu amperów. Duże akumulatory dają prąd dużo większy. Tak duży prąd, płynąc przez akumulator nagrzewa go i po krótkim czasie może doprowadzić do uszkodzenia. Czas zwarcia musi być więc ograniczony do co najwyżej kilku sekund.

Prąd zwarcia ograniczony jest przez rezystancję wewnętrzną, a ta nie jest wprost proporcjonalnie zależna od stanu zużycia i dostępnej pojemności akumulatora.

Ponadto prąd zwarcia w ciągu tych kilku sekund zmniejsza się, niekiedy nawet kilkakrotnie. Porównanie należałoby zatem przeprowadzać zawsze tym samym, ściśle określonym czasie zwarcia.

Niektóre zestawy akumulatorów wyposażone są w bezpiecznik elektroniczny, wyłącznik bimetalowy, lub termistor PTC, wyłączający akumulator przy próbie pobrania zeń dużego prądu. Takie zabezpieczenie uniemożliwia skorzystanie z tego sposobu.

Z podanych względów metoda określania stanu akumulatora na podstawie wartości prądu zwarcia nie jest niezawodna, a wyniki wcale nie są łatwe do zinterpretowania.

Podsumowanie

W artykule omówiono w przystępny sposób podstawowe zasady nowoczesnych metod szybkiego ładowania miniaturowych akumulatorów Ni-Cd i NiMH.

Należy wyraźnie podkreślić, że szybkie metody ładowania mogą być stosowane tylko w przypadku akumulatorów przeznaczonych do takiego ładowania, wyraźnie oznaczonych.

Natomiast wszystkie akumulatory NiCd i NiMH mogą być bezpiecznie ładowane prądem 0,1C przez 14...16 godzin.

Dlatego w wielu przypadkach nie warto tracić czasu na samodzielne opracowanie i wykonanie szybkiej ładowarki, a raczej stosować starą, prostą, skuteczną i bezpieczną metodę ładowania prądem 0,1C przez 15 godzin.

Dla uniknięcia efektu pamięciowego w ogniwach NiCd warto zbudować prosty układ do kontrolnego, pełnego rozładowania akumulatorów (zostanie przedstawiony w następnym wydaniu EdW).

Przy akumulatorach NiMH w zasadzie nie trzeba przeprowadzać takiego rozładowania, bo efekt pamięciowy w nich nie występuje. Ale za to za wszelką cenę należy unikać przeładowania, bowiem nie wszyscy producenci gwa-

rantują odporność na przeładowanie przy prądzie 0,1C (na wszelki wypadek można je ładować "bezpiecznym" prądem 0,05C przez około 30 godzin lub dłużej).

Niektórzy producenci akumulatorów NiMH zalecają ładowanie ich prądami rzędu 0,5...1C i twierdzą, że przy małych prądach ładowania mogą wewnątrz zachodzić szkodliwe procesy zmniejszające nieco trwałość takich akumulatorów. Kto chciałby ładować jakiegokolwiek akumulatory prądami większymi niż 0,1C, może zastosować metodę ze wstępnym rozładowaniem i układem czasowym.

W tej prostej i skutecznej metodzie należy w każdym cyklu ładowania zastosować wcześniej rozładowanie kontrolne do napięcia 0,9V/ogniwo, a dopiero potem ładowanie mniejszym lub większym prądem przez taki czas, aby włączyć ładunek równy 120...150% nominalnej pojemności akumulatora. Wcześniejsze rozładowanie kontrolne na pewno zapobiegnie uszkodzeniom akumulatorów, które w czasie pracy zostały rozładowane tylko częściowo.

Szybkie ładowarki powinni sprawić sobie tylko ci, którzy posiadają odpowiednie akumulatory i którym się naprawdę spieszy.

Na życzenie Czytelników na łamach EdW mogą zostać przedstawione zarówno układy scalone do szybkich ładowarek (np. z serii U240X Telefunken, MAX2003 lub podobne), jak i wspomniane kostki monitorujące na bieżąco pracę akumulatorów NiCd. Redakcja może również opracować praktyczny, prosty miernik pojemności akumulatorów, pracujący na zasadzie kontrolnego rozładowania akumulatora określonym prądem. Prosimy o listy w tej sprawie. Czekamy także na listy z praktycznymi doświadczeniami i opiniami na temat akumulatorów zasadowych, które mogą zostać przedstawione w Poczcie lub Forum Czytelników.

(red)

GEMBARA Poznań

Co tydzień przywozimy towar z firmy SPOERLE ELECTRONIC według zamówień klienta

tel. 0-61 66 51 12
fax 0-61 68 41 39
(automat)

A.Z. ELEKTRONIK s.c

05-622 Belsk Duży ul. Jabłoniowa 23.
tel. (0488)611 666,611 466
fax. (0488) 611 500
NIP. 797-10-02-117

BEZPOŚREDNI IMPORT ARTYKUŁÓW ELEKTRONICZNYCH

OFERUJEMY:

- FILTRY CERAMICZNE, REZONATORY KWARCOWE
- PÓŁPRZEWODNIKI, DIODY, TRANZYSTORY
- DIODY ŚWIECĄCE, NADAWCZE, ODBIORCZE PODCZERWIENI.
- KONDENSATORY CERAMICZNE, ELEKTROLITYCZNE
- GŁOWICE MAGNETOFONOWE
- OSPRZĘT TELE-AUDIO, KABLE, ROZGAŁĘŻNIKI
- SŁUCHAWKI MIKROFONY
- NARZĘDZIA