

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Inteligentna ładowarka akumulatorów NiCd/NiMH

Rosnąca liczba urzędzeń przenośnych stawia przed elektronikami nowe wyzwania. Jedno z nich podjął Czytelnik, w wyniku czego powstał projekt prezentowany w artykule.

Rekomendacje: łatwy w wykonaniu projekt szybkiej ładowarki do popularnych akumulatorów stosowanych m.in. w przenośnym sprzęcie audio.



Z pewnością każdy użytkownik przenośnych urzędzeń zasilanych bateryjnie został kiedyś zaskoczony, gdy próbując włączyć swoje elektroniczne cacko, dowiedział się, że... akumulatory się wyładowały. Nie ma z tym większego problemu, gdy jest to telefon komórkowy wyposażony w specjalną ładowarkę. Po godzinie czy dwóch możemy na nowo korzystać z urzędzenia. W dużo gorszej sytuacji są ci, którzy słuchali muzyki z kasety czy płyty, lub w środku nocy odmówiła pracy klasyczna latarka na dwa „paluszki”. Zaopatrzeni w sklepową ładowarkę muszą oni odstawić baterie na kilka godzin w celach regeneracyjnych. No i niestety walkman, małe ręczne radio, discman i latarka stały się bezużyteczne. Ale - głowa do góry - nadchodzi odsiecz...

Układ, który chciałem zaprezentować, nie jest żadną rewelacją, aczkolwiek posiada kilka przydatnych funkcji, które w kilku słowach postaram się przybliżyć.

Dostępne na rynku popularne akumulatory NiCd charakteryzują się znamionowym napięciem równym 1,25 V. Jest to teoretyczne napięcie ogniwa rozładowanego do połowy pojemności. Reakcje elektrochemiczne zachodzące w ogniwie podczas rozładowywania są odwracalne pod warunkiem, że nie nastąpi utrata gazu (tlenu w ogniwach NiCd, wodoru w NiMH). Przyczyną „wycieku” może być nadmierne rozładowanie ogniwa (szeregowe połączenie kilku ogniw w baterię) - gdy jego napięcie spadnie do zera, płynący wówczas wsteczny prąd powoduje nagrzewanie, ulatnianie się gazu i w efekcie zniszczenie lub nawet eksplozję akumulatora. Również podczas ładowania dużym prądem istnieje niebezpieczeństwo przeładowania ogniwa, co niesie podobne skutki. Dla uniknięcia tego typu sytuacji uniwersalne ładowarki regenerują ogniwa prądem niegroźącym przeładowaniem, niestety jest on tak mały (zwykle C/10 lub C/15, C - pojemność ogniwa), że ładowanie trwa nawet 12 godzin. Przy tak odnawianych ogniwach istnieje niebezpieczeństwo doładowywania ogniw nierozładowanych. Występujący tzw. efekt pamięciowy powoduje redukcję pojemności w kolejnych cyklach doładowywania.

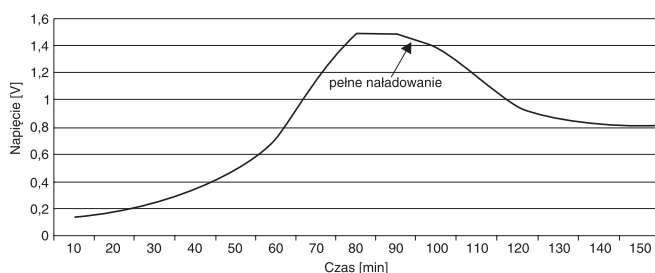
Szybka regeneracja polega na przepływie dużego (rzędu C) prądu przez ogniwa, dzięki czemu czas regeneracji skraca się radykalnie. Stosowane są dwie metody szybkiego ładowania: stałym prądem lub stałym napięciem. Kilka słów na temat tej pierwszej, którą zastosowałem w moim projekcie.

Dla naładowania baterii wymusza się przepływ stałego prądu przez połączone szeregowo ogniwa. W miarę upływu czasu napięcie na akumulatorach wzrasta. Moment pełnego naładowania jest wykrywany dzięki ujemnemu przyrostowi jego wartości. W ostatniej fazie procesu odnotowujemy także

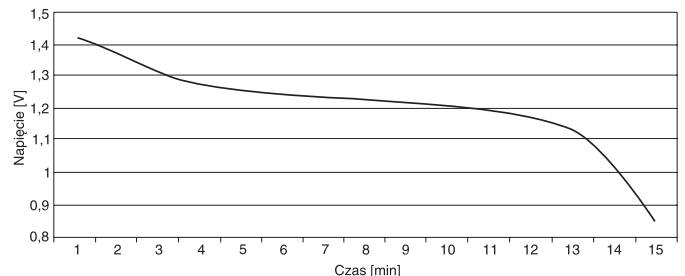
spadek temperatury ogniwa, co również może zagwarantować wykrycie chwili naładowania. Ta metoda jest jednak mniej skuteczna ze względu na trudności związane z pomiarem temperatury - wewnętrzny jest niemożliwy, a zewnętrzny jest mało dokładny. „Książkowy” przebieg napięcia ładowanych ogniw widać na rys. 1. Z kolei na rys. 2 pokazano charakterystykę rozładowywania ogniw NiCd i NiMH.

Opis projektu

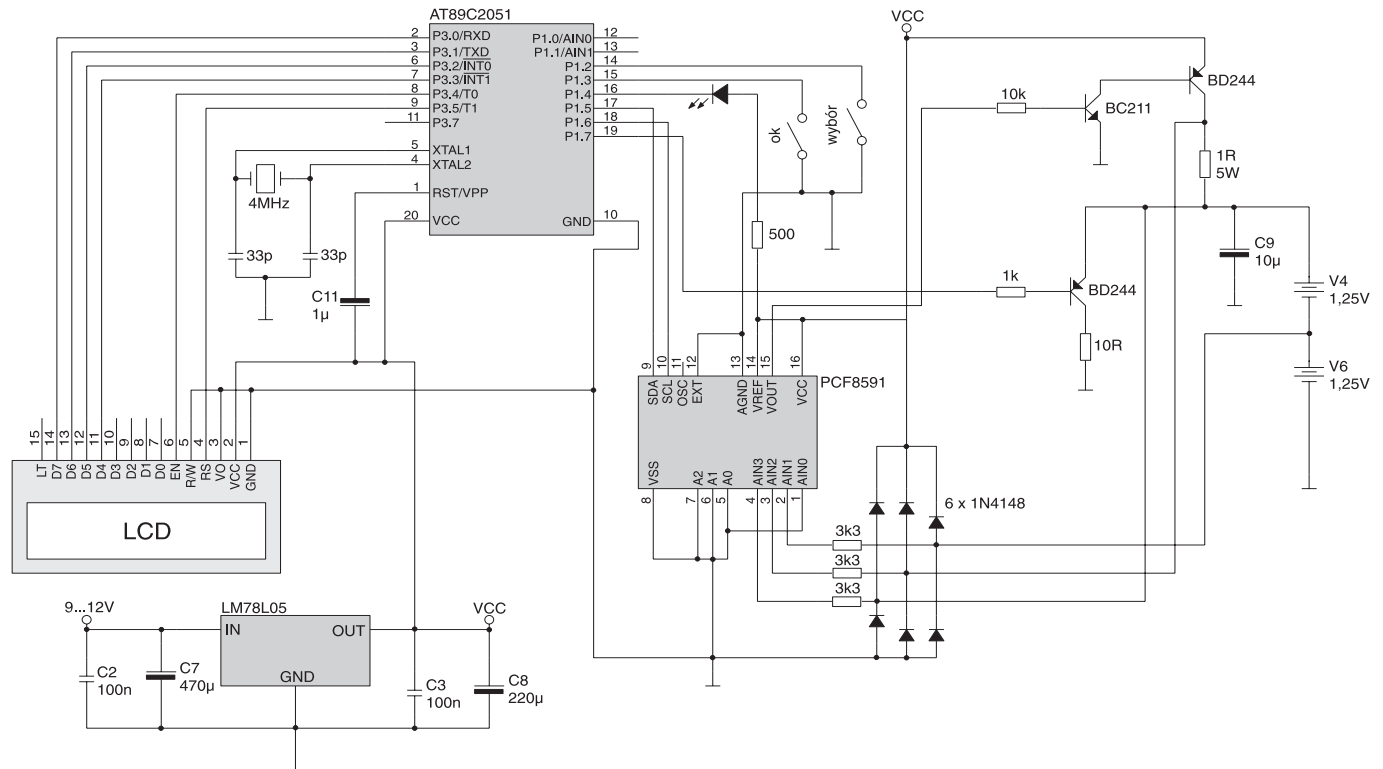
Przejdźmy teraz do omówienia działania prostego układu, który pozwoli w stosunkowo krótkim czasie na bezpieczne zregenerowanie rozładowanych akumulatorów. Składa się on z dwóch układów scalonych i kilku elementów dyskretnych, a koszt jego budowy na pewno nie przekroczy ceny, za jaką są oferowane zwykle 12-godzinne ładowarki. „Mózgiem” układu jest popularny mikrokontroler AT89C2051 współpracujący z układem firmy Philips - PCF8591. Jest to poczwórny przetwornik analogowo-cyfrowy sterowany interfejsem I²C. Układ ten w swojej strukturze zawiera również przetwornik C/A. Dane wejściowe mikroprocesora stanowią trzy bajtowe liczby będące rezulta-



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

tem pomiarów wykonanych przez układ PCF8591. Są to napięcia odpowiednio na jednym ogniwie, na całej baterii i napięcie informujące o prądzie ładowania, powstające na rezystorze włączonym w szereg z ogniwami. Przetwornik pracuje w standardowej konfiguracji z diodowym zabezpieczeniem wejść analogowych. Do sterowania częścią mocy układu wykorzystano analogowe wyjście przetwornika C/A, który określa wartość prądu ładowania (schemat elektryczny na rys. 3). Do komunikacji z użytkownikiem służy wyświetlacz LCD pracujący z czterobitową magistralą danych oraz dioda LED sygnalizująca stan ładowarki. Wprowadzeniu nastaw służą dwa

przyciski chwilowe oznaczone jako WYBÓR (zmiana parametrów) i OK (zatwierdzenie). Bezpośrednie podłączenie wyprowadzenia 14 (V_{ref}) przetwornika PCF8591 wprost do szyny zasilania nie jest dobrym rozwiązaniem ze względu na niewielką stabilność napięcia. Alternatywnie, do stabilizacji napięcia referencyjnego można zastosować układ LM385. Tranzystor mocy BD244 przy napięciu zasilania 5 V i prądzie ładowania 500 mA praktycznie nie wymaga radiatora, ale należy pamiętać, że przy wzroście wartości prądu czy napięcia niewielki kawałek aluminium zredukuje jego temperaturę do bezpiecznego poziomu. Wartości wszystkich elementów dyskretnych nie są krytyczne i mogą być dobierane indywidualnie przez każdego użytkownika-elektronika. Ważne jest jedynie, aby tranzystory dysponowały odpowiednią mocą strat i maksymalnymi prądami kolektorów przekraczającymi wartość przewidywanego prądu przy pracy układu. Dla wykorzystania pełnej skali prądowej ładowarki, przy wysterowaniu tranzystora BC211 (ok. 5 V na bazie) przez tranzystor ładujący BD244 przy potencjale jego kolektora ok. 3 V powinien płynąć prąd o natężeniu ok. 1 A. Zespół rozładowujący powinien

umożliwić przepływ prądu o wartości ok. 150 mA przy napięciu na ogniwach ok. 2 V. To chyba wszystko, jeśli chodzi o fizyczną stronę układu, a teraz jego działanie.

Uproszczony diagram stanów układu przedstawiono na rys. 4. Został on zapisany w Basicu i skompilowany za pomocą Bascom (kody źródłowe są dostępne w dziale Download na stronie www.ep.com.pl, znajdują się także na CD-EP7/2003B).

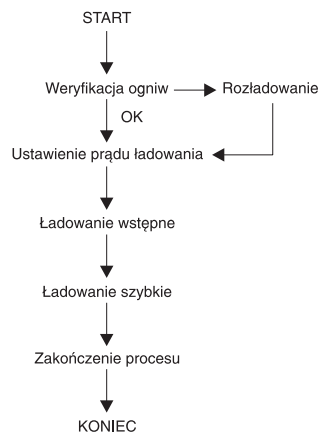
Po włączeniu zasilania ładowarka sprawdza obecność ogniw. W przypadku ich niezalezienia na wyświetlaczu pojawia się komunikat: **BRAK OGNIW**. Po włożeniu baterii układ przystępuje do sprawdzenia ich stanu. W tym celu na 3 minuty zostaje załączony tranzystor rozładowujący, a procesor mierzy w tym czasie napięcie na obu ogniwach, aby nie dopuścić do nadmiernego rozładowania któregośkolwiek z nich. Możliwe są trzy przypadki:

1. Na obydwu ogniwach napięcie spadnie poniżej ok. 0,8 V.
2. Któreś z ogniw będzie nierozładowane.
3. Ogniwa nie wymagają ładowania.

W drugiej sytuacji układ poprosi o wymianę zestawu, w trzecim poinformuje, że ogniwa są naładowane. W obu przy-

padkach możliwe jest kontynuowanie ładowania przez przytrzymanie klawisza OK na 2 sekundy, lecz jest to sytuacja niezbyt zdrowa dla baterii, co jest sygnalizowane pojawieniem się symbolu wykrzyknika na wyświetlaczu podczas ładowania.

Pierwszy przypadek to sytuacja podręcznikowa - ogniwa wymagają ładowania - przechodzimy do menu, gdzie możemy wybrać prąd ładowania w zakresie 100...1000 mA z rozdzielczością 100 mA. Oczywiście jest, że większy prąd to krótszy czas, jednak nie wszystkie ogniwa znoszą trudne warunki narzucone przez użytkownika. Na uwagę należy mieć ich pojem-



Rys. 4

WYKAZ ELEMENTÓW

- Rezystory:** 10Ω/5W; 3 x 3,3kΩ; 10kΩ; 1kΩ; 500Ω; 1Ω/5W; 3Ω/1W
- Kondensatory:** 2 x 33pF; 2 x 100nF; 220μF/16V; 470μF/25V; 10μF/16V; 1μF/16V.
- Półprzewodniki:**
 - układy scalone: AT89C2051 (zaprogramowany); PCF8591; LM7805,
 - diody: 6 x 1N4148; LED (np. zielona),
 - tranzystory: 2 x BD244/BC313, BC211 (lub podobne)
- Różne:** rezonator kwarcowy 4MHz; 2 x mikroprzekaźniki; LCD 16*1; goldpiny; ARK2

ność i zalecenia producenta co do maksymalnego dopuszczalnego prądu ładowania. Po wybraniu stosownej opcji potwierdzamy ją za pomocą OK i układ rozpoczyna ładowanie. Okazuje się, że ogniwa nie lubią nagłych zmian prądu jak również temperatury, dlatego ładowarka stopniowo przez okres 3 minut zwiększa wartość prądu. Po osiągnięciu zadanej wartości układ - dzięki

sprężeniu zwrotnemu - utrzymuje stałą jego wartość, monitorując jednocześnie napięcie na ogniwach w celu wykrycia stanu pełnego naładowania. W przypadku wyjęcia ogniw podczas regeneracji układ informuje o ich braku i przzerwaniu ładowania. Proces ładowania można oczywiście zatrzymać, choć nie jest to wskazane, naciskając oba przyciski na 2 sekundy. Po wykry-

ciu stanu naładowania układ stopniowo zmniejsza prąd do zera, po czym informuje o zatrzymaniu ładowania zapaloną diodą i informacją na LCD. Można teraz bezpiecznie wyjąć jeszcze ciepłe nowe ogniwa, a układ będzie gotów do załadowania nowego zestawu do regeneracji.

Układ był testowany na ogniwach AA firmy Panasonic o pojemności 800 mAh.

Przy prądzie regeneracji 1000 mA ładowarka pracowała niewiele ponad godzinę.

Wszelkie uwagi, spostrzeżenia, wykryte błędy w programie i sprzęcie proszę kierować na adres: iram@poczta.onet.pl.

Mariusz Żądło

Uwaga! Program źródłowy do projektu opublikujemy na CD-EP7/2003B.