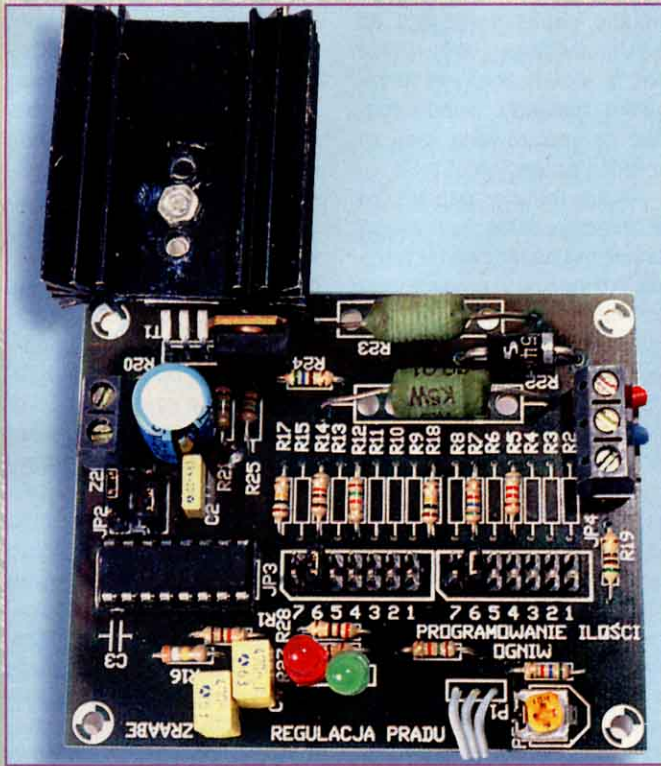


Szybka ładowarka do akumulatorów NiCd



Do czego to służy?

W ostatnich czasach lawinowo rośnie ilość urządzeń elektronicznych, tak przeznaczonych do użytku amatorskiego jak profesjonalnych. Wiele z tych urządzeń zasilanych jest z baterii jako podstawowego lub alternatywnego źródła zasilania. Tym samym wzrasta z dnia na dzień produkcja baterijek wszelkiego rodzaju, rośnie też nieustannie ilość baterii wyrzucanych codziennie na śmietniki. Wprawdzie większość producentów reklamuje swoje ogniwa jako całkowicie ekologiczne, ale... ja to między bajki włożę.

Alternatywą dla kosztownych i zanieczyszczających środowisko baterii są z całą pewnością akumulatory, obecnie głównie, relatywnie najtańsze, niklowo - kadmowe. Czy

zastąpienie baterii akumulatorami, wielokrotnie od nich droższymi ma sens ekonomiczny? Jeżeli jedynie sporadycznie korzystamy z urządzeń zasilanych bateryjnie, to z pewnością wydatek na akumulatory nieprędko się nam zwróci. Jeżeli jednak często korzystamy np. z walkmana czy przenośnego zestawu elektroakustycznego, to bardzo szybko wycofamy zainwestowane pieniądze i zaczniemy je oszczędzać.

Z akumulatorami jest jednak jeden problem. O ile zużyte baterie możemy praktycznie natychmiast zastąpić nowymi, kupionymi w pierwszym lepszym kiosku z gazetami, to wyczerpane akumulatory wymagają, najczęściej długotrwałego ładowania. Zniechęca to wiele osób do korzystania z akumulatorów. Na szczęście my, Młodzi Technicy (autora ten przymiotnik już, niestety, nie dotyczy) potrafimy zaradzić kłopotom z akumulatorami i zbudować sobie małym kosztem ładowarkę o rewelacyjnych parametrach!

Skonstruowany i przetestowany w laboratorium AVT układ cechują następujące parametry techniczne:

Liczba ładowanych ogniw od 1 do 7 w wersji podstawowej

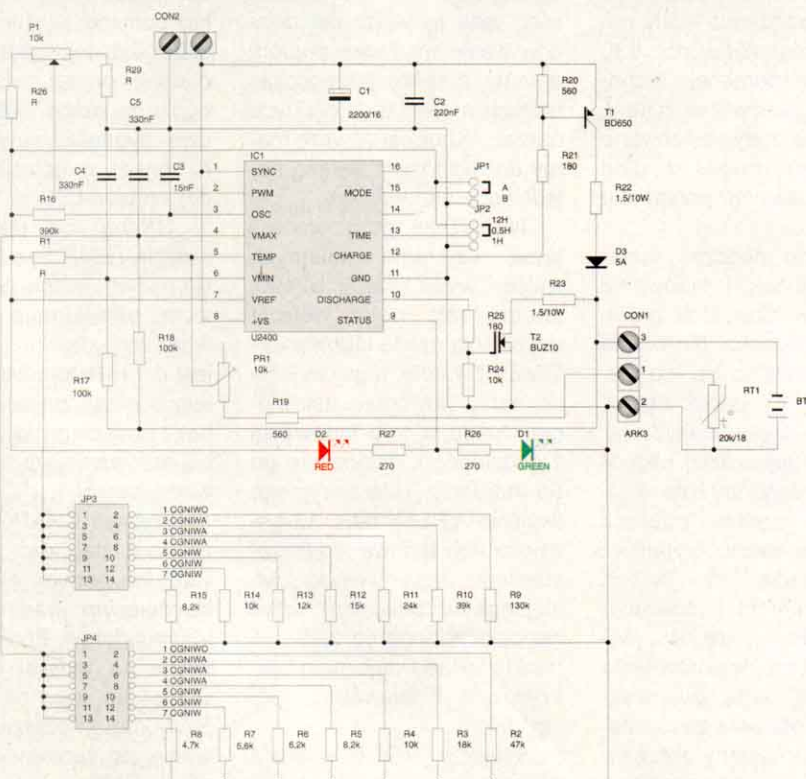
Czas ładowania

0,5, 1 lub 12 godzin

Zasilanie z prostownika sieciowego lub akumulatora samochodowego

Układ automatycznie dokonuje rozładowania częściowo wyczerpanych ogniw, co zapobiega powstawaniu efektu pamięciowego. Po naładowaniu baterii akumulatorów układ automatycznie rozpoczyna ich impulsowe doładowywanie, co umożliwia przechowywanie zawsze gotowych do pracy ogniw w ładowarce, przez dowolnie długi czas.

Ładowarka dedykowana jest przede wszystkim modelarzom lotniczym, którzy doskonale wiedzą, jak ważna jest możliwość szybkiego naładowania akumulatorów, także w terenie, z baterii samochodu.





Proponowane urządzenie wyróżnia się wielką prostotą i łatwością wykonania. Należy jednak pamiętać, że do jego wykonania niezbędna jest jednak pewna wiedza z dziedziny elektroniki i pewna praktyka w budowaniu urządzeń elektronicznych.

Należy mieć ponadto świadomość, że nie wszystkie akumulatory nadają się do szybkiego ładowania i że przy ich zakupie należy się o tym upewnić. Ładowanie prądem 1-godzinnym tylko nieznacznie zmniejsza żywotność typowych akumulatorów NiCd. Natomiast do ładowania w czasie 0,5 godziny możemy stosować wyłącznie akumulatory do tego przystosowane.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu pokazany został na rysunku 1. Z pozoru wygląda na nieco skomplikowany, ale jeżeli zauważymy, że cała dolna jego część to tylko trochę rezystorów, to z pewnością zmienimy zdanie.

Sercem układu jest układ scalony, a właściwie wyspecjalizowany procesor typu U2400. Jest to niezwykle interesujący układ, dający konstruktorowi ogromne możliwości i swobodę działania. Zajmijmy się więc nim przez chwilę, tym bardziej że jego opis jest dużą częścią opisu działania naszej ładowarki. Autor nie chce, aby jego Czytelnicy zmontowali swoją ładowarkę, bez dokładnej znajomości zasady jej działania.

Układ scalony U2400B jest przystosowany do sterowania szybkiej ładowarki ogniw NiCd. Pozostawia on użytkownikowi możliwość wyboru jednego z trzech możliwych do zaprogramowania czasów: ładowania standardowego 12 godzin, ładowania szybkiego 1 godz. i ła-

dowania ultraszybkiego 0,5 godziny. Niezależnie od wyboru trybu ładowania czy liczby ogniw akumulatory zostaną zawsze wstępnie całkowicie rozładowane. Zapobiega to powstawaniu tzw. efektu pamięciowego i przebiegowaniu ogniw. Podczas ładowania i rozładowywania układ nieustannie monitoruje czas przeprowadzanej operacji, temperaturę i napięcie ogniw, odpowiednio reagując na przekroczenie ich dopuszczalnych wartości.

Po dołączeniu do układu baterii ogniw, jeżeli napięcie na wejściu 4 VMAX jest większe niż 180mV, to z opóźnieniem ok. 2 sek. rozpoczyna się rozładowywanie baterii. Fakt ten sygnalizowany jest zapaleniem się diody LED połączonej z wyjściem STATUS układu, a w naszym konkretnym przypadku będzie to czerwona dioda D2. Rozładowywanie baterii będzie trwało aż do momentu wystąpienia na wyprowadzeniu VMIN napięcia mniejszego niż 530 mV. W tym momencie rozpoczyna się ładowanie baterii, co zostanie zasygnalizowane migotaniem drugiej z diod LED, w naszym przypadku zielonej.

Zarówno podczas rozładowywania jak i ładowania możemy w szerokich granicach regulować natężenie prądu wpływającego lub wpływającego z baterii ogniw. Regulacja prądu realizowana jest w najbardziej ekonomiczny i dogodny dla konstruktora sposób: poprzez zmianę szerokości wypełnienia impulsów sterujących tranzystorami T1 (ładowanie) i T2 (rozładowanie). Rozwiązanie takie ma, w porównaniu z regulacją ciągłą, dwie ważne zalety: pozwala zaoszczędzić prąd pobierany przez ładowarkę, co ma ogromne znaczenie przy szybkim łado-

waniu ogniw o większej pojemności z akumulatora samochodowego. Regulacja impulsowa pozwala także na radykalne zmniejszenie powierzchni radiatorów chłodzących tranzystory mocy, a nawet na rezygnację z ich stosowania. Regulacji natężenia prądu dokonujemy przez zmianę napięcia (od 0,9 do 2,1V) na wejściu PWM (Pulse Width Modulation). W przypadku naszego układu funkcja ta realizowana jest za pomocą potencjometru P1.

Autor tak się rozpisal, że w międzyczasie ładowarka ustawiona na ładowanie w trybie 0,5 godziny z pewnością już naładowała baterię. Rzeczywiście, dioda D1, która do tej pory migotała, świeci teraz stałym światłem. Ogniw zostały naładowane i możemy teraz albo wyjąć je z ładowarki, albo pozostawić podłączone do niej na dowolnie długi czas. U2400 realizuje bowiem teraz jedną z najciekawszych i najbardziej użytecznych swoich funkcji: doładowywania baterii ogniw. Jak wiadomo, ogniwa NiCd wyjątkowo „nie lubią” doładowywania ich stałym prądem o małym natężeniu. Konstruktorzy, którzy opracowali U2400, wybrali więc inne rozwiązanie: doładowywanie impulsowe prądem o wartości takiej, jak podczas ładowania. Jest to w praktyce bardzo wygodne: zawsze mamy do dyspozycji świeżo naładowane akumulatory.

Najwyższa pora omówić teraz działanie kolejnych wejść i wyjść układu U2400. Istotną rolę pełni wejście ustawiania czasu ładowania - TIME. Zwarcie tego wejścia do masy powoduje ustawienie układu w tryb ładowania 1-godzinnego, dołączenie go do napięcia referencyjnego (wyjście VREF) daje 12-godzinnny tryb ładowania. Pozostawienie tego wejścia „wiszącego w powietrzu” czyli nie dołączonego do żadnego punktu układu daje nam najszybszy tryb ładowania - pół - godzinny.

Wejście MODE nabiera znaczenia w sytuacji, kiedy nie wszystko z ładowaniem

akumulatora poszło dobrze i U2400 wykrył sytuację niedopuszczalną, mogącą grozić uszkodzeniem akumulatora. Taką sytuacją może być przede wszystkim nadmierny wzrost temperatury ogniw, a także np. nie osiągnięcie wymaganego napięcia w zadanym czasie. Szczególnie ważna jest także możliwość stwierdzenia przez układ faktu nadmiernego wzrostu napięcia na monitorowanej baterii. Układ U2400 posiada wbudowany wewnętrzny licznik takich zdarzeń, którego stan zmienia się o jeden przy każdym przypadku przekroczenia wartości granicznych. Jeżeli w pamięci zostaną zapisane dwa takie przypadki następujące po sobie w krótkim odstępie czasu, to dalsze działania podjęte przez układ zależą od stanu wymuszonego na wejściu MODE. I tak, jeżeli wejście to nie zostało do niczego podłączone, to po wystąpieniu kryterium alarmu wszelkie działania prowadzone przez układ zostaną przerwane. Fakt ten będzie sygnalizowany migotaniem czerwonej diody LED. Jeżeli natomiast wejście MODE zostało podłączone do wyjścia napięcia odniesienia VREF, to układ pomimo zaistniałej krytycznej sytuacji będzie kontynuował próby naładowania ogniw do końca. Stan taki będzie sygnalizowany naprzemiennym migotaniem obydwóch diod LED.

Istotną rolę pełni także wejście TEMP. Spadek napięcia na tym wejściu poniżej poziomu określonego przez wewnętrzny dzielnik napięcia jest dla układu U2400 sygnałem o przegrzewaniu się ogniw i powodem do wstrzymania ładowania lub rozładowywania baterii.

Wyjście CHARGE ma za zadanie sterować tranzystorem lub innym elementem kluczującym prąd ładowania akumulatorów. Podczas ładowania na wyjściu tym pojawiają się ujemne impulsy PWM, co umożliwia zastosowanie do ładowania tranzystora PNP o odpowiedniej mocy. Taki właśnie tranzystor

zastosowany został w naszym układzie. Wyjście DISCHARGE steruje elementem regulującym prąd rozładowania baterii akumulatorów. Aktywnym stanem tego wyjścia jest stan wysoki, co sugeruje zastosowanie jako elementu rozładowującego tranzystora NPN. W naszym układzie, ze względu na chęć ograniczenia wymiarów radiatorów, zastosowano tranzystor MOSFET z kanałem typu N.

Tak więc, w skrócie omówiliśmy funkcje pełnione przez poszczególne wyjścia i wejścia układu U2400. Chyba każdy z Czytelników przyzna, że możliwości tej kostki są naprawdę ogromne. Tak naprawdę, są znacznie większe niż wynikałoby to z treści tego artykułu. Jednak pełny opis U2400, z podaniem wszystkich jego parametrów i przykładami różnych aplikacji zajmuje, bagatelka...10 stron formatu A4! Dlatego autor odsyła wszystkich zainteresowanych wykorzystaniem tego układu do lektury biuletynu USKA UA3/1995, gdzie U2400 został w najdrobniejszych szczegółach opisany. Biuletyn USKA można otrzymać, podobnie jak inne wyroby z oferty handlowej AVT, nawet za pobraniem pocztowym.

Wracamy jednak do naszej ładowarki. Omawiając funkcje pełnione przez U2400, omówiliśmy jednocześnie najważniejsze jej elementy i sposób działania. Spójrzmy jednak jeszcze raz na schemat: potencjometr P1 służy regulacji prądu ładowania, ale co to za dziwna kombinacja rezystorów i jumperów w dolnej części schematu? Są to po prostu dzielniki napięcia, umożliwiające uzyskanie napięć odniesienia właściwych dla liczby ładowanych ogniw, których maksymalna liczba wynosi 7. Skąd się wzięła właśnie taka liczba? Dlaczego nie osiem lub dziesięć? To proste: jak już wspomnieliśmy, układ ładowarki dedykowany był przede wszystkim modelarzom lotniczym, którzy potrzebują ładować akumulatory w terenie, na lotnisku. Maksymalną liczbę ogniw 1,2V, któ-

re można naładować z baterii samochodu jest właśnie 7! W dalszej części artykułu wspomniemy jeszcze o rozszerzeniu możliwości naszej ładowarki i ładowaniu większej liczby ogniw.

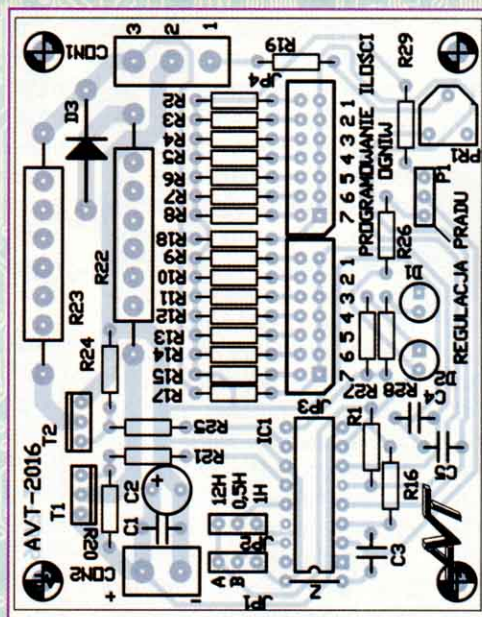
Montaż i uruchomienie

Na rysunku 3 pokazano mozaikę ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie na niej elementów. Płytkę została wykonana na laminacie jednowarstwowym, i niestety nie udało się uniknąć konieczności zastosowania jednej zwory. Od niej właśnie rozpoczniemy montaż układu ładowarki (zwora, podobnie jak inne elementy oznaczona jest na stronie opisowej płytki literą „Z”). Pozostałe elementy lutujemy zgodnie z powszechnie znanymi zasadami montażu układów elektronicznych. Pod kosztowny układ U2400 konieczny musimy zastosować podstawkę. Należy zwrócić uwagę na rezystory oznaczone w spisie elementów jako 0,5%. Jeżeli będziemy montować ładowarkę z kitu AVT to będą w nim dostarczone potrzebne rezysto-

ry precyzyjne. Jeżeli jednak sami będziemy gromadzić części do budowy ładowarki, to musimy mieć świadomość, że zastosowanie rezystorów o większej, np. 5% tolerancji może spowodować wadliwe działanie układu, objawiające się niedoładowywaniem lub przeładowywaniem akumulatorów. Rezystory precyzyjne są trudne do zdobycia, ale pewnym ułatwieniem może być fakt, że ich wartości nie muszą dokładnie odpowiadać wartościom podanym na schemacie. Ważne jest zachowanie proporcji pomiędzy wartościami i jeżeli np. zastosujemy rezystor R17 o dwukrotnie

mniejszej wartości, to musimy także dwukrotnie zmniejszyć wartość rezystorów R9...R15. Ponadto, nie zawsze musimy montować wszystkie dzielniki. Jeżeli na przykład przewidujemy ładowanie wyłącznie baterii składających się z czterech ogniw, to wystarczy zastosować jedynie rezystory R18, R19, R12 i R5. Szczegóły montażu widoczne są na fotografii 1. Na tej samej fotografii widać także, że zmontowany układ jest zaledwie modulem, który dopiero należy

odpowiednio przystosować do pracy. W układzie modelowym do przełączania dzielników napięcia zastosowano najprostsze i najtańsze elementy - jumpery. Jeżeli jednak przewidujemy częste zmiany liczby ładowanych ogniw, to warto zastanowić się nad zastosowaniem przełącznika, najlepiej obrotowego, dwusekcyjnego. Problem będzie także z regulacją prądu ładowania i rozładowywania baterii. Jeżeli będziemy ładować zawsze ogniwa o jednakowej pojemności, to możemy wartość prądu ładowania ustawić na stałe, nawet zastępując potencjometr P1 potencjometrem montażowym.



Wykaz elementów:

Kondensatory		R15	8,2k
C1	470/16	R16	390k
C2	100nF	R17, R18	100k 0,5%
C3	15nF	R19,	560
C5, C4	470nF	R20	1,5k
Rezystory		R21, R25	180
P1	potencjometr obrotowy 10k/A	R22, R23	1,5/10W
PR1	potencjometr montażowy miniatury 10k	R24	10k
RT1	ok. 20k/przy180C	R26	15k
R1	10k	R29	1k
R2	47k	R26, R27	270
R3	18k	Półprzewodniki	
R4, R14	10k 0,5%	D3	dioda prostownicza 5A/50V
R5	8,2k 0,5%	D1	dioda LED GREEN
R6	6,2k 0,5%	D2	dioda LED RED
R7	5,6k 0,5%	C1	U2400
R8	4,7k 0,5%	T1	BD650, tranzystor Darlingtona PNP
R9	130k 0,5%	T2	BUZ10 MOSFET
R10	39k 0,5%	Pozostałe	
R11	24k 0,5%	CON1	ARK3
R12	15k 0,5%	CON2	ARK2
R13	12k 0,5%	JP1, JP2	3 goldpiny + jumper
		JP3, JP4	goldpin 2x7 + jumper

W skrajnie przeciwnym wypadku, jeżeli pojemność ładowanych ogniw będzie się bardzo często zmieniać, to warto pomyśleć o zastosowaniu układu pomiarowego, mierzącego prąd wpływający i wypływający z akumulatora. Na rysunku 3 przedstawiono sposób dołączenia układu pomiarowego do ładowarki (potrzebny będzie dodatkowy rezystor o wartości 0,1R). Jako miernik można zastosować dowolny miliwoltomierz o zakresie 200mV, najlepiej opisany w MT moduł miliwoltomierza na LCD lub układ AVT-2004. Jest to rozwiązanie kosztowne, ale optymalne, pozwalające ustawić za każdym razem prąd ładowania z ogromną precyzją. Zastosowanie skali z naniesionymi wartościami uprzednio zmierzonego prądu jest ostatecznością. Na fotografii 2 pokazano ładowarkę w „pełnej konfiguracji”, wyposażoną w zasilacz sieciowy i układ pomiarowy. A właśnie, zapomniałoby się powiedzieć parę słów o zasilaniu ładowarki. W przypadku zasilania z akumulatora samochodowego sprawa jest prosta: dołączamy ładowarkę do jego zacisków i po kłopotach. Jeżeli natomiast będziemy chcieli zasilać ładowarkę z sieci (a należy sądzić, że tak będzie w większości przypadków) to musimy dołączyć do niej sieciowy zasilacz prądu stałego, niekoniecznie stabilizowanego. Maksymalne napięcie nieobciążonego zasilacza nie może przekroczyć 25V, a wydajność prądowa musi być dostosowana do pojemności ogniw, które zamierzamy ładować. Autor pozostawia Czytelnikom obliczenie, ile połączonych szeregowo ogniw możemy maksymalnie ładować np. przy napięciu 20V?

Warto jeszcze powiedzieć, jaki właściwie prąd ładowania musimy ustawiać. To proste: przy ładowaniu 0,5-godzinnym musimy wartość pojemności ogniwa pomnożyć przez 2, przy ładowaniu 1 - godzinnym ustawimy prąd nieco większy od pojemności baterii, a przy ładowaniu 12 - go-

dzinnym prąd będzie musiał być równy pojemności akumulatora podzielonej przez 10. Tak więc np. baterię o pojemności 1,2Ah musimy ładować prądem ok. 1,3A przez 1 godzinę.

Zbigniew Raabe

