

Uniwersalna ładowarka Ni-MH i NiCd AVT-913

Budowanie urządzeń, które można za połowę ceny ich elementów kupić w hipermarkecie straciło sens, na pewno ekonomiczny. Mimo to, projektów takich nadal oczekują nasi Czytelnicy. Widocznie są wśród nich rasowi hobbysci, dla których nie „...tylko forsa ważna w życiu jest...”.

Rekomendacje:
wykonanie ładowarki proponujemy hobbystom, którzy lubią wiedzieć dokładnie jak działa użytkowane przez nich urządzenie i z tego względu preferują własne rozwiązania.

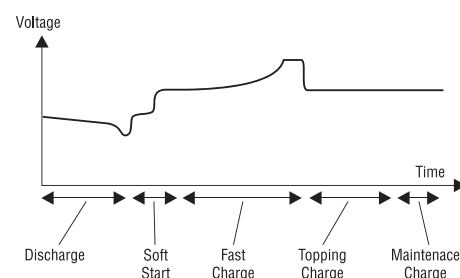
Ładowarki akumulatorów można kupić za kilka złotych. Są to najczęściej proste przyrządy, więc ładowanie akumulatora trwa stosunkowo długo. Droższe ładowarki ładują akumulatory w kilka godzin. Nie zawsze jednak ich budowa jest właściwa, co przyczynia się do zmniejszania trwałości akumulatorów. Ładowarki, które „potrafią” ładować wiele rodzajów akumulatorów, kontrolują napięcie, prąd, temperaturę, rozładowują akumulatory dla zlikwidowania efektu pamięciowego – są dość drogie. W artykule przedstawiono ładowarkę z wyspecjalizowanym układem LM3647. Może ona ładować akumulatory Ni-Cd, Ni-MH. Po niewielkiej przeróbce można ładować także akumulatory Li-Ion. Jednocześnie można ładować baterię składającą się z 2 do 10 akumulatorów.

Główny bohater

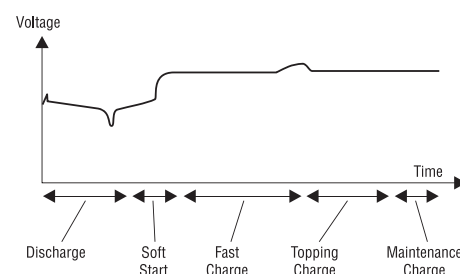
W ładowarce zastosowano układ LM3647 firmy National Semiconductor. Wbudowano w nią blok sygnalizacji składający się z trzech diod LED i buzzera, interfejs konfiguracyjny sposób pracy układu, interfejsy pomiaru prądu, napięcia i temperatury ogniw oraz sterownik układów wykonawczych. Zależnie od sposobu skonfigurowania układu, ładowanie ogniw przebiega w oparciu o różne algorytmy.

Algorytm ładowania akumulatorów Ni-Cd przedstawiono na **rys. 1**. Pierwsza faza „Discharge” (rozładowania) polega na rozładowaniu akumulatora przez małą rezystancję. Rozładowanie kończy się, gdy napięcie na ogniwie spadnie do minimalnej dopuszczalnej wartości. W drugiej fazie „Soft Start” ogniwa są ładowane prądem 0,2 C (prąd 5 razy mniejszy od pojemności ogniwa). Regulację wartość prądu uzyskuje się w dwojaki sposób, zależnie od budowy i konfiguracji ładowarki. Pierwszy sposób polega na impulsowym ładowaniu stałym prądem o natężeniu 1 A w impulsie.

Zależnie od współczynnika wypełnienia można uzyskać różną wartość prądu średniego, np. 70% wypełnienie daje prąd średni 700 mA. Drugi sposób polega na ładowaniu z regulowanego źródła prądowego. Trzecia faza „Fast Charge” (szybkie ładowanie) trwa do momentu, gdy po powolnym wzroście napięcia akumulatora następuje gwałtowny spadek napięcia o 50 mV na ogniwo. Czwarta faza „Topping Charge” (ładowanie precyzyjne) trwa przez czas ustawiony zewnętrznymi elementami RC. W modelu czas ten jest ustawiony na 26 minut. Piąta faza „Maintenance Charge” trwa do wyjęcia akumulatorów z ładowarki. W tej fazie akumulatory są ładowane prądem konserwującym. Prąd jest dobrany tak, aby zniwelować



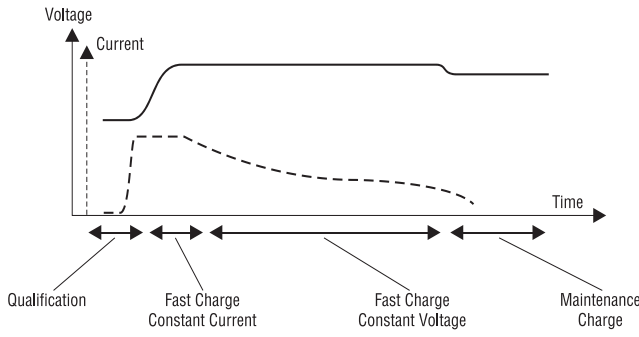
Rys. 1. Algorytm ładowania akumulatorów Ni-Cd



Rys. 2. Algorytm ładowania akumulatorów Ni-MH

PODSTAWOWE PARAMETRY

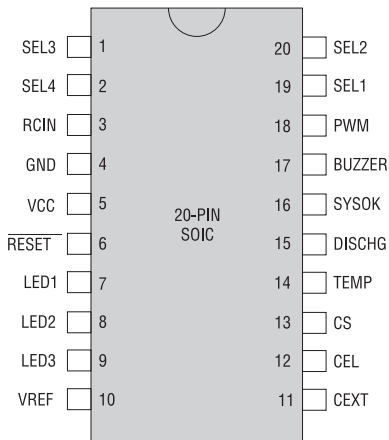
- Płytką o wymiarach: 78 x 75 mm
- Zasilanie 12...20 V DC 1 A
- Rodzaje ładowanych akumulatorów: Ni-CD, Ni-MH, Li-Ion
- Liczba jednocześnie ładowanych ogniw: 2...10
- Funkcje ładowania: bez rozładowania i z rozładowaniem wstępnym, ładowanie konserwujące



Rys. 3. Algorytm ładowania akumulatorów Li-Ion

- akumulatory Ni-MH nie mają efektu pamięciowego i nie jest konieczna faza rozładowania, dlatego układ LM3647 umożliwia wyłączenie tej fazy.
 - koniec fazy „Fast Charge” jest wyznaczony przez gwałtowny wzrost napięcia o 17 mV na ogniwo.

Algorytm ładowania akumulatorów Li-Ion przedstawiono na rys. 3. W pierwszej fazie „Qualification” określone są cechy charakterystyczne akumulatora. W drugiej fazie „Fast Charge Constant Current” następuje ładowanie akumulatora stałym prądem do chwili osiągnięcia odpowiedniego napięcia. W trzeciej fazie „Fast Charge Constant Voltage” akumulator jest ładowany stałym napięciem. Faza ta kończy się w chwili wykrycia gwałtownego spadku napięcia akumulatora. Czwartha faza „Maintenance Charge”, tak jak w przypadku pozostałych rodzajów akumulatorów, trwa do wyjęcia akumulatorów z ładowarki. W tej fazie akumulatory są ładowane prądem konserwującym. Rozkład wyprowadzeń układu przedstawiono na rys. 4, a ich funkcje opisano w tab. 1. Typowy układ aplikacyjny układu LM3647 został przedstawiony na rys. 5.



Rys. 4. Rozkład wyprowadzeń układu LM3647

samorozładowanie oraz aby akumulatory nie uległy przeładowaniu.

Na rys. 2 przedstawiono algorytm ładowania akumulatorów Ni-MH. W tym przypadku występuje także pięć faz ładowania. Jednak różnią się od poprzednich:

Budowa ładowarki

Ładowarka została zaprojektowana w oparciu o notę aplikacyjną producenta. Wprowadzono niewielkie zmiany związane przede wszystkim z typami zastosowanych elementów. Było to podyktowane chęcią ułatwienia nabycia tych elementów w Polsce. Schemat modelowej ładowarki przedstawiono na rys. 6.

Napięcie zasilające o wartości nie mniejszej niż 1,5 V x liczba ogniw + 3,25 V i nie większej niż 20 V jest podawane na złącze J1. Układ U1 typu 7805 wraz z kondensatorami C1...C4 jest zasilaczem układu U3. Dławik L1 rozdziela masę cyfrową od masy zasilania. Ustawiając zworki na złączu JP1, konfigurujemy układ U3 w odpowiedni tryb pracy. Zamiast złącza można włutować przewody łączące płytkę z przełącznikiem wyboru trybu pracy. Elementy R6 i C6 tworzą generator RC taktujący układ U3. Zastosowano wartości elementów zalecane przez producenta w nocie katalogowej. Oscylator pracuje z częstotliwością około 1 MHz. Elementy R5, C5 ustawiają czas fazy „Maintenance Charge” na około 26 minut. Czas ten można modyfikować posługując się tab. 2.

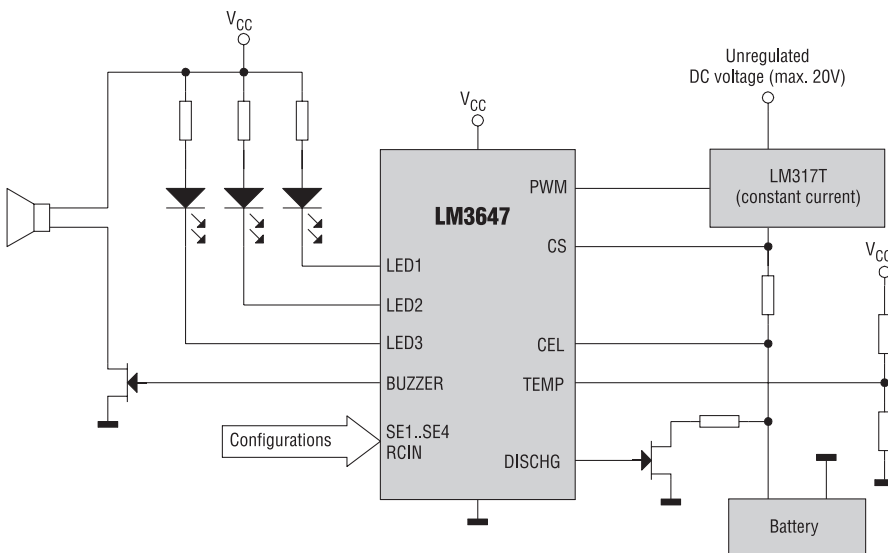
Diody D1...D3 sygnalizują stan układu U3. Rezystory R2...R4 ograniczają prąd do wartości bezpiecznej dla diod oraz układu U3. U5 jest źródłem napięcia odniesienia. Elementy R19 i C11 powodują wygenerowanie impulsu zerującego po włączeniu zasilania. Ważne jest, aby stała czasowa układu RC była co najmniej 5 razy dłuższa od czasu narastania napięcia zasilającego. Wartości użyte w modelu spełniają ten warunek dla typowych zasilaczy. D5 zapewnia szybkie rozładowanie C11 po wyłączeniu napięcia zasilającego. Bez D5 byłyby problemy z zerowaniem w przypadku krótkotrwałego wyłączenia napięcia zasilającego. R20 zabezpiecza wyjście SysOk w czasie, gdy C11 jest rozładowany. Zastosowano rezystor o wartości zalecanej przez producenta. T1 steruje załączaniem zasilania buzzera podłączanego do złącza J2. Elementy U4 i R11 tworzą źródło prądowe. Wydajność źródła wynosi około 1 A. Układ U3 może za pośrednictwem klucza T2 załączać i wyłączać źródło prądowe. D4 separuje źródło prą-

Tab. 1. Zestawienie wyprowadzeń układu LM3647

| Nr | Nazwa | Funkcja | Komentarz |
|----|--------|---------|--|
| 1 | SEL3 | In | Wybór napięcia akumulatora Li-Ion lub sposób sterowania prądem ładowania dla Ni-Cd/Ni-MH |
| 2 | SEL4 | In | Wybór Time Out fazy Maintenance |
| 3 | RCIN | In/Out | Wyprowadzenie do podłączenia elementów generatora RC |
| 4 | GND | | Masa układu |
| 5 | Vcc | | Zasilanie układu |
| 6 | RESET | In | Wejście zerujące, aktywny poziom niski |
| 7 | LED1 | Out | Wyjście sterujące LED-em statusu |
| 8 | LED2 | Out | Wyjście sterujące LED-em statusu |
| 9 | LED3 | Out | Wyjście sterujące LED-em statusu |
| 10 | Vref | In | Wejście napięcia referencyjnego |
| 11 | CEXT | | Wyprowadzenie do dołączenia zewnętrznego kondensatora |
| 12 | CEL | In | Wejście kontroli napięcia akumulatora |
| 13 | CS | In | Wejście kontroli prądu ładowania |
| 14 | TEMP | In | Wejście kontroli temperatury akumulatorów |
| 15 | DISCHG | Out | Wyjście sterujące kluczem rozładowującym akumulatory |
| 16 | SYSOK | Out | Wyjście monitora systemu |
| 17 | BUZZER | Out | Wyjście sterujące kluczem załączającym buzzer |
| 18 | PWM | Out | Wyjście sterujące prądem ładowania |
| 19 | SEL1 | In | Wejście trójstanowe wyboru trybu pracy ładowanie/rozładowanie |
| 20 | SEL2 | In | Wejście trójstanowe typu akumulatorów |

Tab. 2. Zestawienie wartości elementów R, C służących do ustawiania czasu fazy „Charge” i „Topping”

| R [kΩ] | C [nF] | Ni-Cd/Ni-MH Charge [min] | Ni-Cd/Ni-MH Topping [min] | Li-Ion CC [min] | Li-Ion CV [min] |
|--------|--------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| 100 | 0 | 75 | 20 | 50 | 75 |
| 100 | 10 | 100 | 25 | 70 | 100 |
| 100 | 15 | 160 | 40 | 110 | 160 |
| 100 | 22 | 190 | 50 | 130 | 190 |
| 100 | 33 | 260 | 65 | 170 | 260 |
| 100 | 47 | 330 | 80 | 220 | 330 |
| 100 | 68 | 450 | 115 | 300 | 450 |
| 100 | 100 | 540 | 135 | 360 | 540 |



Rys. 5. Typowy układ aplikacyjny układu LM3647

dowe od pozostałej części układu. Dzięki rezystorowi R9, w czasie gdy klucz T2 zwiera wejście 1 układu U4 do masy, nie wydzielą się na nim duża moc, ponieważ U4 jest obciążony rezystancją 245 Ω (R11+R9). Gdyby nie było rezystora R9, układ U4 byłby obciążony rezystancją 5 Ω, co przy napięciu 1,25 V (napięcie stabilizatora U4) powodowałoby wydzielanie mocy 0,3 W, zamiast małej 1 mW. Może wartość 0,3 W to nie-dużo, ale oznaczałoby to, że prąd o natężeniu około 0,3 A jest wykorzystywany do wytworzenia ciepła, a więc niepotrzebnie obciąża zasilacz. W przypadku pracy układu U4 jako źródło prądowe (T2 nie przewodzi), rezystor R9 nie wpływa na pracę układu. Tu należy ostrzec konstruktorów przed stosowaniem podobnych rozwiązań z układami serii LM78xx. Mają one dużo większy prąd wpływający do wejścia odpowiadającego pinowi 1 układu LM317T (ADJ). W przypadku LM78xx prąd płynący przez

rezystor R9 spowodowałby nieprawidłowe funkcjonowanie źródła prądowego. Na rezystorze R13 odkłada się napięcie proporcjonalne do prądu płynącego przez akumulatory. Wartość napięcia z R13 jest wzmacniana we wzmacniaczu różnicowym zbudowanym na układzie U2. Typ wzmacniacza operacyjnego nie jest istotny i można tu zastosować praktycznie dowolny układ. Wyjście wzmacniacza jest połączone z wejściem bloku pomiaru prądu układu U3. Tranzystor T3 załącza rezystancję R12 stanowiącą obciążenie akumulatorów podczas procesu rozładowania. Rezystory R14a, R15a tworzą dzielnik napięcia dobrany dla 2 ogniw akumulatora, natomiast R14b i R15b tworzą mostek dla 4 ogniw. Zwórka JP2 umożliwi wybór pomiędzy dwoma, a czterema ogniwami. JP2 poza wyborem mostka przełączacza też wyprowadzenia podłączone do koszyka z ogniwami. Zamiast zwoerek można zastosować podwójny przełącznik połączony z płytka

WYKAZ ELEMENTÓW
Rezystory

R1, R18: 100 kΩ
 R2...R4: 330 Ω
 R5: 33 kΩ
 R6: 3,3 kΩ
 R7: 1 kΩ
 R8, R10, R14a: 10 kΩ
 R9: 240 Ω
 R11: 4,7 Ω/0,5 W
 R12: 4,7 Ω/5 W
 R13: 0,47 Ω/0,5 W
 R14b: 16 kΩ
 R15a: 43 kΩ
 R15b: 11 kΩ
 R16, R17: 5,1 kΩ
 R19: 15 kΩ
 R20: 2,2 kΩ
 R21: 3 kΩ
 R22: 1,5 kΩ

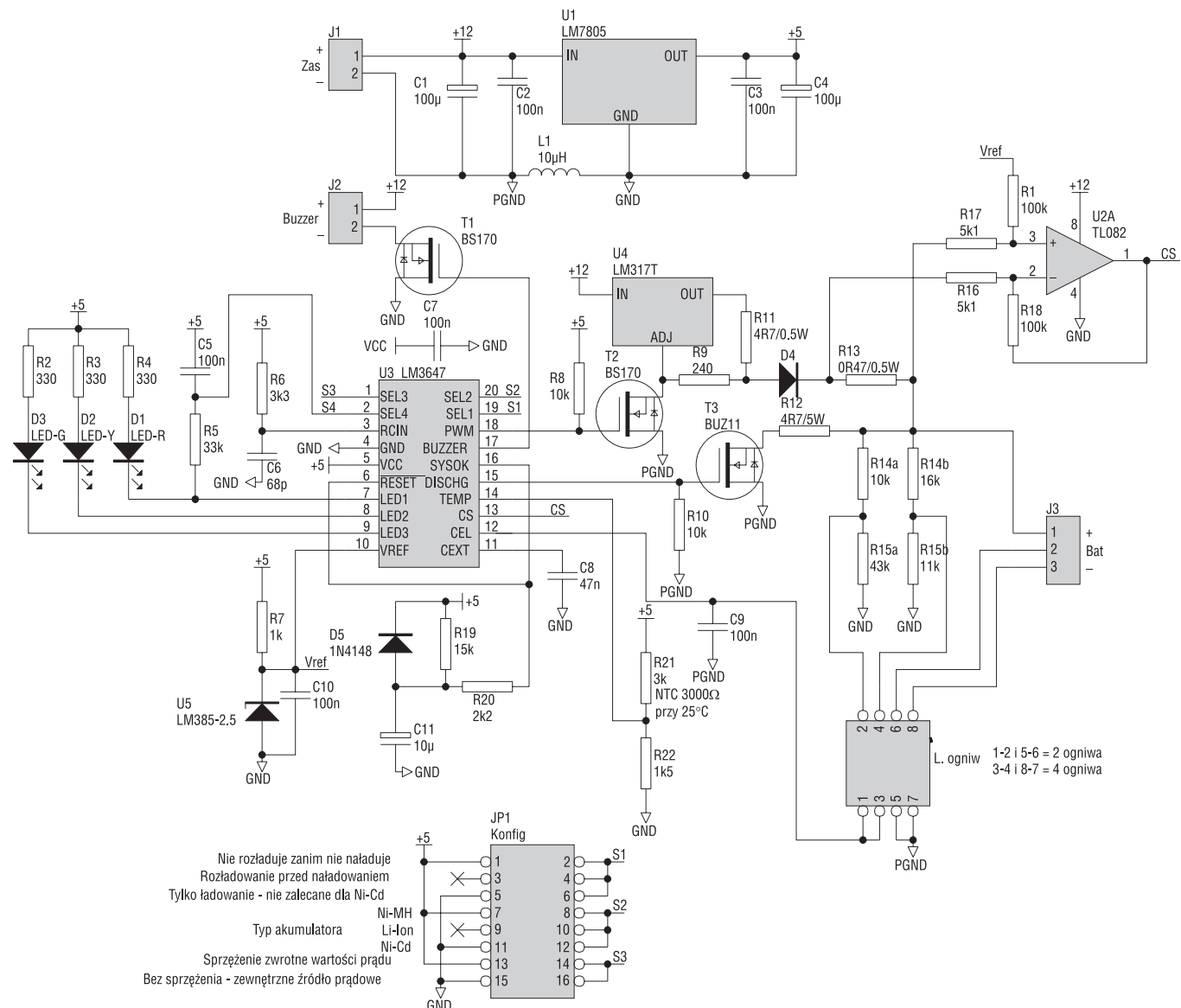
Kondensatory

C1, C4: 100 μF/25 V
 C2, C3, C5, C7, C9, C10: 100 nF
 C6: 68 pF
 C8: 47 nF
 C11: 10 μF/16 V

Półprzewodniki

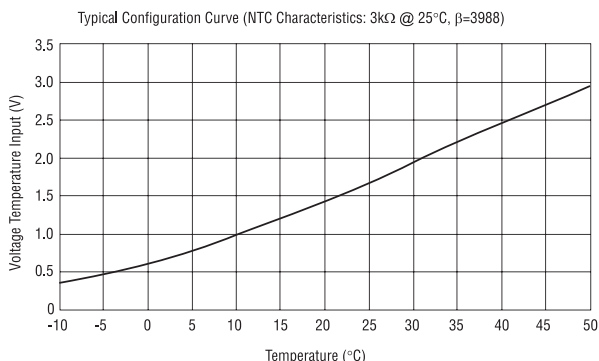
U1: LM7805
 U2: TL082
 U3: LM3647
 U4: LM317T
 U5: LM385-2,5
 T1, T2: BS170
 T3: BUZ11
 D1: LED-R
 D2: LED-Y
 D3: LED-G
 D4: 1N4007
 D5: 1N4148
Inne
 L1: 10 μH
 J1, J2, J3: łączówka ARK3
 JP1: goldpin 2x8
 JP2: goldpin 2x4

przewodami. Kondensator C9 filtruje napięcie z dzielnika. R21 jest termistorem mierzącym temperaturę akumulatorów i razem z R22 stanowi dzielnik napięcia dla wejścia Temp układu U3. Termistor powinien być przyklejony do obudowy akumulatora. Jego stosowanie ma sens, gdy akumulatory i ładowarka znajdują się w jednej obudowie (jak w przypadku akumulatorów do Laptopów). Rezystancja termistora typu NTC powinna wynosić 3 kΩ



Rys. 6. Schemat elektryczny ładowarki

w temperaturze 25 stopni Celsjusza. Charakterystyka termistora jest przedstawiona na **rys. 7**. Należy pamiętać, że charakterystyka ta odnosi się do napięcia występującego na dzielniku złożonym z termistora i rezystora R22. Jeśli nie mamy zamiaru



Rys. 7. Charakterystyka termistora zastosowanego w ładowarce

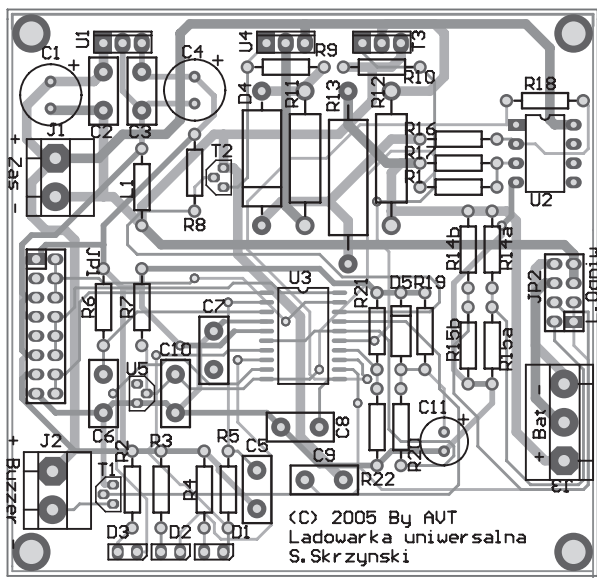
stosować termistora, zamiast niego można wlotować rezystor 3kΩ.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy ładowarki przedstawiono na **rys. 8**. Układ U3 montujemy po wstępnym uruchomieniu innych obwodów. Ze względu na to, że jest on dostępny tylko w wersji SMD, na płytce wokół niego pozostawiono dużo wolnego miejsca. Dzięki temu nie ma problemu z zamontowaniem go na samym końcu. Układ U4 podczas pracy znacznie się nagrzewa i należy zastosować radiator rozpraszający 17 W mocy. Moc taka może się wy-

dzielić, gdy ładujemy dwa akumulatory, a układ jest zasilany napięciem 20 V. Układ U1 nie wymaga

| Tab. 3. Sygnalizacja stanu ładowarki | |
|--------------------------------------|---|
| Brak baterii | LED-y wygaszone |
| Błąd | RED i GREEN szybko migają, krótkie BEEP |
| Błąd temperatury | 2 szybkie mignięcia RED, GREEN świeci, krótkie BEEP |
| Nowa bateria | Krótki BEEP, RED szybko miga |
| Rozładowanie | YELLOW wolno miga |
| Ładowanie SOFT | RED wolno miga |
| Ładowanie | RED świeci, YELLOW wolno miga |
| Ładowanie precyzyjne | RED świeci, YELLOW szybko miga |
| Prąd konserwujący | Długi BEEP, RED, GREEN świecą, YELLOW wolno miga |



Rys. 8. Schemat montażowy ładowarki

radiatora do czasu, gdy napięcie zasilające nie przekroczy 14 V. Przy napięciu zasilającym wynoszącym 20 V na stabilizatorze wydzielili się około 1,6 W mocy. Układy można zamocować na wspólnym radiatorze. Jednak ze względu na różnicę potencjałów pomiędzy ich obudowami należy zastosować podkładki izolacyjne. Zaleca się stosować podkładkę pod element wydzie-

lający mniejszą moc. Element wydzielający większą moc należy zamontować bez podkładek. Dzięki temu rezystancja termiczna między takim elementem, a radiatorem będzie mniejsza.

Po zmontowaniu wszystkich elementów (pomijając U3) przyłączamy zasilanie. Na wyjściu układu U1 powinno wystąpić napięcie $5\text{ V} \pm 5\%$. Na anodzie U4 powinno wystąpić napięcie 2,5 V. Pomiędzy wyprowadzenie 1 złącza J3, a masę włączamy rezystor $11\ \Omega/2\ \text{W}$. Zwieramy

wyprowadzenie 18 układu U3 do masy. Na tym rezystorze powinno się pojawić napięcie około 1 V, co odpowiada prądowi ładowania około 1 A. Zostawiając poprzednie połączenia podajemy napięcie 5 V na wyprowadzenie 15 układu U3. Na rezystorze R12 powinien wystąpić spadek napięcia około 5 V. Podczas testów zachowanie buzzera może być nieprzewidywalne, a to za sprawą dużej rezystancji wejściowej tranzystora T1. Przyłączenie bramki T1 do zasilania powinno załączyć buzzer, a przyłączenie do masy powinno go wyłączyć. Po takim wstępnym uruchomieniu układu można zamontować pozostałe elementy. W tab. 3 i 4 podano kilka informacji przydatnych podczas eksploatacji ładowarki.

Uwagi końcowe

Na zakończenie kilka zaleceń dotyczących ustawienia zworek JP1. W tej wersji ładowarki zwarte piny 15–16, natomiast 13–14 pozostają wolne. Jeśli zdecydujemy się na dobudowanie sterowanego źródła prądowego, zworek trzeba będzie przełożyć.

Zwierając piny 7–8 wybieramy akumulator typu Hi-MH. Dla tych akumulatorów można zewrzeć także piny 5–6.

Zwarcie 11–12 ustawia ładowanie w tryb ładowania akumulatorów Ni-Cd. Dla nich zaleca się zewrzeć także piny 3–4.

Sławomir Skrzyński, EP
slawomir.skrzynski@ep.com.pl

| Tab. 4. Ustawienie zworek JP1 | |
|--|---|
| Zwarte styki JP1 | Funkcja |
| grupa 1 – sposób ładowania | |
| 1–2 | Przed fazą rozładowania akumulator jest ładowany, wystąpi sześć faz: – ładowanie – rozładowanie – ładowanie szybkie – ładowanie – ładowanie precyzyjne – ładowanie konserwujące |
| 3–4 | Rozładowuje akumulator przed fazą ładowania |
| 5–6 | Nie występuje faza rozładowania (nie zalecane dla Ni-Cd) |
| grupa 2 – typ akumulatora | |
| 7–8 | Hi-MH |
| 9–10 | Li-Ion (wymaga modyfikacji układu ładowarki) |
| 11–12 | Ni-Cd |
| grupa 3 – sposób sterowania prądem ładowania | |
| 13–14 | sprężenie zwrotne (nieużywane w tej wersji ładowarki) |
| 15–16 | zewnętrzne źródło prądowe |

W każdym numerze dwumiesięcznika

INTERNET maker

Aktualności: tylko najciekawsze i starannie wyselekcjonowane nowości z branży internetowej

Inspiracje: przegląd najbardziej efektywnych stron, przeróbki serwisów i prezentacje projektów przygotowanych dla największych firm tego świata, o których opowiadają sami autorzy

Magazyn: dowiedz się jak rozpocząć własną karierę w sieci a następnie podpatrz, jak swoje strony planują profesjonalści

Warsztat: dzięki naszym kursom oraz przyjaznym przewodnikom krok po kroku w prosty sposób dowiesz się jak tworzyć jeszcze lepsze strony i serwisy internetowe

Oprogramowanie: tylko tu znajdziesz testy najnowszych programów niezbędnych w pracy każdego webmastera i webdesignera

Felietony: jesteś ciekaw, co o wydarzeniach w sieci myślą twórcy serwisów, które codziennie odwiedzasz? Przeczytaj ich felietony!



W numerze 1/2006 m.in.:

- Wykos konkurencję – jak efektywnie rozpocząć karierę webdesignera
- Odkrywamy najskrytsze sekrety Google! – dowiedz się wszystkiego o największej wyszukiwarce
- Dynamiczne strony WWW – sztuka budowania serwisów z wykorzystaniem PHP, MySQL i ASP
- Zamień tabele na CSS – czas uaktualnić przestarzały kod strony
- Shell w praktyce – poznaj zaawansowane narzędzie webmastera
- Uruchom własne forum – przewodnik krok po kroku
- Ponadto mnóstwo aktualności, inspiracji oraz recenzji oprogramowania

Internet Maker można nabyć we wszystkich EMPIK-ach i większych kioskach z prasą.

Wszelkich informacji udziela

Dział prenumeraty:

tel. (022) 568-99-22, faks (022) 568-99-00

e-mail: prenumerata@avt.com.pl

01-939 Warszawa, ul. Burleska 9