



Uniwersalna ładowarka akumulatorów modelarskich Ni-MH, Ni-Cd, Li-Po Li-Fe

Pierwsza ładowarka, którą zbudowałem zawierała układ TEA 1102T.

Układ był nadzorowany przez mikrokontroler ATmega8, który obsługiwał również menu urządzenia. Szybko jednak okazało się, że ta konstrukcja nie spełnia moich oczekiwań, ponieważ zastosowanie układu TEA nie pozwala na ingerowanie w parametry procesu ładowania, a jedynie na ich obserwowanie. Rozwiązaniem problemu mogło być jedynie zaprojektowanie ładowarki bez specjalizowanego układu scalonego lub zakup drogiej ładowarki fabrycznej. Jako modelarz i elektronik wybrałem pierwsze rozwiązanie.

Rekomendacje: Projekt ładowarki powstał kilka lat temu i jest to urządzenie, które sprawdziło się w różnych warunkach przy ładowaniu akumulatorów modelarskich oraz codziennego użytku np. z aparatu fotograficznego, odtwarzacza MP3 czy latarki; wystarczy zastosować odpowiednie adaptery.

Założenia jakie przyjąłem to maksymalne uproszczenie układu, minimalizacja kosztów przy maksymalnej funkcjonalności i możliwości regulacji wszystkich parametrów procesów ładowania.

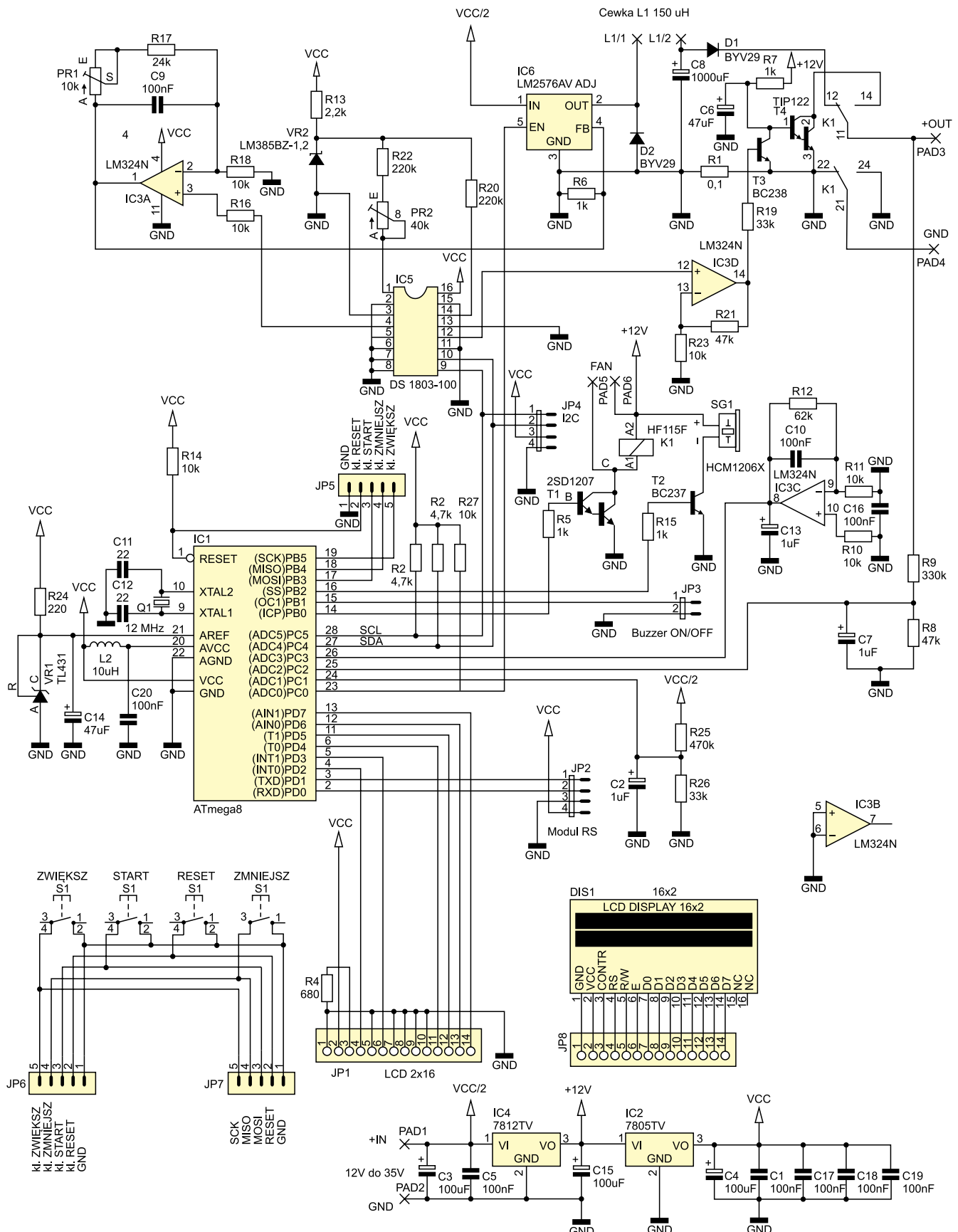
Parametry i możliwości ładowarki.

Ładowarka może być zasilana napięciem stałym z zakresu 12...35 V. Należy zaznaczyć, że od wartości napięcia zasilającego ładowarkę zależy maksymalna liczba ładowanych ogniw. Będąc w plenerze i zasilając ładowarkę z z 12-woltowego akumulatora samochodowego można poprawnie można naładować 7...8 ogniw Ni-Cd lub 1...2

ogniwa Li-Po. Tuż po włączeniu ładowarka przez 2 sekundy wyświetla wartość napięcia zasilania. Na tej podstawie możemy ocenić stan źródła zasilania i oszacować maksymalną liczbę ładowanych ogniw. Aby ładować większą liczbę ogniw, należy zastosować

przetwornicę podnoszącą napięcie wejściowe do 20...24 V lub połączyć szeregowo dwa akumulatory samochodowe. W warunkach domowych najlepiej jest zasilac ładowarkę z zasilacza napięcia stałego 24 V o odpowiedniej wydajności prądowej.

Prąd ładowania wynosi 0,1...3,0 A i jest regulowany z krokiem co 0,1 A. Prąd rozładowania wynosi 0,1...2,0 A. Ładowarka obsługuje ogniwa typu: Ni-Cd, Ni-MH (baterie składające się z do 10 ogniw), Li-Ion, Li-Po (do 4 ogniw) oraz Li-Fe 1 (do 5 ogniw). Ze wzglę-



Rysunek 1. Schemat ideowy ładowarki akumulatorów modelarskich

du na swoje parametry akumulatory Li-Fe zdobywają coraz większą popularność wśród modelarzy. Mają one możliwość bardzo szybkiego ładowania prądem o dużym natężeniu. Jednak w tej ładowarce maksymalny prąd obciążenia wynosi 3 A, co w wypadku akumulatorów Li-Fe o pojemności np. 2300 mAh zapewnia jedynie ładowanie prądem standardowym, który podaje producent – 3 A przy zachowaniu wszystkich pozostałych parametrów ładowania tego typu ogniw, podczas gdy dopuszczalny prąd ładowania dla tych ogniw wynosi aż 10 A. Można jedynie pocieszać się faktem, że dzięki temu czas eksploatacji naszych ogniw wydłuży się w porównaniu z tymi ładowanymi prądem maksymalnym.

Ładowarka zapamiętuje ustawienia dla 9 pakietów: 3 nastawy dla Ni-Cd i Ni-MH, 3 dla Li-Ion i Li-Po, 3 dla Li-Fe. Zapamiętywane są: liczba ogniw, pojemność pakietu, prąd ładowania, Delta-Peak, napięcie graniczne, ostatnio ładowany pakiet czy ostatnio ustalony prąd rozładowania.

Ładowarka sama wylicza maksymalne napięcie ładowania dla pakietów Li-Ion, Li-Po czy Li-Fe oraz Delta-Peak dla baterii akumulatorów Ni-Cd, Ni-MH. Te dwa parametry można przy tym regulować. Jest to funkcja bardzo przydatna, ale należy pamiętać, że wprowadzane zmiany muszą być uzasadnione i wykonywane z pełną świadomością. W przeciwnym wypadku może dojść nawet do uszkodzenia ładowanego pakietu. Dla ogniw Ni-Cd oraz Ni-MH istnieje możliwość automatycznego poprzedzenia ładowania rozładowaniem, co niweluje efekt pamięci. Funkcje rozładowania i ładowania w tzw. miękki start – prąd narasta od 0,1 A do wartości zadanej przez użytkownika. Kontrolowany jest również poziom naładowania poprzez automatyczne wyliczanie limitu pojemności. Po zakończeniu ładowania, w prawym górnym rogu wyświetlacza pojawi się oznaczenie zdarzenia, które zakończyło proces. Symbol „ΔV” oznacza wykrycie Delta-Peak w akumulatorach Ni-Cd, natomiast dla Li-Po i Li-Fe osiągnięcie wartości prądu końca ładowania. Symbol pełnej baterijki oznacza przekroczenie limitu pojemności.

Do obsługi menu ładowarki służą cztery klawisze: *Start*, *Reset*, *Zwiększ* (▲), *Zmniejsz* (▼). Menu jest pokazywane na wyświetlaczu LCD 2 linie×16 znaków. Oprócz niego, w trakcie pracy ładowarki na wyświetlaczu pokazywane są następujące informacje:

- liczba ładowanych cel,
- maksymalne napięcie ładowania dla Li-Ion, Li-Po, Li-Fe,
- ΔV dla Ni-Cd oraz Ni-MH,
- aktualny prąd ładowania lub rozładowania,
- aktualne, zmierzone napięcie wyjściowe,
- czas, który upłynął od początku procesu ładowania/rozładowania,
- energia pobrana lub oddana przez ogniwa,

- oznaczenie przyczyny zakończenia ładowania,
- stan akustycznej sygnalizacji zdarzeń (głośniczek oznacza dźwięk włączony).

Ładowarka ma również sygnalizację akustyczną. Pojedynczy sygnał dźwiękowy oznacza rozpoczęcie procesu, dwa sygnały osiągnięcie zadanego prądu ładowania lub rozładowania, trzy sygnały zakończenie procesu.

Opis budowy

Schemat ideowy urządzenia pokazano na **rysunku 1**. Sercem ładowarki jest mikrokontroler ATmega8 taktowany sygnałem o częstotliwości 12 MHz. Do mikrokontrolera dołączono zewnętrzne źródło napięcia odniesienia AREF uzyskiwane w obwodzie złożonym z rezystora R24, kondensatora C14 i układu scalonego VR1. Postanowiłem zastosować zewnętrzne źródło napięcia odniesienia z powodu planowanej rozbudowy ładowarki, do czego jest niezbędne zastosowanie mikrokontrolera ATmega168, bez wprowadzania zmian układowych. Mikrokontrolery różnią się wartością napięcia wytwarzanego przez wewnętrzne źródło napięcia odniesienia, co w konsekwencji prowadziło do konieczności wykonania zmian, m.in. ponownego doboru rezystancji rezystorów R8, R9, R25, R26 wchodzących w skład dzielników napięcia, zmiany wzmocnienia wzmacniacza IC3C, a przede wszystkim konieczności ponownej kalibracji układu.

Złącze klawiatury (JP5) jest jednocześnie używane do programowania mikrokontrolera w układzie. Klawiatura ładowarki składa się z czterech mikroprzełączników – jej schemat pokazano na **rysunku 2**. W zupełności wystarczają one do obsługi ładowarki i poruszaniu się po jej menu. Na płytce klawiatury zamontowano dodatkowe złącze JP7 pozwalające na zaprogramowanie mikrokontrolera bez odłączania klawiatury od reszty układu.

Na złącze JP2 wyprowadzono sygnały TXD i RXD, natomiast na złącze JP4 magistralę I²C. Te złącza mogą posłużyć do dołączenia dodatkowych układów. Wyświetlacz połączono z mikrokontrolerem za pomocą 14-stykowego złącza JP1. Pracuje on w trybie sterowania 4-bitowego, a jego interfejs zajmuje 6 linii portu mikrokontrolera (R/W zwarto na stałe do masy). Na płytce przewidziano możliwość wlutowania potencjometru montażowego 10 kΩ do regulowania kontrastu wyświetlacza, zamiennie i zamiast rezystora R4.

Elementem wykonawczym jest regulator LM2576HV-ADJ. Zaletą jego aplikacji jest niewielka liczba elementów zewnętrznych – do prawidłowego działania są wymagane zaledwie cztery. W układzie ładowarki regulator pracuje jako źródło prądowe. Obwód pomiaru prądu obciążenia składa się z rezystora pomiarowego R1, wzmacniacza operacyjnego IC3A (LM324) pracującego jako wzmacniacz nieodwracający, źródła

W ofercie AVT * AVT-5348 A

Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilania 12...35 V DC.
- Ładowanie prądem 0,1...3 A, regulowanym z krokiem co 0,1 A.
- Rozładowywanie prądem 0,1...2 A, regulowanym z krokiem co 0,1 A.
- Liczba ładowanych ogniw jest zależna od napięcia zasilania np. przy zasilaniu z akumulatora samochodowego można naładować akumulatory złożone z do 8 ogniw Ni-Cd lub do 3 ogniw Li-Po.
- Menu wyświetlane na czytelnym wyświetlaczu LCD.
- Zapamiętywanie nastaw dla 9 pakietów akumulatorów.
- Automatyczne obliczanie maksymalnego napięcia ładowania dla akumulatorów Li-Ion, Li-Po, Li-Fe oraz Delta-Peak dla akumulatorów Ni-Cd i Ni-MH.
- Sygnalizacja za pomocą LCD oraz akustyczna.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 12927, pass: 632vmew5

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-2959 Ładowarka procesorowa (EdW 11/2010)
- AVT-977 Szybka ładowarka akumulatorów NiCd do wkrętarek (EP 4/2007)
- AVT-913 Uniwersalna ładowarka Ni-MH i NiCd (EP 1/2006)
- AVT-2715 Ładowarka akumulatorów ołowiowych 10-200Ah (EdW 3/2004)
- AVT-2143 Uniwersalny układ ładowania akumulatorów NiCd i NiMH (EdW 6/1997)
- AVT-609 Automatyczna ładowarka akumulatorów ołowiowych (EP 11/1995)
- AVT-1036 Ładowarka akumulatorów NiCd z procesorem U2400 (EP 6/1995)

* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf.
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie posiada obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
AVT xxxx CD oprogramowanie (nie często spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć klikając w link umieszczony w opisie kitu)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja posiada załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C)
<http://sklep.avt.pl>

napięcia referencyjnego VR2 oraz potencjometru DS1803 (IC5). Biorąc pod uwagę, że przy prądzie ładowania równym 3 A spadek napięcia na R1 wynosi 300 mV, to przy założonym wzmocnieniu IC3A wynoszącym 4,1 napięcie na wyprowadzeniu 4 (FB) układu IC6 wynosi 1,23 V. Jest to napięcie, które powoduje załączenie ogranicznika, a więc stabilizację prądu obciążenia na wartości 3 A.

Potencjometry PR1 i PR2 pozwalają na wyregulowanie wzmocnienia w taki spo-

REKLAMA

WWW.STM32.EU

Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach
Marcin Peczkarski

ETHERNET STM32

Gotowe przykłady i aplikacje!

Jak sobie z poradzić z Ethernetem? Pomoże Ci książka Wydawnictwa BTC! Sprawdź pod adresem www.stm32.eu

czyło 37 zwojów. Indukcyjność tak wykonanego dławika powinna wynosić 150 μH przy prądzie obciążenia 3 A lub większym. Oczywiście, można również kupić gotowy dławik korzystając z oferty któregoś ze sklepów. Po zakończeniu montażu elementów należy pogrubić ścieżki prądowe.

Płytkę zaprojektowano w taki sposób, że po zamontowaniu odpowiednio przyciętego radiatora oraz wyświetlacza i płytki klawiatury na słupkach dystansujących, całość tworzy zwartą, solidną bryłę. W ostateczności można więc nie umieszczać płytki w obudowie. Idealny do ładowarki jest wyświetlacz o wymiarach płytki 122 mm \times 44 mm i o środkach otworów montażowych rozmieszczonych na wierzchołkach prostokąta o wymiarach 115 mm \times 37 mm. Może to być np. PLC1602BW-SYL, który jest czytelny i ma efektowne, niebieskie podświetlenie tła.

Po uruchomieniu i pogrubieniu ścieżek prądowych, płytkę warto zabezpieczyć warstwą lakieru. Dla swojej ładowarki wykonałem foliowe maskowanie klawiatury i wyświetlacza (fotografia 5). Spód i tył ładowarki osłoniłem za pomocą blachy aluminiowej. Boki pozostały otwarte. Złącze do programowania mikrokontrolera zostało przedłużone tasiemką i przyklejone od wyświetlacza.

Uruchomienie

Uruchomienie ładowarki rozpoczynamy od dołączenia wejściowego napięcia zasilającego o wartości 20...24 V DC. Następnie należy sprawdzić wewnętrzne napięcia zasilające 5 V i 12 V. Po tej czynności trzeba zaprogramować mikrokontroler plikiem *KALIBRACJA_V2.71EPHEX* oraz pamięć EEPROM plikiem *EEPROM_V2.71EPEEP*. Trzeba również pamiętać o prawidłowym zaprogramowaniu bitów bezpieczników (praca z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym 12 MHz).

Po prawidłowym zaprogramowaniu mikrokontrolera uruchomi się program wspomagający pierwsze załączenie ładowarki. Naciskając klawisze *Zwiększ* i *Zmniejsz* zmieniamy wartość danego parametru, klawisz *Start* powodujemy przejście do następnego kroku kalibracji, natomiast klawisz *Reset* powrót do jej początku. Do uruchomienia i kalibracji warto wyposażyć się w dobrej klasy multimetr (pomiar natężenia prądu do 5 A oraz napięcia do 50 V).

Do ładowarki należy dołączyć obciążenie (najlepiej żarówkę samochodową 12 V/40...45 W) i szeregowo z nią amperomierz. Naciskając klawisz *Start* należy uruchomić procedurę kalibracji. Ładowarka automatycznie zacznie powoli zwiększać prąd wyjściowy, a na wyświetlaczu ukaże się liczba będąca zawartością rejestru potencjometru elektronicznego Pot1. Zwiększanie natężenia prądu zostanie zatrzymane dla wartości Pot1=10. Obserwując wskazania ampe-

romierza, potencjometrem PR1 ustawiamy prąd wyjściowy o natężeniu 3 A. Następny krok to ustawienie prądu minimalnego. Po naciśnięciu klawisza *Start*, oprogramowanie ładowarki ustawi Pot1=255. Wówczas, za pomocą potencjometru PR2 należy ustawić prąd obciążenia na wartość 0,05 A.

W pliku *EEPROM_V2.71EPEEP* są zapisane wszystkie parametry związane z pracą ładowarki. Ich wartości obliczono zgodnie z teorią funkcjonowania lub wyznaczono doświadczalnie. W rzeczywistości są one jednak zależne od tolerancji zastosowanych komponentów i muszą być skorygowane. Kalibrowanie pozwala również na wykrycie ewentualnych błędów w montażu. Procedura kalibracji jest łatwa do wykonania i odbywa się programowo. Jedynie w wypadku wykrycia poważnych rozbieżności, zasygnalizuje ona potrzebę skorygowania wartości elementów układu.

Krok 1 – kalibrowanie pomiaru napięcia wejściowego ładowarki. Włączyć woltomierz na zaciski przewodów zasilających i nacisnąć klawisz *Start*. Porównać napięcie zmierzone przez multimetr i ładowarkę. Klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* skorygować wskazania napięcia. Wartość korekty zostanie automatycznie zapisana po ponownym naciśnięciu klawisza *Start*. Wówczas nastąpi również przejście do kolejnego kroku kalibracji. Taki mechanizm zapisu zmian i przejścia do następnego kroku jest taki sam dla wszystkich 11 kroków i w dalszym opisie będzie pomijany.

Krok 2 – kalibrowanie pomiaru napięcia ładowania. Przetwornica ładowarki jest wyłączana. Do wyjścia ładowarki podłączyć pakiet akumulatorów o jak najwyższym napięciu dopuszczalnym, najlepiej 10 ogniw Ni-Cd lub 4 Li-Po. Włączyć woltomierz, klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* skorygować wskazania napięcia.

Krok 3 – kalibrowanie pomiaru prądu ładowania. Odłączyć od ładowarki pakiet akumulatorów i miernik, rozewrzeć zaciski wyjściowe. Na wyświetlaczu powinno pojawić się wskazanie natężenia prądu 0,00 A i odczyt A/C nieprzekraczający 10. Wartość korekty odczytu A/C zostanie zapamiętana i pozostałe pomiary prądu będą korygowane o tę wartość. Następnie do ładowarki należy dołączyć pakiet, który będzie można ładować prądem 2,5 A lub inne obciążenie (np. używaną wcześniej żarówkę samochodową) i szeregowo z nim włączyć amperomierz. Przytrzymując klawisz *Zwiększ* ustawić prąd wyjściowy na około 2,5 A (wskazania multimetru). Teraz klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* należy skorygować wskazania prądu ładowarki.

Uwaga! Prawidłowa wartość napięcia mierzona przez przetwornik A/C powinna być większa od 0,292 V. Jeśli napięcie będzie niższe, to oprogramowanie ładowarki sygnałem akustycznym da znać o problemie.

Wykaz elementów

Rezystory:

R1: 0,1 Ω
R2, R3: 4,7 k Ω
R4: 680 Ω
R5, R14...R16, R18: 10 k Ω
R6, R7: 1 k Ω
R8, R21: 47 k Ω
R9: 330 k Ω
R10, R11, R23, R27: 10 k Ω
R12: 62 k Ω
R13: 2,2 k Ω
R17: 24 k Ω
R19, R26: 33 k Ω
R20, R22: 220 k Ω
R24: 220 Ω
R25: 470 k Ω
PR1: 10 k Ω
PR2: 40 k Ω
PR3: 10 k Ω

Kondensatory:

C1, C5, C9, C10, C16...C20: 100 nF
C2, C7, C13: 1 μF
C3, C4, C15: 100 μF
C6, C14: 47 μF
C8: 1000 μF
C11, C12: 22 pF

Półprzewodniki:

D1, D2: BYV29
IC1: ATmega8-16PI
IC2: 7805
IC3: LM324N
IC4: 7812
IC5: DS 1803-100
IC6: LM2576HV-ADJ
T1: 2SD1207
T2: BC237
T3: BC238
T4: TIP122
VR1: TL431
VR2: LM385BZ-1,2

Inne:

DIS1: wyświetlacz 16 znaków \times 2 linie
Q1: kwarc 12 MHz
S1...S4: przycisk
SG1: buzzer
K1: przekaźnik HF115F
L1: dławik 150 $\mu\text{H}/\text{min}$. 3 A
L2: 10 μH
JP1...JP8: złącza goldpin lub IDC

Przyczyną może być zbyt duże wzmocnienie układu IC3C, które należy skorygować zmniejszając wartość rezystora R12. W przeciwnym razie zakres pomiarowy będzie mniejszy od 3 A.

REKLAMA

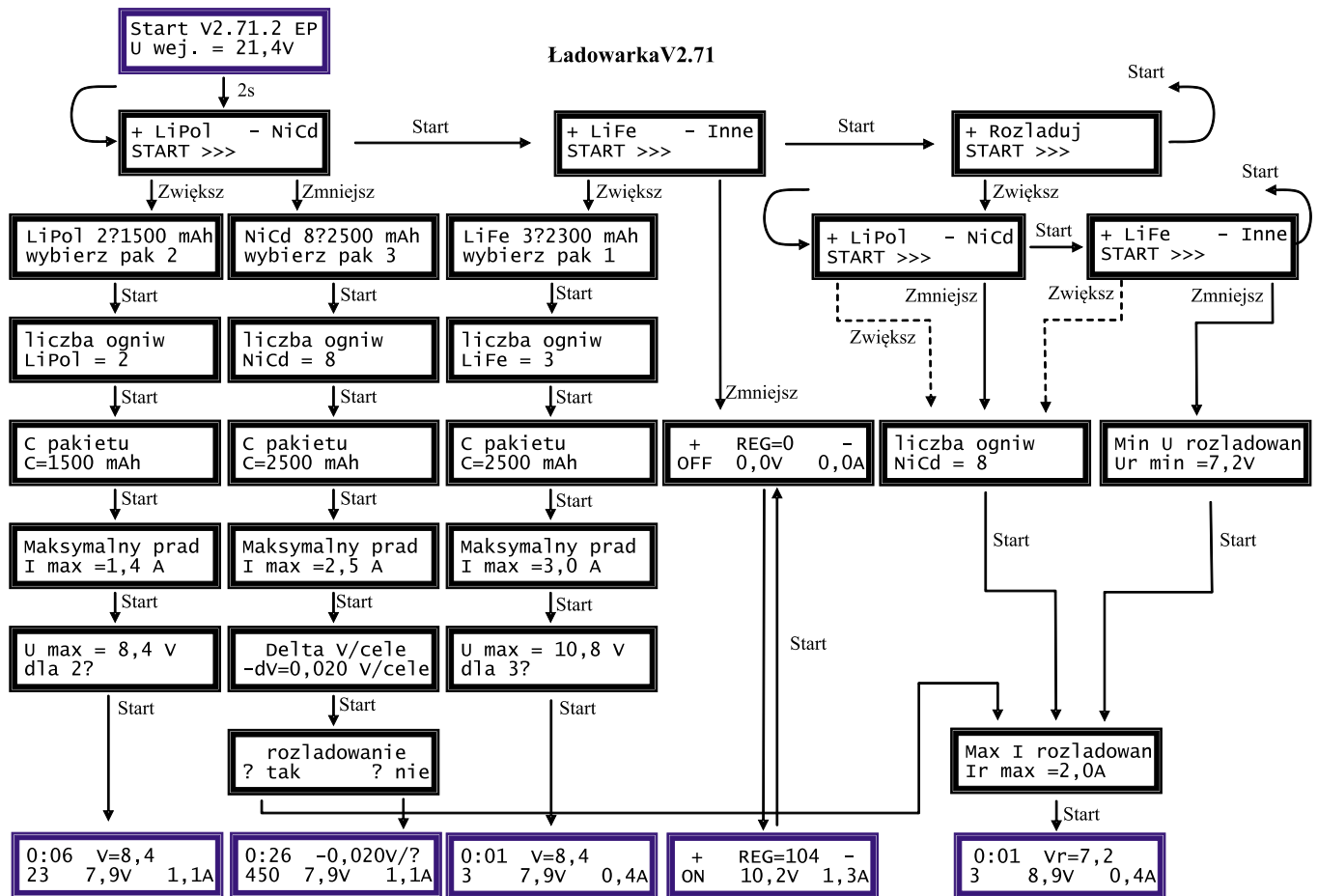
WWW.STM32.EU

JAK
zacząć z STM32?

Sprawdź!

♦ programy ♦ narzędzia
♦ porady ♦ przykłady





Rysunek 6. Struktura menu ładowarki

Krok 4 – kalibrowanie rezystancji obwodu ładowania. Ma ono na celu korektę spadków napięć. Do ładowarki należy zostawić dołączone obciążenie, które było używane w kroku 3. W punkcie połączenia obciążenia z ładowarką (na końcu przewodów) należy dołączyć równolegle. (Uwaga! Wszystkie pomiary podczas kalibracji rezystancji obwodu ładowania czy rozładowania robimy na końcach przewodów, ze względu na spadek napięcia przy ładowaniu dużymi prądami). Klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* ustawić prąd na wartość ok. 2,9 A. Porównać wskazania napięcia woltomierza i ładowarki, klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* zmienić wartość R, tak aby wskazania napięcia woltomierza i ładowarki były zgodne. Wartość R może sięgać nawet 0,2 Ω. W przypadku znacznie wyższych wartości sprawdzić staranność pogrubienia cyną ścieżek przewodowych, zastosować grubsze przewody łączące ładowarkę z pakietem ogniw.

Krok 5 – kalibrowanie rozładowania. Podłączyć pakiet ogniw, które można obciążać prądem około 2 A. Szeregowo z nimi włączyć amperomierz, klawiszem *Zwiększ* ustawić prąd na około 2 A. W górnym wierszu wyświetlacza będą widoczne zmiany prądu rozładowania, w dolnym zawartość rejestru *pot2* układu DS1803. W prawidłowo wykonanym układzie prąd rozładowania powinien

zacząć płynąć dla *pot2* wynoszącego ok. 200, by osiągnąć 2 A dla *pot2* ok. 50. Obserwując amperomierz klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* skorygować wskazania prądu rozładowania.

Krok 6 – kalibrowanie rezystancji obwodu rozładowania. Ma ona na celu korektę spadków napięć na przewodach lub w samym układzie, powstających przy dużych prądach rozładowania. Pozostawić dołączony do ładowarki pakiet ogniw używany w kroku 6. W punkcie połączenia pakietu z ładowarką (na końcu przewodów) włączyć woltomierz. Klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* ustawić dopuszczalny prąd rozładowania. Przejść do następnego kroku. Porównać wskazania napięcia woltomierza oraz ładowarki, klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* dobrać wartość R, tak aby wskazania napięcia woltomierza i ładowarki były zgodne.

Krok 6 kończy procedurę kalibracji parametrów elektrycznych. Dodatkowo, oprogramowanie pozwala na zmianę trzech parametrów związanych z zakończeniem ładowania i rozładowania. Po zamianie oprogramowania ze służącego do kalibrowania na aplikację sterującą pracą ładowarki, tych parametrów nie można zmienić z poziomu menu ładowarki. Naciskając klawisz *Start* należy przejść do kolejnego kroku.

Krok 7 – ustawienie parametru Pc (moc zamieniana na ciepło podczas rozładowania).

Ładowarka w trakcie procesu rozładowania wyliczy moc strat ciepłych i skoryguje prąd rozładowania w taki sposób, aby moc wpisana na etapie kalibracji nie została przekroczona. Parametr Pc (maksymalna moc strat ciepłych) można wyliczyć znając parametry zastosowanego radiatora lub doświadczalnie, mierząc temperaturę radiatora podczas rozładowania. Dla przykładu 10 ogniw Ni-Cd podczas rozładowania prądem 2 A daje Pc=24 W. Ta moc dla zastosowanego radiatora może okazać się zbyt duża. Problem można rozwiązać wymieniając radiator lub programowo zmniejszając parametr Pc.

Krok 8 – ustawienie minimalnego prądu zakończenia ładowania. Ten parametr można regulować z zmieniać z krokiem co 10 mA. Standardowo jest ustawiony na 100 mA i jest to prąd, przy którym ładowarka zakończy ładowanie. Dotyczy to wszystkich rodzajów ogniw litowych. Zwiększenie tej wartości spowoduje szybsze zakończenie ładowania, ale ogniwa mogą zostać nieco niedoładowane. Zmniejszanie tej wartości nie ma większego sensu – czas ładowania znacznie wydłuży się, a wartość ładunku niewiele wzrośnie.

Krok 9 – ustawienie minimalnego prądu zakończenia rozładowania. Podczas rozładowywania, gdy napięcie baterii ogniw spadnie do minimalnego napięcia rozłado-

wania, ładowarka zacznie zmniejszać prąd, tak aby napięcie nie spadło poniżej minimalnego. Prąd będzie mała tak długo, aż osiągnie wartość minimalną. Standardowo, wartość ta jest ustawiona również na 100 mA. Zasady regulacji są podobne, jak w kroku 8.

Krok 10 – ustawienie współczynnika przeładowania. W trakcie ładowania urządzenie na bieżąco wylicza ładunek, który został pobrany przez ogniwa. W przypadku niewykrycia z jakis przyczyn Delta-Peak, ła-

dowarka zakończy proces zgodnie po osiągnięciu wartości wyliczonej na podstawie współczynnika przeładowania. Standardowo ten współczynnik wynosi $1,1 \times C$.

Po zakończeniu kroku 10 należy zaprogramować mikrokontroler plikiem *LADOWARKA_2.71EPHEX*.

Obsługa

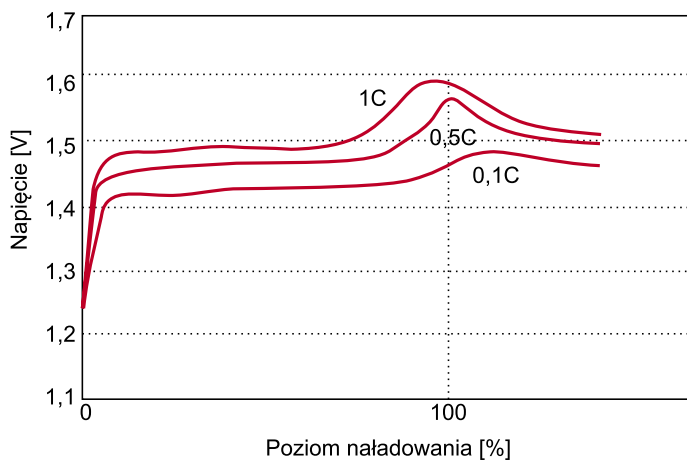
Strukturę menu ładowarki pokazano na **rysunku 6**. Ładowarka umożliwia wybór 4 programów ładowania oraz jednego rozła-

dowania. Naciskając klawisz *Start* można przeglądać programy, klawiszami *Zwiększ/Zmniejsz* wybrać jeden z dwóch z wyświetlanych na LCD. Poniżej zostaną opisane szczegółowo poszczególne programy.

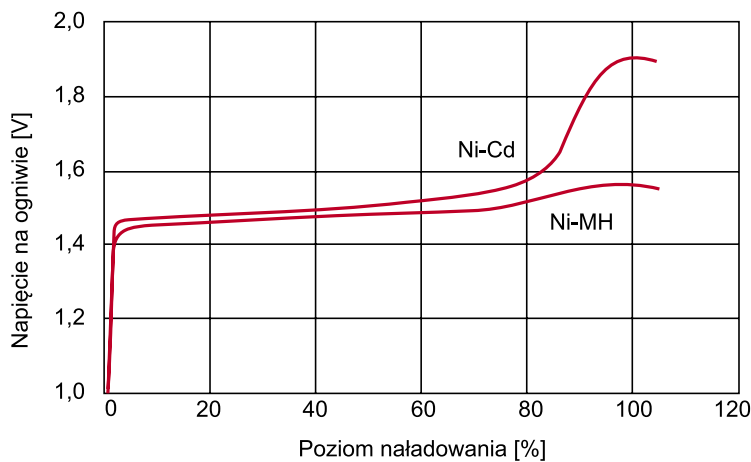
Li-Po. Ładowanie do 4 ogniw Li-Po lub Li-Ion. Stabilizowany jest prąd, a kontrolowane napięcie ładowanego pakietu. Po osiągnięciu napięcia maksymalnego (dla Li-Po 4,2 V/celę lub Li-Ion 4,1 V/celę) następuje stabilizacja napięcia i stopniowe obniżanie prądu, tak aby graniczne napięcie nie zostało przekroczone. Przedstawiony na **rysunku 7** wykres przedstawia proces ładowania akumulatora Li-Po. Dla ogniw Li-Ion wykres wygląda identycznie, lecz jak wspomniano – prąd ładowania zostaje ograniczony już przy napięciu 4,1 V/celę.

Po osiągnięciu minimalnego prądu ładowania 100 mA (lub innego, ustawionego na etapie kalibracji) następuje zakończenie procesu ładowania. Kontrolowany jest również poziom naładowania. Po wejściu w program, podobnie jak w Ni-Cd, mamy do wyboru jeden z trzech pakietów oraz możliwość ustawienia: liczby ogniw, pojemności pakietu, prądu ładowania, sumarycznego napięcia granicznego. Standardowo zdefiniowane pakiety mają napięcie graniczne ustawione na wartość 4,2 V/celę. Możliwa jest zmiana wartości całkowitego napięcia granicznego (liczba ogniw \times 4,2 V) klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ* po jego wyliczeniu przez ładowarkę. **Uwaga: takiej zmiany należy dokonać ładując ogniwa Li-Ion, zmniejszając napięcie graniczne o 0,1 V na celę.** Zmiana całkowitego napięcia granicznego nie jest zapamiętywana przez ładowarkę. Ogniwa Li-Po są najbardziej popularne i zmiana nie jest zapamiętywana w trosce o żywotność ogniw Li-Po. Każdorazowe wprowadzanie zmian całkowitego napięcia granicznego musi być świadome i przemyślane. Prąd ładowania również krytyczny i nie może być wyższy od podanego przez producenta.

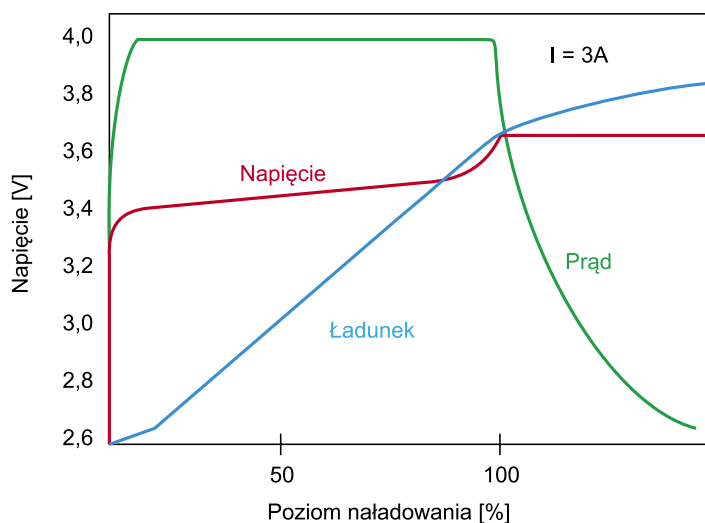
Ni-Cd. Ładowanie do 10 ogniw Ni-Cd, Ni-MH. Stabilizowany jest prąd ładowania, a kontrolowana Delta-Peak oraz poziom na-



Rysunek 7. Przebieg procesu ładowania akumulatorów Li-Po



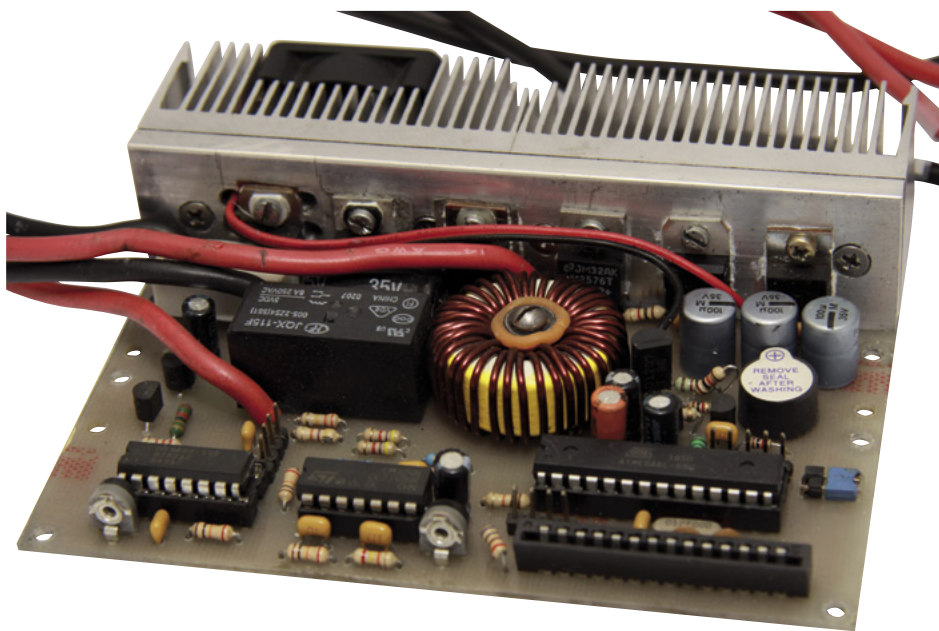
Rysunek 8. Przebieg procesu ładowania akumulatorów Ni-Cd



Rysunek 9. Przebieg procesu ładowania akumulatorów Li-Fe

REKLAMA

WWW.STM32.EU
 Mikrokontrolery
STM32
 Aplikacje i ćwiczenia w języku C
 nowa książka
 Wydawnictwa BTC
www.stm32.eu



ładowania, zabezpieczający ogniwa w przypadku niewykrucia Delta-Peak. Sytuacja taka może się zdarzyć przy ładowaniu starszych, zużytych ogniw czy przy ładowaniu ogniw prądem znacznie odbiegającym od zalecanego przez producenta, a zwłaszcza niskimi prądami około $0,1 \times C$.

Jak widać na wykresie pokazanym na rysunku 8, dla prądu $0,1 \times C$ zmiana Delta-Peak jest prawie niezauważalna. Najlepiej widać ją przy prądzie ładowania wynoszącym $0,5 \times C$. Proces ładowania ogniw Ni-Cd oraz Ni-MH jest taki sam, różni się jedynie w momencie naładowania wartością spadku napięcia ogniwa (ΔV) i wynosi odpowiednio $15 \dots 20$ mV/Ni-Cd i $5 \dots 10$ mV/Ni-MH, w zależności od producenta akumulatorów.

Po wejściu w program „Ni-Cd” ładowarka wyświetli prośbę o wybranie jednego z trzech pakietów klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ* i zatwierdzenie klawiszem *Start*. Liczbę ładowanych ogniw zmienia się klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ*, zatwierdza klawiszem *Start*. To ustawienie daje ładowarce możliwość wyciszenia $-\Delta V$ dla całego pakietu ogniw. Pojemność pakietu ustawiamy klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ*, zmiany z krokiem ± 50 mAh (zatwierdzenie klawiszem *Start*). Ustawienie pojemności jest ważne ze względu na kontrolę poziomu naładowania.

Parametr „maksymalny prąd ładowania” wyznacza natężenie prądu, którym będą ładowane akumulatory. Zmiana i ustawienie – jak poprzednio, krok co 100 mA. Wartość zmiany napięcia $-\Delta V$ zmieniamy za pomocą klawiszy *Zmniejsz/Zwiększ*, regulacja w zakresie od 5 mV/celę do 25 mV/celę z krokiem co 1 mV (klawisz *Start* zatwierdza zmiany). Na koniec, zostanie wyświetlone pytanie czy proces ładowania ma być poprzedzony rozładowaniem. Wyboru dokonuje się klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ*, zatwierdzenie *Start*.

Standardowo, jako pakiety akumulatorów numer 1 i 2 są przewidziane Ni-Cd z $\Delta V = 20$ mV/celę pakiet, natomiast pakiet nr 3 – Ni-MH z $\Delta V = 10$ mV/celę. Parametry te można zmienić. Ładowarka daje nam możliwość regulacji $-\Delta V$, co pozwala na bezpieczne ładowanie oba rodzaje ogniw. **Podkreślam, że warto zapoznać się z notami katalogowymi ogniw, tak by ustawiona przez nas wartość $-\Delta V$ była odpowiednia do typu i właściwości ładowanych ogniw.**

Wszystkie zmiany zostaną zapamiętane, więc na dowolnej pozycji można zdefiniować pakiet Ni-Cd lub/ Ni-MH o różnej pojemności czy różnej liczbie ogniw. Posiadacz więcej niż trzech pakietów musi pamiętać, by sprawdzić przed ładowaniem ustawienia. Kontrola $-\Delta V$ następuje po osiągnięciu zadanego prądu ładowania i odbywa się ona w stanie bezprądowym. Dlatego podczas pracy ładowarki zauważymy co 10 sekund pomiar prądu równy zeru oraz mniejszą wartość mierzonego napięcia. To rozwiązanie pozwala na dokładniejsze obserwowanie charakterystyki ładowania i pewniejsze wykrycie Delta-Peak.

Li-Fe. Podobnie jak przy ładowaniu Li-Po, jest stabilizowany prąd ładowania aż do osiągnięcia zadanego, granicznego napięcia ładowanego akumulatora, które wynosi $3,6$ V/celę. Po wejściu w program mamy do wyboru jeden z trzech pakietów oraz możliwość ustawienia: liczby ogniw, pojemności pakietu, całkowitego napięcie granicznego, prądu ładowania. Proces ładowania ogniwa Li-Fe pokazano na rysunku 9.

Inne. Program „Inne” jest przeznaczony do ładowania popularnych akumulatorów kwasowo-ołowiowych lub żelowych o napięciu 12 V i 6 V. Dla „Lead”, w odróżnieniu od „Pb-bat”, mamy do czynienia dodatkowo z napięciem granicznym. Napięcie to jest określone przez producenta i zawiera się

ono najczęściej w przedziale $13,9 \dots 14,5$ V. Do przeladowywania w tym typie akumulatorów dochodzi już przy $14,7$ V, a co za tym idzie do nadmiernego wydzielania wodoru. W tym programie napięcie nie jest kontrolowane, a jedynie jest stabilizowany prąd (ładowarka pracuje jako źródło prądowe). Tak więc przy ładowaniu „Pb-bat” czy „Lead” należy określić czas ładowania na podstawie pojemności akumulatora i zadanego prądu ładowania i pilnować tego czasu. Ładowarka umożliwia zmianę prądu ładowania klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ* oraz włączenie lub wyłączenie ładowania klawiszem *Start*.

Rozładowanie. Napięcie minimalne (rozładowania) dla akumulatorów Ni-Cd i Ni-MH wynosi $0,9$ V/celę, dla Li-Po – 3 V/celę, dla Li-Fe – 2 V/celę. W akumulatorach Li-Po, Li-Ion oraz Li-Fe nie występuje efekt pamięci, więc ich rozładowywanie nie jest konieczne, jednak taka możliwość została wprowadzona chociażby po to, aby móc ocenić ich rzeczywistą pojemność. Prąd rozładowania może być regulowany od $0,1$ do $2,0$ A z krokiem co $0,1$ A. Funkcja miękkiego startu rozładowania pozwala uniknąć sytuacji spadku napięcia poniżej minimalnej dopuszczalnej wartości, gdy nieświadomie poddamy procesowi rozładowania głęboko rozładowane akumulatory. Jest to istotne dla akumulatorów Li-Po.

Po osiągnięciu napięcia minimalnego, stopniowo zmniejsza się prąd rozładowania aż do osiągnięcia wartości minimalnej 100 mA lub innej, ustawionej na etapie kalibracji. Po uruchomieniu funkcji ładowarka poprosi o wybór typu ogniw. Przewijanie listy następuje po naciśnięciu klawisza *Start*, wybór jednej z dwóch pozycji zatwierdzamy klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ*. Następnie, liczbę rozładowywanych ogniw wybieramy klawiszami *Zmniejsz/Zwiększ* i zatwierdzamy *Start*. To ustawienie daje ładowarce możliwość wyciszenia napięcia minimalnego dla całego pakietu ogniw.

Po ustawieniu wartości prądu rozładowania i naciśnięciu *Start* rozpocznie się proces rozładowania. W przypadku wyboru na początku typu ogniw *Inne* zostanie pominięta prośba o podanie typu i liczby ogniw, a minimalne napięcie, do którego zostanie rozładowana bateria ogniw, można ustawić dowolnie. Jest możliwość zmiany napięcia rozładowania z dokładnością $0,1$ V – w zakresie od $0,8 \dots 12$ V. Ustawienia te nie są zapamiętywane przez ładowarkę. Możliwość regulacji napięcia minimalnego rozładowania sprawia, że program jest program uniwersalny i daje prawie nieograniczone możliwości rozładowywania różnych typów ogniw.

Janusz Stolarski
janusz_68@o2.pl
www.rchobby.cba.pl

Każde koło jest okrągłe,

u-blox



ale czy wszystkie są takie same?
Odbiorników GPS też jest wiele...



Znamy ekstremalne warunki pracy.

Czy moduły GPS nie powinny być
przeznaczone i testowane
do użytku "in vehicle" ?



Nie zmuszamy
do zmian w projektach

Zgodność
obudowy

2005

2007

2010

2012

LEA-4A

LEA-5A

LEA-6A

LEA-7

Najnowsza
technologia

2005

2007

2009

2011

LEA

NEO

AMY

MAX



Pinowo zgodne moduły
produkujemy od 2001 roku

Każdy moduł:

- testujemy na symulatorze GPS
- produkujemy standardzie
ISO16750 "in vehicle use"

A jak to jest z Twoim
modułem?

Oferujemy przystępne ceny!

I nasze moduły też są pinowo zgodne z modułami ... u-blox'a

 **Microdis**
Innovation & Reliability

Microdis Electronics Sp. z o.o.
tel. +48 71 3010400
fax +48 71 3010404
marketing@microdis.net

wroclaw@microdis.net
warszawa@microdis.net
krakow@microdis.net
gdansk@microdis.net