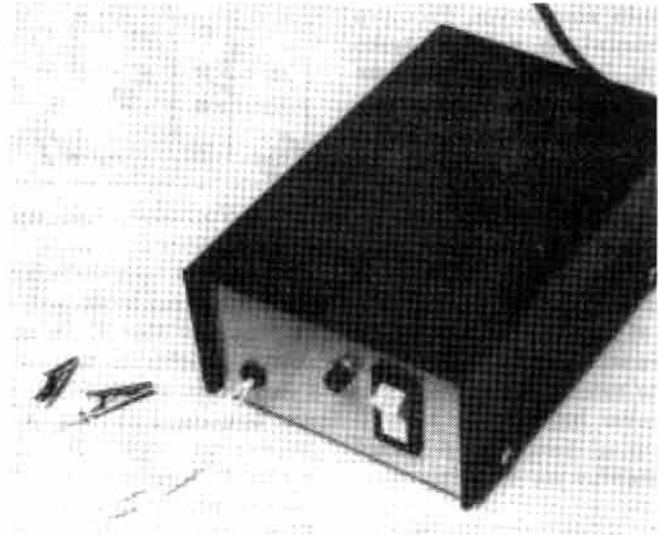


Automatyczna ładowarka akumulatorów ołowiowych

kit AVT-609

Ładowarka do akumulatorów ołowiowych gości po raz pierwszy na łamach EP. Bardzo interesującą cechą tego układu jest w pełni automatyczne nadzorowanie stanu akumulatora i samoczynne utrzymywanie go w dobrej „kondycji”, co zagwarantuje bardzo długą i pewną pracę awaryjnego źródła zasilania.

Opisane urządzenie może znaleźć wiele zastosowań - np. jako bufor zasilania w systemach alarmowych, automatyczna ładowarka akumulatorów samochodowych lub system nadzoru akumulatorów w zasilaczach UPS.



Wstęp

Małe akumulatory kwasowo-ołowiowe są obecnie powszechnie używane do zasilania urządzeń przenośnych oraz jako zasilanie zastępcze. Ich główną zaletą jest niższy koszt jednostkowy pojemności w porównaniu z akumulatorami niklo-kadmowymi. Oprócz tego ich samorozładowanie jest znacznie wolniejsze.

Główną ich wadą jest natomiast konieczność znacznie uważniejszej eksploatacji, a zwłaszcza niedopuszczenie do rozładowania poniżej dopuszczalnego napięcia i pozostawiania ich w stanie rozładowania. Nie dotrzymanie tych wymagań prowadzi bowiem do nieodwracalnego zniszczenia akumulatora ołowiowego.

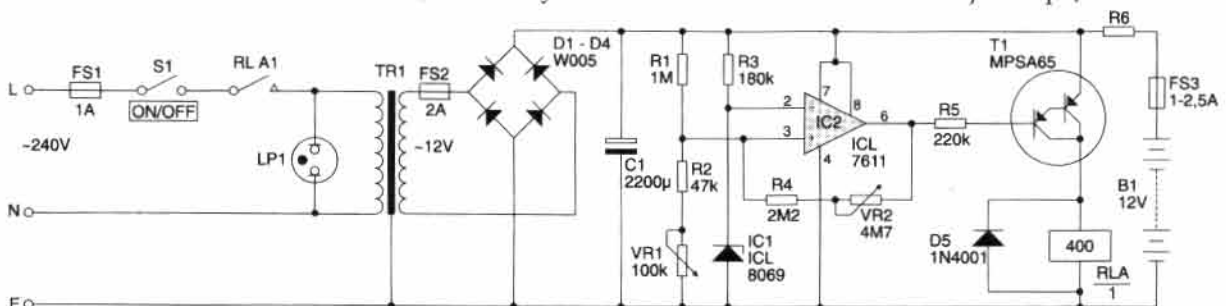
Automatyczna ładowarka może być na stałe połączona z akumulatorem dowolnie długo, niezależnie od stanu jego naładowania. Po naładowaniu akumulatora wyłączy się automatycznie.

Jeżeli napięcie obniży się poniżej nastawionego progu (nominalnie 80% całkowitego ładunku) ładowarka włączy się znowu i proces ładowania „na żądanie” będzie powtarzał się w nieskończoność. Układ pobiera prąd tylko w czasie ładowania, ponieważ jest wyłączany i włączany od strony sieci.

Budowa automatycznej ładowarki jest bardzo łatwa, jednak do końcowej regulacji potrzebny będzie multimetr cyfrowy.

W czasie ładowania nominalnie 12-woltowego akumulatora jego napięcie rośnie i może nawet przekroczyć 14V. Po wyłączeniu ładowania napięcie to szybko spada do około 13V. Bez zewnętrznego obciążenia, na skutek naturalnego procesu samorozładowania, obniża się potem bardzo powoli. Natomiast obciążony akumulator rozładowuje się z szybkością zależną od natężenia pobieranego prądu.

Opisana ładowarka nieustannie monitoruje napięcie akumulatora



Rys. 1. Schemat automatycznej ładowarki akumulatorów.

i włącza się, gdy obniży się ono do około 12,5V (co odpowiada 80% pełnego ładunku), a wyłącza się, gdy przewyższy 14,8V.

Innowacją w tym układzie jest to, że jest on zasilany przez sam akumulator, co pozwala na monitorowanie napięcia przy wyłączonym zasilaniu sieciowym. Prototyp w takich warunkach pobierał tylko około 90µA, co jest obciążeniem pomijalnie małym, znacznie mniejszym od naturalnego upływu.

Prąd ładowania jest niższy od 1A, ładowarkę można więc stosować bez obawy przeładowania do niemal każdego akumulatora kwasowo-ołowiowego. Prototyp był z powodzeniem używany do akumulatorów o pojemności od 1Ah do 8Ah. Ładowarka ta może być stosowana jako moduł w każdym układzie zasilanym buforowo z 12-woltowego akumulatora, na przykład w antywłamaniowym układzie alarmowym.

Opis układu

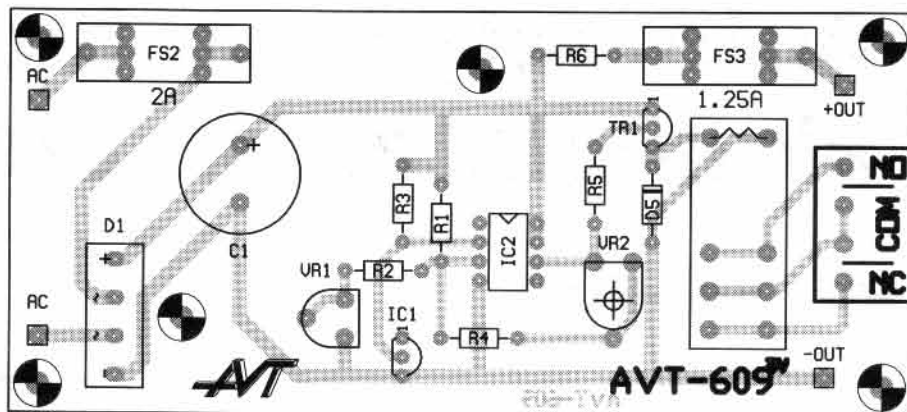
Schemat automatycznej ładowarki akumulatorów jest pokazany na rys. 1. Gdy przełącznik S1 jest włączony, a styki RLA1 przełącznika zwarte, konwencjonalny zasilacz, składający się z transformatora T1, mostka prostowniczego D1...D4 i kondensatora C1, dostarcza napięcia stałego 16V. Wyobraźmy sobie jednak na chwilę, że styki przełącznika są rozwarte, czyli że zasilanie jest wyłączone.

Ładowany akumulator (B1) jest połączony z układem wzmacniacza operacyjnego IC2.

Do wejścia odwracającego (2) IC2 jest doprowadzone napięcie 1,2V z precyzyjnego wzorca napięcia IC1. Rezystor R3 ogranicza prąd do wartości niezbędnej dla właściwego działania wzorca. Napięcie na wejściu nieodwracającym (3) IC2 otrzymuje się z akumulatora przez dzielnik R1-R2-VR1.

Jeżeli napięcie akumulatora utrzymuje się powyżej 14,5V, a suwak potencjometru VR1 jest w pobliżu środkowej pozycji, to napięcie na nieodwracającym wejściu IC2 jest większe od 1,2V. Na wyjściu wzmacniacza operacyjnego (6) jest zatem stan wysoki.

Stan ten przez rezystor R5 jest doprowadzony do bazy tranzystora Darlingtona TR1, który zostaje zablokowany, a przez cewkę przełącznika RLA nie płynie prąd. Bierne



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce automatycznej ładowarki akumulatorów.

styki RLA1 przełącznika są więc rozwarte i zasilanie jest wyłączone. Gdy akumulator rozładuje się częściowo, napięcie na nieodwracającym wejściu wzmacniacza obniży się poniżej 1,2V, na jego wyjściu pojawi się zatem stan niski, tranzystor TR1 zacznie przewodzić i dostarczy prądu do przełącznika. Styki RLA1 zostaną więc zwarte i zasilanie włączone, a neonówka LP1 zaświeci się. Do akumulatora przez rezystor R6 dopływa teraz prąd ładowania, a napięcie na jego zaciskach zaczyna wzrastać. W praktyce rezystor ten nie zawsze jest potrzebny. Jego zadaniem jest jedynie ograniczanie prądu ładowania do 1A, a jego wpływ na monitorowanie napięcia jest pomijalny.

Bez dodatkowych modyfikacji opisany układ ma tylko jedno progowe napięcie przełączania. W praktyce potrzebne są dwa dokładnie określone progi napięciowe, jeden włączający i drugi wyłączający. Osiąga się je przez wprowadzenie dodatniego sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczu operacyjnym za pośrednictwem rezystora R4 i potencjometru montażowego VR2. Powstaje w ten sposób przerzutnik Schmitta, który przerzuca się ze stanu „wyłączenia“ w stan „ładowania“ dopiero, gdy napięcie obniży się poniżej określonego poziomu.

Różnicę pomiędzy stanem „wyłączenia“ i stanem „ładowania“ dobiera się potencjometrem VR2. W prototypie przy ustawieniu VR2 w środkowym położeniu, różnica progów wynosiła około 2V. Jeżeli więc ładowanie wyłączało się gdy napięcie wzrosło do 14,6V, to mogło zostać ponownie włączone po obniżeniu się napięcia poniżej 12,6V.

Po zakończeniu montażu wymagane napięcie „ładowania“ ustawia

się przy pomocy VR1, a właściwe napięcie „włączenia“ przy pomocy VR2. Bezpieczniki FS1, FS2 i FS3 zapewniają ochronę wszystkich części układu.

Montaż układu

Większość elementów ładowarki akumulatorów montuje się na płytce drukowanej. Ich rozmieszczenie na płytce pokazane jest na rys. 2 (widok płytki znajduje się we wkładce).

Montaż zaczynamy od wlutowania zworki w miejsce R6.

Dalej montuje się kondensator C1, mostek prostowniczy D1...D4, wzorec napięcia IC1 i tranzystor Darlingtona TR1 (spłaszczeniami w stronę C1) oraz diodę D5, pamiętając o właściwej ich orientacji.

Na zakończenie montażu płytki trzeba jeszcze do punktów „AC.IN“ i „-OUT“ przyłutować 15-centymetrowe odcinki linki miedzianej, a do „+OUT“ 25cm linki w czerwonej izolacji. Bezpośrednio do końcówek biernych styków przełącznika należy przyłutować 15-centymetrowe odcinki przewodu sieciowego. Połączenia te muszą być całkowicie pewne, jest to bardzo ważne ze względów bezpieczeństwa. Suwak potencjometru VR1 powinno się ustawić w skrajnym położeniu, przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara (patrząc od strony przełącznika), a suwak VR2 w położeniu środkowym.

Transformator sieciowy należy przykręcić do obudowy umieszczając oczkową końcówkę lutowniczą pod śrubą najbliższą tylnej płyty. Końcówka ta zostanie użyta do uziemienia obudowy i transformatora, co jest niezbędne dla bezpieczeństwa.

Kabel zasilający powinien zostać wykonany z potrójnego przewodu

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

0,25W 5%, węglowe warstwowe

- R1: 1MΩ
- R2: 47kΩ
- R3: 180kΩ
- R4: 2,2MΩ
- R5: 220kΩ
- R6: w razie potrzeby - zob. tekst
- VR1: 100kΩ, potencjometr montażowy pionowy węglowy, submin.
- VR2: 4,7MΩ, potencjometr montażowy poziomy węglowy, submin.

Kondensator

C1: 2200μF/35V, pionowy

Półprzewodniki

- D1..D4: W005 50V 1,5A, mostek prostowniczy
- TR1: MPSA65, tranzystor Darlingtona pnp

IC1: ICL8069CCZR,

IC2: ICL7611,

Różne

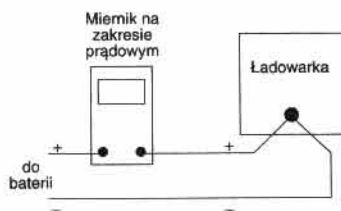
- T1: transformator sieciowy 12VA, 12V (lub 2 x 6V)
- RLA: miniaturowy przełącznik 12V, 400Ω, styki czynne 3A
- S1: wyłącznik sieciowy min. 1A
- FS1: bezpiecznik 1A z oprawką do płyty czołowej
- FS2: bezpiecznik 2A z uchwytem do druku
- FS3: bezpiecznik 1,25A z uchwytem do druku
- LP1: neonówka sygnalizacyjna sieciowa
- 8-stykowa podstawka do układu scalonego DIL
- 2 krokodyłki lub złącza samochodowe
- 2 oczkowe końcówki lutownicze
- oprawka z żarówką 12V i przewodem z krokodyłkami

sieciowego przystosowanego do przewodzenia prądu o natężeniu minimum 3A.

Uruchomienie

Do sprawdzania ładowarki będzie potrzebna żarówka 12V - dla mniejszych akumulatorów samochodowa postojowa 5W, a dla większych samochodowa od kierunkowskazów 21W. Umieszczona w oprawce, zakończonej dwoma krótkimi, zakończonymi krokodyłkami przewodami, będzie służyła jako obciążenie. Trzeba zacząć od rozładowania akumulatora do napięcia 11,5..12V.

Po przełączeniu multimetru na właściwy zakres prądowy należy włączyć go w obwód pokazany na rys. 4, zważając na poprawną polaryzację akumulatora. Przy włączeniu ładowarki powinien dać się usłyszeć stuk włączanego przełącznika, a neonówka zaświecić się. Trzeba uważać, aby krokodyłki nie zwartyły się, ani nie wywołały zwarcia z siecią. Prąd ładowania akumulatora powinien wynosić około 800mA.

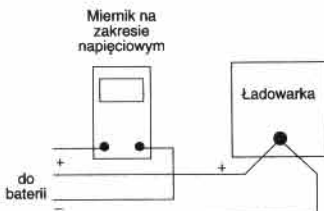


Rys. 4. Pomiar prądu ładowania akumulatora.

Jeżeli prąd ten okaże się większy od 1A, to bezpiecznik zostanie stopiony i trzeba będzie użyć rezystora R6, o mocy co najmniej 3W. Jego oporność dobiera się poczynając od 1Ω. Można go prowizorycznie przylutować do końców drutu rozciętej zworki. W razie potrzeby trzeba zwiększyć jego oporność. Po dobraniu rezystora układ należy wyłączyć.

Do regulacji progów napięciowych potrzebne jest specjalne pokrętko albo mały śrubokręt, umożliwiający łatwe i szybkie pokręcanie potencjometrami regulacyjnymi RV1 i RV2. Trzeba to wypróbować przed przystąpieniem do regulacji. Multimetr należy przełączyć na odpowiedni zakres napięciowy i włączyć go w obwód pokazany na rys. 5. Po włączeniu ładowarki napięcie akumulatora powinno zacząć bardzo powoli wzrastać.

Wzrost ten dla prototypu z akumulatorem 6Ah wynosił około 0,3V na godzinę i zwiększał się w miarę zbliżania się do punktu końcowego. Po osiągnięciu napięcia 13,8V trzeba być szczególnie czujnym i mieć



Rys. 5. Pomiar napięcia ładowanego akumulatora.

pod ręką pokrętko.

Gdy napięcie dochodzi do 14,8V należy powoli i ostrożnie pokręcać VR1 w kierunku ruchu wskazówek zegara do momentu, gdy przełącznik puści i neonówka zgaśnie. Napięcie wtedy szybko spadnie do około 13V. W razie przeoczenia właściwego momentu należy częściowo rozładować akumulator i spróbować ponownie.

Teraz trzeba częściowo rozładować akumulator za pomocą żarówki i zanotować napięcie, przy którym przełącznik zostanie ponownie włączony, a neonówka zaświeci się. Powinno to nastąpić przy około 12,5V. Jeżeli żarówka zostanie odłączona, akumulator zacznie się ponownie ładować i ładowarka powinna zostać odłączona przy poprzednio ustawionym napięciu (14,6 do 15V). Jeżeli napięcie włączenia nie jest właściwe (12 do 12,5V), to trzeba je skorygować za pomocą VR2 (obrót w kierunku ruchu wskazówek zegara zmniejsza to napięcie, a w przeciwnym zwiększa) i powtórzyć całą procedurę.

Niestety wymagane ustawienia VR1 i VR2 są wzajemnie od siebie zależne i po ustawieniu jednego, drugie także wymaga korekty. Regulacji trzeba więc dokonać metodą kolejnych przybliżeń. Próby przypięcia regulacji, przez użycie żarówki o większej mocy, prowadzą niestety do dobrania niewłaściwych napięć.

Po zakończeniu regulacji należy sprawdzić ładowarkę w warunkach normalnego działania. Krokodyłki należy zawsze łączyć z akumulatorem przed włączeniem ładowarki. W przeciwnym wypadku mogą się zetknąć, wywołać zwarcie i bezpiecznik FS3 zostanie stopiony.

W czasie dłuższego działania obudowa może być ciepła, jest to naturalne. W razie krótkiego zaniku napięcia w trakcie ładowania ładowanie zostanie wznowione dopiero po obniżeniu się napięcia poniżej dolnego progu.

Gdy wszystko już działa poprawnie, ładowarka może zostać włączona do stałego użytku.

Terry de Vaux-Balbine

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday with Practical Electronics".