

URZĄDZENIE DO BEZPIECZNEGO ŁADOWANIA AKUMULATORÓW SAMOCHODOWYCH

Gdy jeździmy z włączonymi światłami mijania, często używamy rozrusznika i pokonujemy krótkie odcinki drogi, to zagraża nam wystąpieniem nie milego zjawiska – rozładowania się akumulatora.

Zdarzyło się to i mnie, podłączyłem go więc do prostownika i... nieco się zagapiłem. Trzeba było kupić nowy akumulator.

Aby historia z przeładowaniem akumulatora się nie powtórzyła, musiałem nauczyć się czegoś więcej o akumulatorach, a do pilnowania ładowania "zatrudnić elektronikę", która się nie zagapia. Jak informują publikacje, nowoczesnych akumulatorów kwasowych nie można ładować napięciem wyższym niż 2,4 V na ogniwo przy pracy cyklicznej (naprzemienne ładowanie i rozładowanie) lub 2,28 V na ogniwo przy pracy buforowej (stałe doładowywanie źródła zasilania rezerwowego). Nie jest zalecana duża pulsacja prądu ładowania oraz nadmierny jego wzrost w początkowej fazie ładowania, bo powodują znaczny spadek trwałości akumulatora.

Przed zbudowaniem własnej ładowarki próbowałem wykorzystać gotowe rozwiązania, publikowane w czasopiśmie, ale albo były zbyt rozbudowane jak na funkcję, którą miały spełniać, albo w razie zainstalowania ogranicznika napięcia nie miały stabilizacji prądu (lub odwrotnie). Te na duży prąd ładowania były zbudowane z tyrystorami, co się wiąże z dużą pulsacją prądu i wysokim poziomem zakłóceń. Zrobiłem opracowanie własne.

Schemat urządzenia do bezpiecznego ładowania akumulatorów samochodowych jest przedstawiony na rys. 1. Jest to prosty układ, bez specjalizowanych układów scalonych i wykonany z dostępnych podzespołów. Zawiera sprawdzone w praktyce układy stosowane w regulatorach napięcia i układach zapłonowych. Po włączeniu zasilania sieciowego i dołączeniu akumulatora płynnie przezeń prąd ładowania o stałej wartości, ustawionej rezystorem R8. Napięcie ładowania powoli wzrasta do poziomu 14,4 V (Ua1, rys. 2).

Wtedy zaczyna przewodzić dioda Zenera D3ysterowując tranzystor T1. Przewodzący tranzystor T1 otwiera tranzystor T2, który ograniczaysterowanie układu Darlingtona z tranzystorami T4 i T5, nie dopuszczając do dalszego wzrostu napięcia przez zmniejszenie prądu ładowania. Do dokładnego ustawienia końcowego napięcia akumulatora służy rezystor R6. Ogranicznik prądu jest typowy i objaśnień nie wymaga.

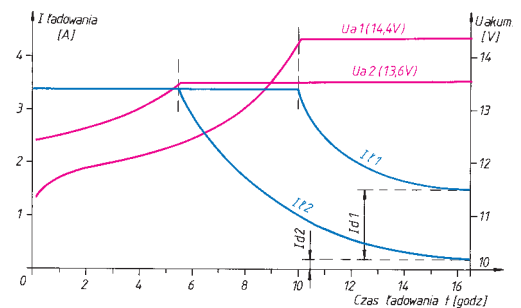
Osiągnięcie napięcia 14,4 V nie oznacza jeszcze, że akumulator jest w pełni naładowany (faktycznie, jest on naładowany do ok. 80% pojemności), pełną pojemność osiąga dopiero po kilkugodzinnym doładowywaniu coraz mniejszym prądem – bez silnego gazowania i bez możliwości przeładowania. Prąd doładowania pod koniec procesu zależy od ustalonego napięcia końcowego akumulatora, które – jak podano wyżej – zależy od rodzaju eksploatacji. Przykładowe przebiegi prądów i napięć akumulatora 34 Ah przedstawiono na rys. 2.

Kondensatory C2 i C3 służy do tłumienia oscylacji, jakie mogą pojawić się przy zastośowaniu tranzystorów T1-T3 do dużym wzmocnieniu. Dioda D4 jest wykorzystywana w sytuacji, kiedy do ładowarki dołączany jest najpierw akumulator, a potem sieć – nie zalecane, ale nie można wykluczyć, że się zdarzy. Kondensator C1 ładuje się wtedy z akumulatora i przy braku diody D4 mogłoby nastąpić uszkodzenie tranzystorów T2 i T4.

Prostownik z diodami D1 i D2 i kondensatorem C1 powinien dostarczyć napięcia ok. 17 V przy obciążeniu znamionowym. Oznacza to, że transformator Tr1 powinien mieć uzwojenie wtórne z odczepem w środku 2 x 14 V / 2 x 2 A (układ dwupołówkowy jak na rys. 1) lub 15 V/4 A przy prostowniku w układzie mostkowym. Przy obciążeniu 3,0-3,5 A wystarczy C1 = 10 000 µF, ale przy 4,0-4,5 A jego pojemność trzeba zwiększyć do 15-20 000 µF. Nie należy stosować zbyt długich lub zbyt cienkich przewodów, ponieważ między ładowarką a akumulatorem wystąpią zbyt duże spadki na-

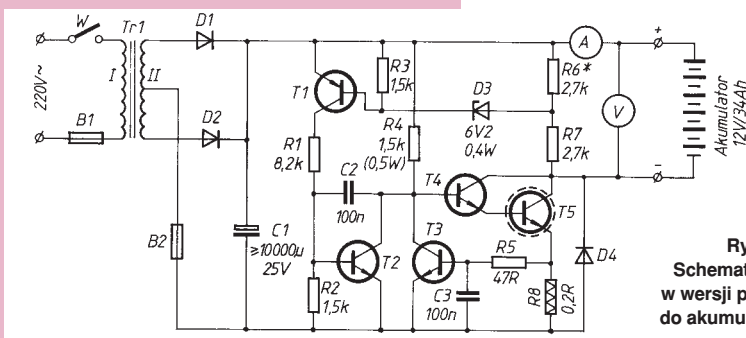
pięcia. Optymalna długość przewodu 1,0-1,5 m, przekrój 1,5-2,5 mm². Aby zmniejszyć możliwość pomyłki, przewód "plus" powinien być w czerwonej izolacji.

Układ elektroniczny jest zmontowany ze sprawdzonych podzespołów na płycie drukowanej (rys. 3). Płytkę należy zainstalować tak, aby rezystor R8 był umieszczony najwyżej i nie nagrzewał pozostałych elementów. Włutować go trzeba bardzo solidnie, np. składając końcówki podwójnie lub zginając końcówki o długości 5 mm i kładąc je przed przylutowaniem na miedzianej folii. Tranzystor mocy T5 należy umieścić – bez podkładki izolacyjnej – na użebrowanym radiatorze o masie ok. 200 g. Diody D1 i D2 wymagają radiatora kilkakrotnie lżejszego.

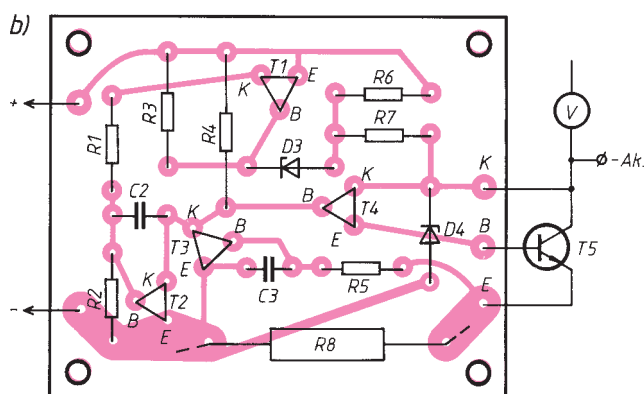
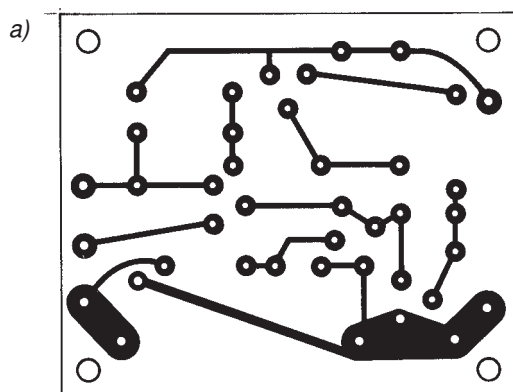


Rys. 2. Charakterystyki urządzenia z ogranicznikiem prądu i napięcia ładowania. I1 – przebieg prądu ładowania akumulatora 34 Ah przeznaczanego do pracy cyklicznej (np. w samochodzie); I2 – przebieg prądu tego samego akumulatora przeznaczanego do pracy buforowej; Ua1 – napięcie na zaciskach wyjściowych przy typowym ładowaniu akumulatora samochodowego 34 Ah; Ua2 – napięcie akumulatora pracującego buforowo (ciągle doładowywane źródło napięcia rezerwowego); Id1 – minimalny prąd doładowania po długim czasie przerwy; Id2 – minimalny prąd doładowania akumulatora pracującego buforowo. Podane na rysunku prądy dotyczą akumulatora kilkuletniego, dla dwuletniego są trzykrotnie mniejsze

Uruchomienie układu sprowadza się do dobrania rezystora R6 w końcowej fazie ładowania. Zwarcie zacisków wyjściowych nie powoduje żadnych uszkodzeń, ponieważ prąd zostaje ograniczony do wartości takiej, jak przy ładowaniu. Wprowadźcie całą moc wydzieli się w tranzystorze T5, ale nadmierne jego nagrzanie powstałoby tylko wtedy, gdyby zwarcie trwało bardzo długo. Prąd znamionowy popłynie również w razie pomylenia przewodów (plus zamiast minusa i odwrotnie), ale wtedy moc tracona w tranzystorze T2 będzie ok. dwa razy większa niż przy zwarcu. I ten tranzystor uszkodzi się jako pierwszy (wraz z rezystorem R8) po mniej więcej 30 minutach, w tym też czasie będzie się rozładowywał



Rys. 1. Schemat urządzenia w wersji podstawowej do akumulatorów 12 V



Rys. 3 Płytką drukowaną ładowarki (skala 1:1)

a – widok od strony druku, b – rozmieszczenie elementów na płytce
Uwaga: Rezystor R8 powinien znajdować się ok. 3 mm od płytki

Wykaz elementów

Rezystory

R1 – 8,2 k Ω / 0,25 W
R2+R4 – 1,5 k Ω / 0,25 W
R5 – 47 Ω / 0,5 W
R6 – 2,7 k Ω dobierany
R7 – 2,7 k Ω / 0,25 W
R8 – 0,2 Ω / 5 ÷ 10 W dla I = 3,4 A

Kondensatory

C1 – 10÷20 000 μ F/25 V
C2+C3 – 100 nF/100÷250 V MKSE-020

Tranzystory

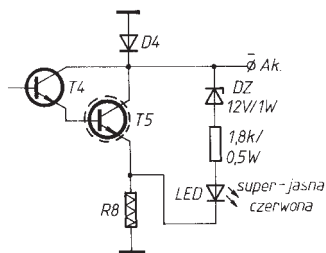
T1 – BC307A lub podobny
T2 – BC237A lub podobny
T3 – BC237A, B lub podobny
T4 – BD135 lub podobny
T5 – KD202, 2N3055 lub
dowolny 15÷20 A/ ok. 150 W

Diody

D1, D2 – dowolne 5÷10 A, 100 V lub więcej
D3 – Zenera 6V2, 0,4 W
D4 – BVP401 (1N4001÷6)

Inne

B1 – Wta-T 630 mA (zwłoczny)
B2 – WtaT 6,3 A (zwłoczny) lub bezpiecznik termiczny przyklejony do uzwojenia Tr1
Tr1 – transformator dowolny 90÷120 VA z uzw. jak w tekście lub nawinięty na rdzeniu EI 102/35, I – 740 zw. DNE 0,50, II – 2 x 56 zw. DNE 1,1



Rys. 4 Układ sygnalizacji niewłaściwego dołączenia akumulatora

akumulator. Pomyłkowe odwrotne dołączenie akumulatora nie zmienia wartości prądu, co mogłoby zmylić użytkownika. Stąd wynika potrzeba zainstalowania układu sygnalizacji niewłaściwego dołączenia akumulatora, który przedstawiono na rys. 4. Zaleca się tu użycie LED o dużej świetności. Przy normalnym ładowaniu LED nie świeci, przy zwarceniu końcówek wyjściowych świeci dość jasno, a przy odwrotnym dołączeniu akumulatora – bardzo jasno. Dobrym rozwiązaniem byłoby zastosowanie w tym

miejscu piezoelektrycznego brzęczyka, najlepiej pełnego układu z wewnętrznym generatorem.

Jeśli urządzenie ma służyć do ładowania różnych akumulatorów, rezystor R8 może być przełączany (ale tu uwaga na rezystancję przewodów!). Instalując transformator sieciowy o nieco wyższym napięciu po stronie wtórnej, należy zmierzyć napięcie na kondensatorze C1 i jeśli w jakichkolwiek warunkach osiąga 25 V, zastosować na jego miejsce kondensator o napięciu pracy 0 V. Wzrosną też straty na tranzystorze T5 potrzebny więc będzie większy radiator. Ze względu na te problemy, takich sytuacji należy raczej unikać. W ostateczności można odwinąć parę zwojów z uzwojenia wtórnego (co jest na ogół bardzo kłopotliwe) albo zmniejszyć C1 do 4700 μ F. ■

Stefan Roguski

LITERATURA

- [1]. Biliński J.: Zasilacz do ładowania akumulatorów. ReAV 5/93
- [2]. Mazurkiewicz A.: Prostownik stabilizujący prąd ładowania akumulatora. ReAV 4/97
- [3]. Warda J.: Zasilacz do prawidłowego ładowania akumulatorów. ReAV 4/99
- [4]. Akumulatory. cz. 1 – Elektronika dla wszystkich 10/96, cz. 2 – 11/96