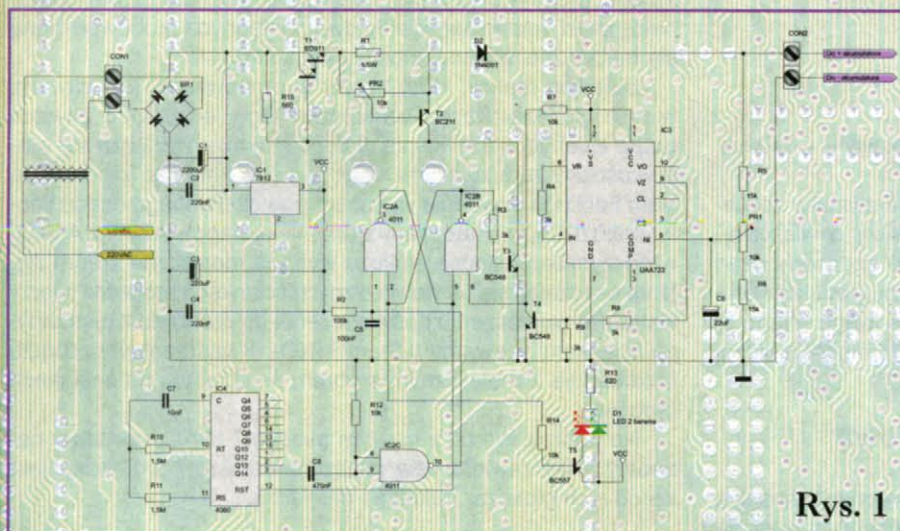


Zasilacz akumulatorowy



Rys. 1

Do czego to służy?

Układ, którego wykonanie chciałbym zaproponować Czytelnikom Młodego Technika jest typowym projektem „wakacyjnym” lub może raczej „powakacyjnym”. Nie powstał on na specjalne zamówienie ani też nie był owocem długotrwałych przemyśleń i doświadczeń. Po prostu, w pewnym momencie stał się potrzebny i natychmiast, jeszcze „w terenie” opracowany.

Wszystko zaczęło się od... pieczenia różnych pyszności na grillu. Nie muszę chyba nikogo przekonywać, że jest to czynność stanowiąca jedną z największych atrakcji wakacyjnego odpoczynku, ale wymagająca pewnego, minimalnego choćby „oprzyrządowania”. Późnym wieczorem, podczas przyrządzania kolacji moja Małżonka wystąpiła z stanowczym postulatem zapewnienia Jej właściwego oświetlenia stołika, na którym odprawiała „czary” nad kolejnym arcydziełem sztuki kulinarnej. Świece, lampy naftowe i temu podobne źródła światła nie zdały egzaminu ze względu na silny wiatr, tak że konieczne okazało się zastosowanie oświetlenia elektrycznego, a z powodu znacznej odległości od

najbliższych zabudowań - akumulatorowego. Zastosowałem do tego celu niewielki akumulator niewylewny o pojemności 14Ah, która okazała się całkiem wystarczająca do oświetlenia stołu przez cały wieczór. Niestety, akumulator został przy tym całkowicie, a nawet nadmiernie wyczerpany i następnego dnia zaczęło się poszukiwanie, a właściwie pospieszne „kleczenie” ładowarki. Oczywiście nie zdążyłem naładować akumulatora na wieczór i wtedy Małżonka wystąpiła z kolejnym, popartym groźbą zagłodzenia na śmierć, żądaniem całkowitego zautomatyzowania ładowania akumulatora, regulacji dostarczanej przez niego mocy, a tym samym umożliwienia oszczędzania energii oraz zabezpieczenia akumulatora przed nadmiernym rozładowaniem.

Spełniłem to żądanie i ponieważ unikałem śmierci głodowej, mogę teraz

opis zbudowanego urządzenia przekazać moim Czytelnikom.

Jak to działa?

Zaprojektowany przeze mnie układ spełnia następujące funkcje:

1. Umożliwia naładowanie dołączonego do niego akumulatora, a następnie utrzymywanie go w stanie pełnego naładowania przez dowolnie długi okres. Podczas pracy urządzenia nie są wymagane jakiegokolwiek czynności obsługowe, poza włączeniem do sieci 220V, co kwalifikuje układ do klasy „women proof”.

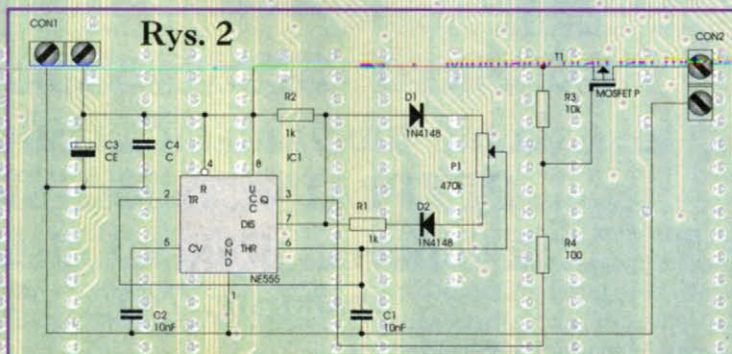
2. Urządzenie posiada dwa wyjścia służące dołączeniu odbiorników energii 12VDC, w tym jedno z możliwością bezstratnej regulacji pobieranej mocy (np. regulacji siły światła).

3. Zabezpiecza akumulator przed nadmiernym rozładowaniem przez odłączenie we właściwym momencie odbiorników energii.

Wszystkie wymienione funkcje zostały zrealizowane jako osobne moduły funkcjonalne, co umożliwi Wam zbudowanie takiego urządzenia, jakie będzie Wam w danym momencie potrzebne.

Opis układu rozpoczniemy od modułu ładowarki, której schemat został pokazany na rysunku 1. Jak widać, układ nie jest skomplikowany i zrozumienie zasady jego działania nie powinno sprawić nikomu kłopotu. Sercem układu jest scalony stabilizator napięcia typu 723, pracujący jednocześnie jako komparator i jako wysokostabilne źródło napięcia odniesienia. Kolejny raz sędziwa już kostka 723 udowodniła swoją przydatność, z powodzeniem zastępując dwa elementy elektroniczne.

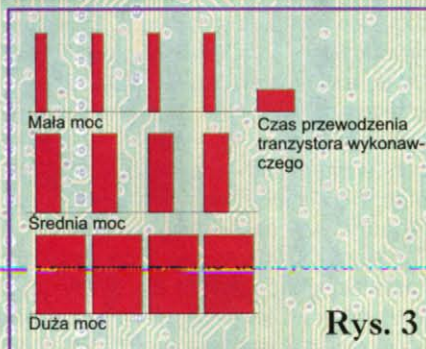
Prześledźmy teraz działanie układu ładowarki począwszy od momentu włączenia zasilania. Stan niski utrzymujący się przez chwilę na wejściu zerującym przerzutnika R-S zbudowanego z bramek IC2A i IC2B powoduje wyłączenie tego przerzutnika i w konsekwencji powstanie stanu niskiego na jego wyjściu IC2B 4. Tranzystor T3 nie przewodzi, baza tranzystora T1 polaryzowana jest za pośrednictwem rezystora R15 i do akumulatora płynie prąd ładowania, regulowany za pomocą potencjometru montażowego PR2. Minimalny prąd jaki możemy ustawić za pomocą tego potencjometru wynosi ok. 600mA, maksymalny zależy od zastosowanego transformatora i, oczywiście od pojemności ładowanego akumulatora. Podczas ładowania napięcie na zaciskach akumulatora powoli rośnie i w pe-



Rys. 2

wnym momencie, po ok. 10... 15 godzinach od rozpoczęcia ładowania, osiąga taką wartość, że napięcie pobierane z suwaka potencjometru montażowego PR1 staje się wyższe od napięcia odniesienia podawanego na wejście 5 IC1. Spowoduje to zmianę stanu komparatora IC3, włączenie przerzutnika R-S i przewodzenie tranzystora T3. Baza tranzystora T1 zostanie zwarta do masy i pierwszy cykl ładowania się zakończy.

Należy zauważyć, że podczas ładowania akumulatora licznik binarny z wbudowanym generatorem RC - IC4 był permanentnie zerowany stanem wysokim doprowadzanym na jego wejście zerujące RST z wyjścia IC2A 3 przerzutnika R-S. Od momentu zakończenia ładowania licznik IC4 rozpoczyna pracę, zliczając impulsy o częstotliwości ustalonej przez rezystancję R10 i R11 oraz pojemność C7. W momencie kiedy stan wysoki pojawi się na wyjściu Q14 tego licznika, zostanie on po zanegowaniu przez bramkę IC2C przekazany w formie krótkiego impulsu na wejście zerujące przerzutnika R-S i w konsekwencji jego wyłączenie. Proces ładowania akumulatora rozpocznie się od nowa, z tym, że obecnie będzie on trwał znacznie krócej, niż pierwsze ładowanie. Po kolejnym wzroście napięcia na akumulatorze komparator włączy przerzutnik R-S i cały proces będzie się powtarzał aż do wyłączenia zasilania ładowarki. W ten sposób akumulator może być przechowywany przez dowolnie dłu-



Rys. 3

gi czas, będąc stale w stanie pełnego naładowania.

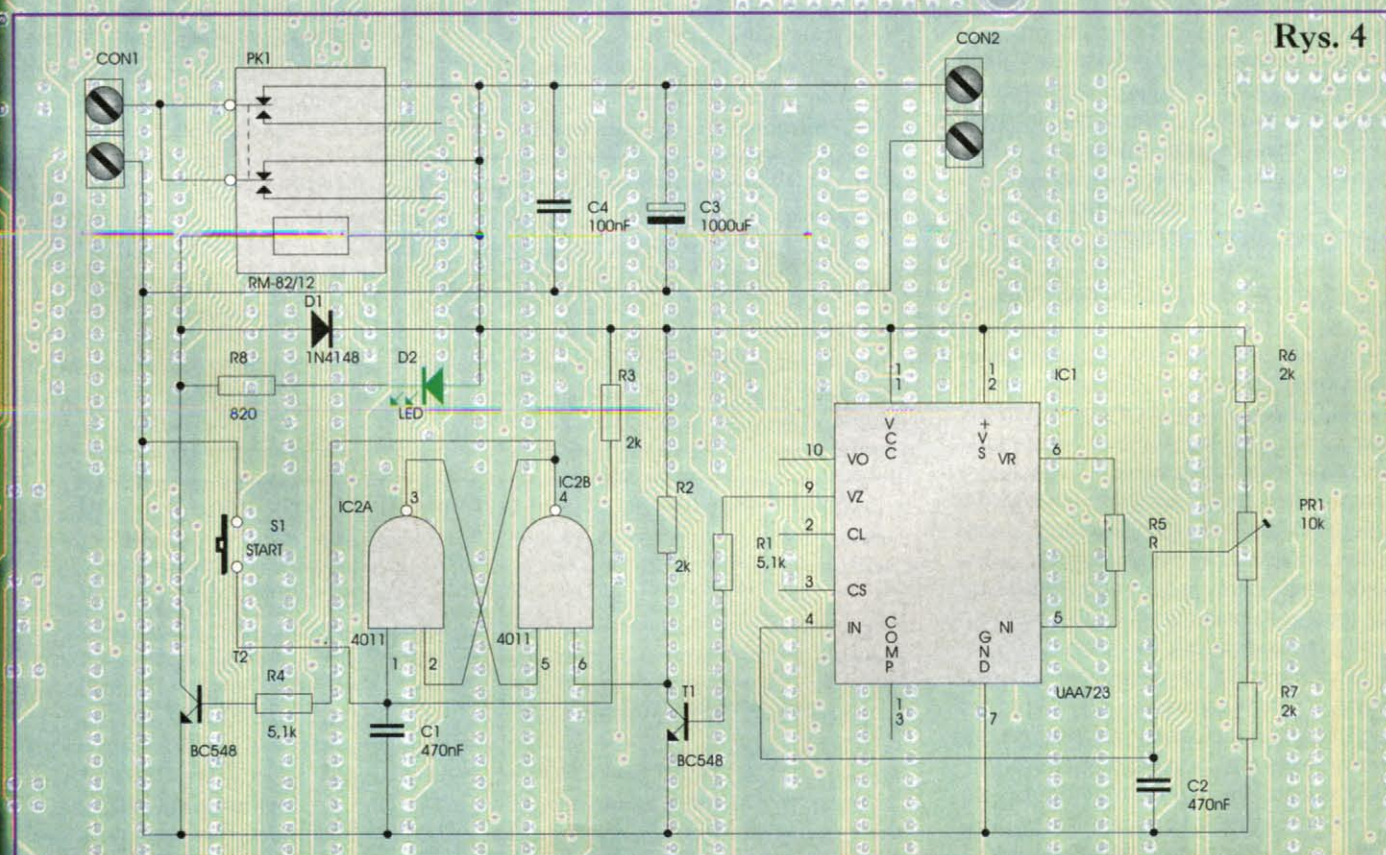
Dwubarwna dioda LED pełni w układzie rolę sygnalizatora stanu pracy ładowarki. Podczas ładowania tranzystor T5 przewodzi zasilając strukturę diody czerwonej. Ponieważ napięcie odkładające się na tej diodzie jest znacznie niższe niż napięcie przewodzenia diody zielonej, ta ostatnia jest jakby „zwarta” przez diodę czerwoną. Po naładowaniu akumulatora tranzystor T5 przestaje przewodzić i włącza się dioda zielona.

Kolejnym modulem wchodzącym w skład naszego zasilacza akumulatorowego jest regulator mocy pobieranej z akumulatora. Zastosowanie tego modułu jest bardzo celowe, ponieważ praktyka wykazała, że nie zawsze musimy korzystać z pełnej mocy np. lampy oświetlającej domek kempingowy. Zmniejszenie siły światła daje nie tylko miły nastrój, ale umożliwia znacznie oszczędniejsze go-

spodarowanie energią zmagazynowaną w akumulatorze. Pozornie zbudowanie urządzenia ograniczającego moc pobieraną z akumulatora jest sprawą prostą: wystarczy w szereg z odbiornikiem energii włączyć rezystor o odpowiednio dobranej mocy i rezystancji i po sprawie. Niestety, stosując taką metodę regulacji osiągnęlibyśmy zmniejszenie siły światła, ale bez najmniejszej oszczędności energii elektrycznej. Zamiast na żarówce moc wydzielalaby się na rezystorze szeregowym, bezsensownie go nagrzewając. Także stosowanie wszelkiego rodzaju tranzystorowych regulatorów napięcia lub prądu nie przyniosłoby najmniejszej oszczędności energii, powodując jedynie niepotrzebne nagrzewanie elementów półprzewodnikowych.

W naszym regulatorze mocy zastosujemy praktycznie bezstratną metodę regulacji prądu: PWM (Pulse Width Modulation), czyli regulację szerokości impulsu.

Na czym polega ta metoda najlepiej wyjaśnia rysunek 3, a na rysunku 2 pokazany został schemat elektryczny modułu regulacji prądu obieranego z akumulatora. Zastosowany w tym urządzeniu układ NE555 umożliwia uzyskanie regulacji wypełnienia impulsów od ok. 1% do ok. 99%, czyli praktycznie od zera do pełnej mocy. Zastosowanie tranzystora typu MOSFET pozwoliło do minimum ograniczyć moc strat, która przy prądzie 5A nie będzie przekraczać 1W. Regulacji dokonujemy za pomocą potencjometru P1, a z warto-



Rys. 4

ściami elementów takimi jak na schemacie częstotliwość kluczowania tranzystora powinna wynosić ok. 100kHz.

Trzecim modulem wchodzącym w skład naszego zasilacza jest układ odłączający obciążenie od akumulatora przy spadku napięcia poniżej założonej normy. Schemat elektryczny tego modułu został pokazany na rysunku 4. Nasz układ dołączamy do akumulatora za pośrednictwem złącza CON2, a obciążenie, np. ładowarkę akumulatorów, przyłączamy do złącza CON1. Niski stan logiczny utrzymujący się przez chwilę na wejściu ustawiającym przerzutnika R-S zbudowanego z bramek NAND IC2A i IC2B powoduje włączenie tego przerzutnika, spolaryzowania bazy tranzystora T1 i w konsekwencji zwarcie styków przełącznika RL1 oraz włączenie diody LED D1, która zielonym światłem sygnalizuje właściwe napięcie na zaciskach akumulatora.

Do obciążenia zaczyna płynąć prąd, co powoduje powolny spadek napięcia na akumulatorze. W momencie kiedy napięcie uzyskiwane z dzielnika stanie się niższe niż napięcie odniesienia układu 723 (około 7,2V, w zależności od producenta) na wyjściu VZ IC1 pojawi się „stan wysoki” powodujący spolaryzowanie bazy tranzystora T1. Tranzystor ten zacznie przewodzić i w konsekwencji wejście zerujące przerzutnika R-S znajdzie się w stanie niskim. Przerzutnik ten wyłączy się i tranzystor T2 przestanie przewodzić odcinając zasilanie cewki przełącznika i diody LED. Odbiornik zostanie odłączony, a brak świecenia diody LED da nam wyraźne do zrozumienia, że dalsze czerpanie energii z akumulatora grozi jego całkowitym rozładowaniem. Naciskając przycisk RESET możemy na chwilę przywrócić dopływ prądu do odbiornika, należy jednak korzystać z tej możliwości jedynie w wyjątkowych przypadkach.

Montaż i uruchomienie

Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania w płytki elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na zamocowaniu radiatorów (w układzie ładowarki i regulatora mocy). Pamiętajmy przy tym o zalecanej kolejności montażu tych elementów: najpierw przykręcamy tranzystory do radiatorów, montujemy radiator do płytki (lutowając jego kołki ustalające) i na końcu lutowujemy wyprowadzenia tranzystorów.

Zmontowane ze sprawdzonych elementów układy wymagają jedynie prostej regulacji, której możemy dokonać za pomocą zwykłego cyfrowego miernika uniwersalnego. Najlepszą metodą będzie wykonanie regulacji podczas pracy układów, czyli w końcowej fazie ładowania

i rozładowywania akumulatora. Dołączamy ładowarkę i woltomierz na zakresie 20V do akumulatora, suwak potencjometru regulacyjnego PR1 ustawiamy w pozycji najbliższej masy i po ok. 10 godzinach (w przypadku ładowania całkowicie uprzednio rozładowanego akumulatora) rozpoczynamy obserwację napięcia. Powinno ono powoli rosnąć i po pewnym czasie osiągnąć wartość ok. 15,3V (dla akumulatorów żelowych niewylewnych). W tym momencie zaczynamy bardzo powoli przekręcać osł potencjometru montażowego, aż do włączenia zielonej barwy świecenia diody D1. Po wykonaniu tej czynności zabezpieczamy kropelką kleju osł potencjometru montażowego przed przesunięciem i uznajemy nasze urządzenie za gotowe do eksploatacji.

W podobny sposób regulujemy układ zabezpieczający akumulator przed nadmiernym rozładowaniem, ustawiając moment wyłączenia przełącznika przy napięciu około 12,1V.

Układ regulacji prądu pobieranego z akumulatora nie wymaga jakichkolwiek czynności uruchomieniowych ani regulacyjnych.

Zbigniew Raabe

Płytki drukowane wraz z kompletem elementów są dostępne w AVT pod oznaczeniami: AVT-2313; AVT-2314; AVT-2315

Wykaz elementów - Moduł ładowarki (AVT-2313)

Kondensatory		Półprzewodniki	
C1	2200nF/25	BR1 1A	
C2, C4	220nF	D1	LED 2 barwna f 5mm
C3	220uF/16	D2	1N4001 lub odpowiednik
C5	100nF	IC1	7812
C6	22uF	IC2	4011
C7	10nF	IC3	723 (LM723, UAA723 lub inny odpowiednik, nie stosować kostek produkcji CEMI)
C8	470nF	IC4	4060
Rezystory		T1	BD911 lub odpowiednik
PR1, PR2	potencjometr montażowy miniaturowy 10k	T2	BC211 lub odpowiednik
R1	1/5W	T3, T4	BC548 lub odpowiednik
R2	100k	T5	BC557 lub odpowiednik
R3, R4, R8, R9	3k	Pozostałe	
R5, R6	15k	CON1, CON2	ARK2
R7, R12, R14	10k	TR1	transformator sieciowy uzwojenie wtórne ok. 14V, moc dostosowana do maksymalnego prądu ładowania (nie wchodzi w skład kitu) dostępny w ofercie AVT
R10, R11	1,5M	Radiator typ 3	
R13	620		
R15	560		

Wykaz elementów - Moduł regulacji prądu (AVT-2314)

Kondensatory		Półprzewodniki	
C1, C2	10nF	D1, D2	1N4148 lub odpowiednik
C3	470uF/16	IC1	NE555
C4	100nF	T1	tranzystor MOSFET-p BUZ80 lub odpowiednik
Rezystory		Pozostałe	
P1	potencjometr obrotowy 470k/A	CON1, CON2	ARK2
R1, R2	1k	Radiator typ 3	
R3	10k		
R4	100		

Wykaz elementów - Moduł zabezpieczenia akumulatora (AVT-2315)

Kondensatory		Półprzewodniki	
C1, C2	470nF	D1	1N4148 lub odpowiednik
C3	1000uF/16	D2	dioda LED f5, zielona
C4	100nF	IC1	723 (LM723, UAA723 lub inny odpowiednik, nie stosować kostek produkcji CEMI)
Rezystory		IC2	4011
PR1	potencjometr montażowy miniaturowy 10k	T1, T2	BC548 lub odpowiednik
R1, R4	5,1k	Pozostałe	
R2, R5, R6, R7	2k	CON1, CON2	ARK2
R3 8,2k		REL1	przełącznik typu RM82/12V
R8	820	S1	przycisk RESET