

Włącznik zmierchowy - symulator obecności domowników

Do czego to służy?

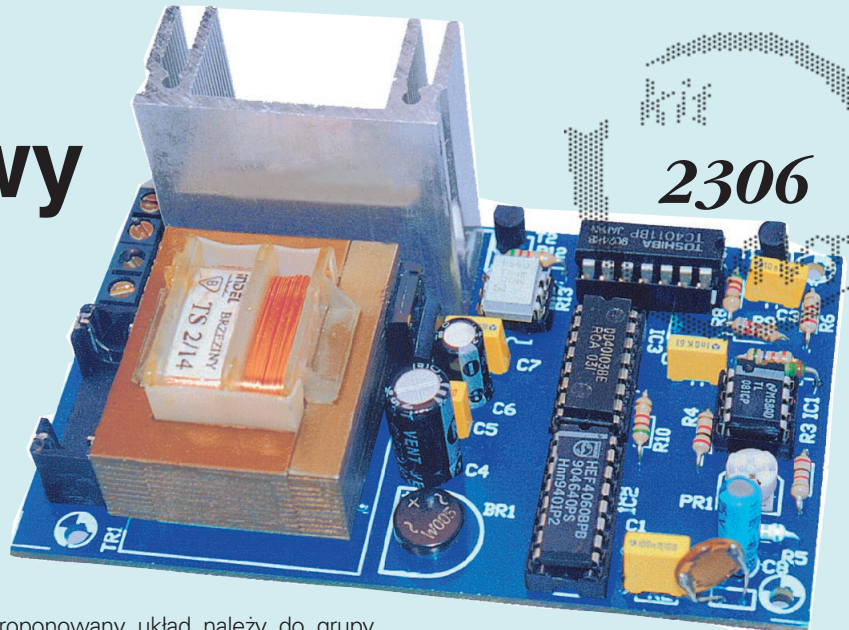
Wszelkiego typu układy służące ochronie mienia możemy, z dużym przybliżeniem podzielić na urządzenia aktywne i pasywne. Układy aktywne to znane wszystkim centrale alarmowe, wyposażone w mniej lub bardziej rozbudowane układy czujników i urządzeń wykonawczych. Zadaniem układów aktywnych jest wykrycie próby sforsowania strzeżonego obszaru przez indywidualnego intruza i zawiadomienie otoczenia o tym fakcie. Natomiast rola pełniona przez urządzenia pasywne jest nieco inna: mają one za zadanie zniechęcenie złodzieja do wszelkich prób zagarnięcia naszej własności. Metody służące realizacji tego zadania są w zasadzie dwie: zasugerowanie intruzowi że obszar, na który ma zamiar wtargnąć jest znakomicie strzeżony przez wysokiej klasy układ alarmowy lub też wpojenie w amatora cudzej własności przekonania, że domownicy przebywają w domu i próba kradzieży spotka się z ich natychmiastową reakcją.

Proponowany układ należy do grupy drugiej i ma za zadanie stworzenie wrażenia, że mieszkańcy domu którzy w rzeczywistości opuścili swoją posiadłość, przebywają w niej nadal. Jednym z objawów sygnalizujących że dom obserwowany przez złodziei jest zamieszany, jest z pewnością zapalenie światła po zmierzchu i gaszenie ich z chwilą pójścia na spoczynek. Produkowane są liczne urządzenia, których zadaniem jest właśnie okresowe włączanie i wyłączanie światła w mieszkaniach lub domach. Mają one jednak jedną, dość istotną wadę: sterowane są najczęściej prostym układem zegarowym i w związku z tym zapalanie i gaszenie światła odbywa się zawsze o tej samej porze. Nie mamy złudzeń, złodziej jawiący się nam jako prymitywny opryszek uciekający z workiem na plecach, występuje już obecnie wyłącznie w dowcipach rysunkowych. Współcześni włamy-

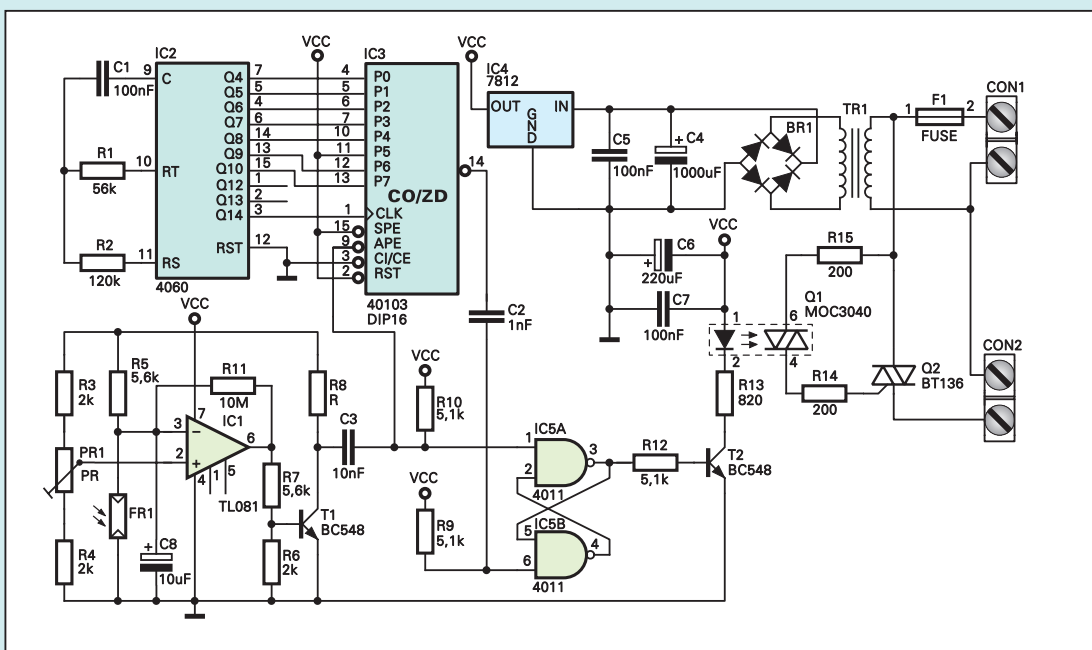
wacze to najczęściej znakomicie zorganizowane grupy przestępcze, prowadzące swojego rodzaju „wywiad” i pilnie obserwujące obiekty, które mają zamiar zaatakować. Szanse, że dadzą się oni nabrać na tak prostą sztuczkę są prawie żadne.

Jakie zatem warunki musi spełniać układ, który sterując oświetleniem domu czy mieszkania miałby jakieś szanse na „oszukanie” potencjalnych intruzów? Po pierwsze, układ taki musi włączać oświetlenie nie o określonej godzinie, ale z nadejściem zmroku lub też w momencie obniżenia się poziomu oświetlenia poniżej ustalonej normy, np. podczas wyjątkowo intensywnego wzrostu zachmurzenia. Po drugie, światło nie może być wyłączane zawsze o określonej godzinie lub po stałym okresie czasu. Wyłączanie światła musi następować po upływie losowo ustalonego okresu czasu, jednak czas ten nie może być zbyt krótki. Przecież po zapaleniu światła w mieszkaniu wykonujemy za każdym razem inne czynności, zabierające nam mniej lub więcej czasu. Może się zdarzyć, że zjemy kolację i od razu idziemy spać gasząc światło, lecz następnego dnia możemy do późna w nocy oglądać telewizję. Tak więc za minimalny czas włączenia oświetlenia należy przyjąć ok. 0,5 godz., a za maksymalny okres ok. 4 ... 5 godzin..

Układ realizujący powyższe założenia konstrukcyjne został przeze mnie zaprojektowany, wykonany i przetesto-



Rys. 1 Schemat elektryczny



wany w Pracowni Konstrukcyjnej AVT i obecnie pozwalam sobie przekazać jego opis moim Czytelnikom.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na **rysunku 1**. Jak widać, układ jest dość prosty i do jego budowy zastosowano jedynie tanie i powszechnie dostępne podzespoły. Omawianie schematu rozpoczniemy od części analogowej, którą jest układ detektora wykrywającego spadek natężenia oświetlenia poniżej ustalonego minimum. Detektor zbudowany został z wykorzystaniem „dyżurnego” wzmacniacza operacyjnego typu TL081 - IC1, pracującego jako komparator napięcia. Porównuje on napięcie zadane za pomocą potencjometru montażowego PR1 z napięciem uzyskiwanym z dzielnika zbudowanego z rezystora R5 i fotorezystora FR1. Zmiana intensywności oświetlenia fotorezystora FR1, a konkretnie jej obniżenie powoduje wzrost napięcia na wejściu 3 wzmacniacza operacyjnego IC1. W momencie kiedy to napięcie stanie się większe od napięcia panującego na wejściu 2 IC1, na wyjściu wzmacniacza pojawi się „stan wysoki”. Konsekwencją tego faktu będzie spolaryzowanie bazy tranzystora T1 i przedostanie się krótkiego impulsu ujemnego na wejście ustawiające przerzutnika R-S zbudowanego na dwóch bramkach NAND 4011 - IC5A i IC5B.

Cofnijmy się teraz nieco w czasie, do momentu włączenia zasilania układu. W tym momencie stan przerzutnika R-S jest właściwie sprawą przypadku i dlatego też powinniśmy nacisnąć przycisk RESET powodując jego wyłączenie, a tym samym zagaszenie ewentualnie zapalonego oświetlenia. Od tej chwili układ pozostaje w stanie oczekiwania na nadejście zmroku.

W momencie obniżenia się intensywności oświetlenia poniżej ustalonego po-

ziomu wzmacniacz operacyjny zadziała w wyżej opisany sposób. Stan wysoki z wejścia bramki IC5A spolaryzuje za pośrednictwem rezystora R12 bazę tranzystora T2 i w konsekwencji dioda LED zawarta w strukturze optotriaka Q1 zostanie włączona. Przy najbliższym przejściu napięcia sieci energetycznej przez zero włączy się triak Q2, dołączając zasilanie do oświetlenia mieszkania. Zastosowanie pary optotriaków i triaków daje nam dwie korzyści. Po pierwsze, układ elektroniczny naszego włącznika oświetlenia jest galwanicznie odizolowany od niebezpiecznego dla życia napięcia sieci energetycznej. Po drugie, włączanie zasilania odbiorników energii następuje zawsze przy napięciu sieci bliskiemu zeru, co praktycznie eliminuje możliwość powstawania jakichkolwiek zakłóceń radioelektrycznych.

Wracajmy jednak do opisu części cyfrowej naszego układu. Warto zauważyć, że zmiana stanu komparatora napięcia IC1, po za włączeniem przerzutnika R-S spowodowała jeszcze jedno zjawisko: powstanie krótkiego impulsu ujemnego na wejściu ładowania APE binarnego licznika rewersyjnego typu 40103 - IC3.

Przjrzyjmy się teraz nieco bliżej dwóm licznikom binarnym IC2 i IC3. Pierwszy z nich, popularna kostka typu 4060 pracuje w typowym dla siebie układzie generatora impulsów prostokątnych o częstotliwości określonej pojemnością C1 i rezystancją R1 i R2 i dzielnika tej częstotliwości przez 14. Wejście zerujące tego licznika jest permanentnie zwarte z masą, tak że pracuje on bez jakichkolwiek przerw, przekazując stany logiczne z swoich siedmiu młodszych wyjść na wejścia programujące licznika rewersyjnego IC3. Najstarsze wyjście licznika IC2 zostało połączone z wejściem zegarowym licznika IC3 umożliwiając mu stałą (wejście zerujące RST połączone z plusem zasilania) pracę. Co pewien czas na wyjściu przeniesienia licznika 40103 pojawiają się

krótkie impulsy ujemne doprowadzane do wejścia zerującego przerzutnika R-S, co jednak przed włączeniem tego przerzutnika nie ma najmniejszego znaczenia i niczego nie zmienia w pracy urządzenia.

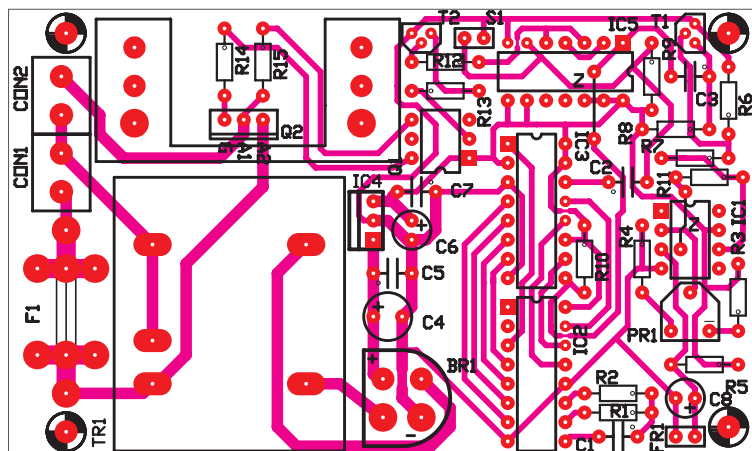
Jak już wspomniałem, powstanie krótkiego impulsu ujemnego na kondensatorze C3 spowodowało nie tylko włączenie przerzutnika R-S, ale także wpisanie do rejestru licznika IC3 siedmiobitowego słowa znajdującego się aktualnie na młodszych wyjściach licznika IC2. Łatwo zauważyć, że są to wartości zupełnie przypadkowe i że licznik IC3 rozpoczyna w tym momencie zliczanie w dół od losowo wybranej liczby. Ponieważ na wejściu P5 tego licznika został na stałe wymuszony stan wysoki, nie może to być liczba mniejsza niż 32 i większa niż 255.

Częstotliwość pracy generatora wbudowanego w strukturę układu 4060 została dobrana tak, że na jego wyjściu Q14 występuje przebieg o częstotliwości ok. 1/60Hz, czyli o okresie w przybliżeniu równym jednej minucie. Tak więc czas jaki minie do momentu pojawienia się na wyjściu przeniesienia licznika IC3 stanu niskiego jest losowo wybrany i zawiera się pomiędzy ok. 1/2 godziny, a nieco ponad 4 godzinami.

W ten sposób zrealizowaliśmy postawione przed nami zadanie konstrukcyjne. Światło w domu będzie włączane zawsze z nadejściem zmroku i wyłączane po losowo wybranym okresie czasu, z uwzględnieniem zastrzeżenia, że czas ten nie może być krótszy niż pół godziny.

Układ zasilany jest z sieci energetycznej 220VAC za pośrednictwem transformatora TS1. Obniżone do wymaganego poziomu

Rys. 2 Schemat montażowy



Wykaz elementów

Kondensatory

| | |
|------------|--------------|
| C1, C5, C7 | 100nF |
| C2 | 1nF |
| C3 | 10nF |
| C4 | 1000µF/16 |
| C6 | 2200181µF/16 |
| C8 | 10µF/16 |

Rezystory

| | |
|--------------|-------|
| R1 | 56kΩ |
| R2 | 120kΩ |
| R3, R4, R6 | 2kΩ |
| R5, R7 | 5,6kΩ |
| R8, R13 | 820Ω |
| R9, R10, R12 | 5,1kΩ |
| R11 | 10MΩ |

Półprzewodniki

| | |
|--------|------------------------|
| BR1 | mostek prostowniczy 1A |
| IC1 | TL081 lub odpowiednik |
| IC2 | 4060 |
| IC3 | 40103 |
| IC4 | 7812 |
| IC5 | 4011 |
| Q1 | MOC3040 |
| Q2 | BT136/400 |
| T1, T2 | BC548 lub odpowiednik |

Pozostałe

| | |
|------------|--|
| CON1, CON2 | ARK2 |
| F1 | oprawka plastikowa + bezpiecznik topikowy 1A |
| TR1 | transformator sieciowy typu TS |

napięcie przemiennie prostowane jest przez prostownik pełnookresowy BR1, wygładzane za pomocą kondensatora C4 i stabilizowane do poziomu 12VDC za pomocą scalonego stabilizatora napięcia IC4 - 7812.

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** została pokazana mozaika ścieżek oraz rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego wykonanej na laminacie jednostronnym. Montaż wykonujemy w całkowicie typowy sposób, rozpoczynając od dwóch zworek i elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu w płytkę transformatora sieciowego. Pod układy scalone jak zwykle zalecam zastosować podstawki, a montując fragmentów płytki znajdujących się pod napięciem sieci energetycznej wykonać ze szczególną starannością.

W układzie modelowym zastosowałem triak typu BT136, który zamocowany do niewielkiego radiatora umożliwia sterowanie obciążeniami o maksymalnym prądzie do 5A. Jeżeli ta wartość okaże się niewystarczająca, to nic nie stoi na przeszkodzie w zastosowaniu triaka o większym dopuszczalnym prądzie i wyposażonego w większy radiator.

Na zakończenie jeszcze raz chciałbym podkreślić to, na co zawsze zwracam Waszą uwagę. Pamiętajcie, że niektóre fragmenty układu połączone są galwanicznie z niebezpiecznym dla zdrowia i życia napięciem sieci energetycznej. Bardzo Was proszę, zachowajcie szczególną ostrożność i nie zapominajcie o zasadzie pracy jedną ręką, jeżeli płytka układu została już dołączona do sieci. Wszystkie próby i ewentualne eksperymenty najlepiej wykonywać korzystając z pomocniczego zasilacza odizolowanego od sieci.

Wykonany z sprawdzonych elementów układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania. Eksperymentatorzy mogą jedynie próbować zmienić narzucone przeze mnie maksymalne i minimalne czasy włączenia oświetlenia, dobierając wartości elementów decydujących o częstotliwości pracy generatora zegarowego.

Regulacja czułości układu wejściowego a tym samym poziomu natężenia oświetlenia, przy którym ma nastąpić włączenie oświetlenia jest dziecinnie prosta. Płytkę układu umieszczamy w miejscu, do którego dociera jedynie światło dzien-

ne i czekamy spokojnie na nadejście zmroku. W chwili, kiedy uznamy że światło powinno już zostać włączone pokręcamy delikatnie potencjometrem montażowym PR1 aż do momentu włączenia przerzutnika R-S.

Zbigniew Raabe

Wykorzystanie zasilacza od PC

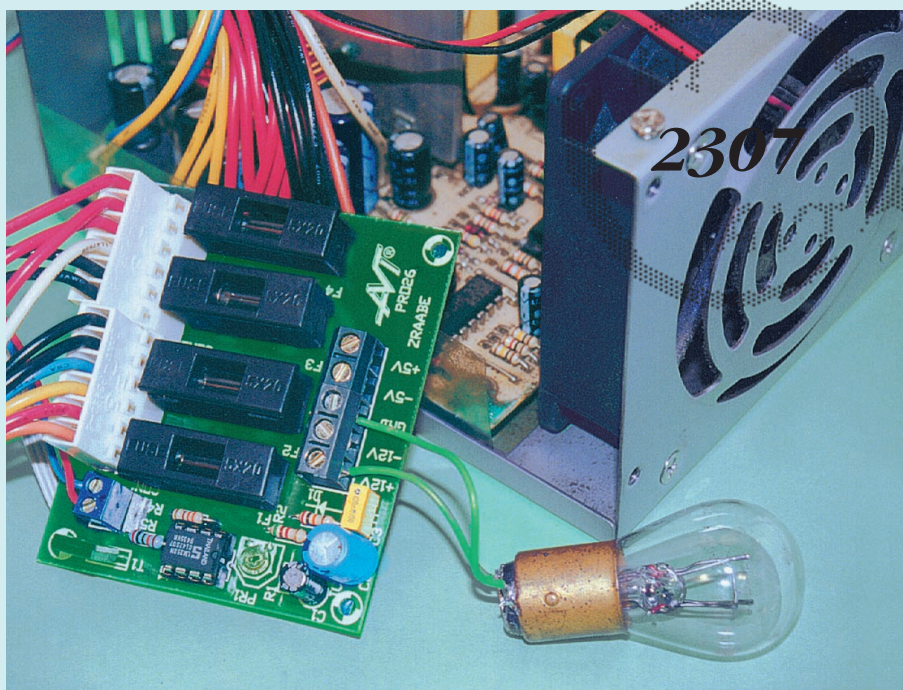
Do czego to służy?

Z niejaką obawą przystępuję do zaprezentowania Czytelnikom Elektroniki dla Wszystkich kolejnego zasilacza. Opisów budowy zasilaczy było już w naszym piśmie wiele i sam nie wiem, w jaki sposób mógłbym sprowokować Wasze zainteresowanie kolejnym układem z tej rodziny. No dobrze, spróbuję trochę poreklamować swoją konstrukcję.

Co powiecie, drodzy Czytelnicy na zasilacz o maksymalnej mocy 200W, dostarczający napięcie 5VDC, 12VDC, -12VDC i -5VDC? Z wyjścia dostarczającego napięcia 5V będziemy mogli czerpać prąd o natężeniu dochodzącym do ... 20A, wyjście 12V będziemy mogli obciążyć odbiornikami pobierającymi do 8A, a tylko pozostałe wyjścia napięć ujemnych względem masy będą miały obciążalność nie przekraczającą 0,5A. Przypuszczacie zapewne, że niżej podpisany chce Wam zaproponować budowę jakiejś monstrualnej konstrukcji, ogromnej skrzyni wypełnionej transformatorami i radiatorami. Nic z tych rzeczy, proponowany zasilacz będzie miał wymiary prawie kieszonkowe i z pewnością zmieści się na nawet małym stoliku warsztatowym. Moi Oponenci z pewnością zapytają teraz o sprawy finansowe: „Ile, drogi autorze, takie cacko ma kosztować i kogo będzie na to stać?”. I na to pytanie mogę odpowiedzieć bez zażenowania: koszt bloku głównego takiego zasilacza nie przekroczy 50PLN, a wielu przypadkach będziemy mogli mieć go za darmo, wraz z satysfakcją z uchronienia wartościowego układu elektronicznego przed wyrzuceniem na śmietnik!

Jeżeli udało mi się sprowokować Wasze zainteresowanie, to muszę wreszcie zdradzić moją tajemnicę, którą i tak większość z Was już odgadła: chciałbym zaproponować racjonalne wykorzystanie niepotrzebnego już, lub specjalnie zakupionego zasilacza od komputera klasy PC.

Tempo rozwoju hardware'u komputerowego nabiera ostatnio coraz większej prędkości. Podzespoły komputerowe, nowoczesna przed dwoma laty czy nawet przed rokiem, lądują z hukiem na złomowiskach zastępowane przez nowe rozwiązania techniczne, które także w najbliższym czasie podzielią los swych poprzedników. W najbliższym czasie czeka nas prawdziwa hekatomba, jaką będzie z pewnością „zagłada” napędów CDROM, które niezależnie od ich prędkości odczytu zostaną zastąpione przez stacje DVD. Ciekawe, ile jeszcze czasu wytrzymają



stacje dysków 1,4MB, o pojemności zupełnie nie dostosowanej do obecnych wymagań. Jak do tej pory „trzymały” się dzielnie tylko obudowy do PC, w zasadzie nie zmieniane od wielu, wielu lat. W obudowę od archaicznej 386 możemy bez najmniejszych problemów „wpakować” komputer w nowoczesnej konfiguracji z PENTIUM II.

Tak czy inaczej, wielu użytkowników komputerów PC stanęło przed koniecznością wymiany obudowy komputera na nową. Wszystkie podzespoły, które do tej pory znajdowały schronienie w starej obudowie można przenieść do nowej, z jednym wyjątkiem: w obudowie AT pozostał nam sprawny, lecz w obecnej postaci beużyteczny zasilacz. I co z nim zrobić? Stać na giełdzie i usiłować go sprzedać za grosze? Chyba nikt z nas nie miałby czasu i nerwów na takie operacje handlowe!

Drugim źródłem pozyskania zasilacza do PC jest możliwość zakupienia go na giełdzie komputerowej. Niedawno, po kilku ryzykownych eksperymentach z samodzielnie zaprojektowanymi kartami do PC, byłem zmuszony dokonać takiej transakcji i za pełnosprawny zasilacz zapłaciłem jedynie 35 PLN.

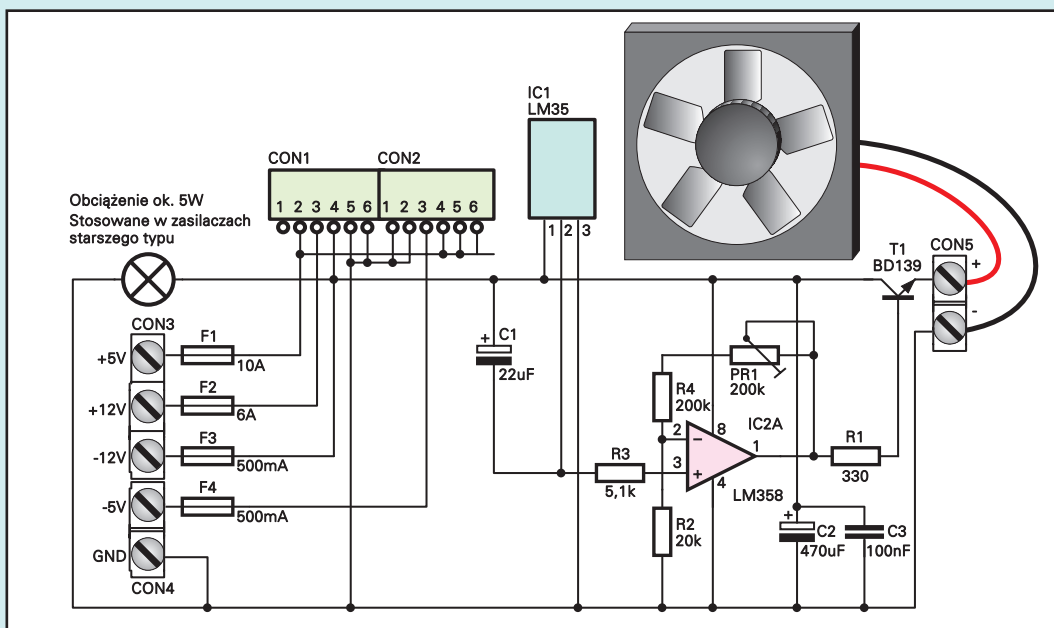
Zakupiony lub wymontowany z obudowy zasilacz PC możemy zastosować do naszych celów bez jakichkolwiek przeróbek. Jednak takie urządzenie będzie miało jedną, wspólną z komputerem PC wadę: będzie wytwarzało niezbyt głośny, lecz dość uciążliwy szum. Wszyscy wiemy, jak może on być dokuczliwy, szcze-

gólnie w porze nocnej. Wprawdzie w komputerze nakładają się na siebie szumy z wentylatora chłodzącego zasilacz i wentylatora procesora (i niekiedy także z dodatkowego wentylatora chłodzącego cały system, stosowanego w komputerach bardziej rozbudowanej konfiguracji), ale i sam zasilacz może okazać się dość przykry dla otoczenia. Jak możemy poradzić sobie z tym problemem? Rozwiązanie jest dość proste: wystarczy dodać do naszego wentylatora trywialnie prosty regulator obrotów, który odtąd będzie pracował z wydajnością dostosowaną do aktualnych potrzeb. Doświadczalnie stwierdziłem, że przy obciążeniu zasilacza mocą ok. 50W, całkowicie wystarczające okazało się doprowadzenia do wentylatorka napięcia ok. 6V, przy którym odgłosy jego pracy były praktycznie niesłyszalne. Dopiero obciążenie zasilacza mocą ok. 180W spowodowało konieczność włączenia wentylatora na „pełny regulator”, i to dopiero po kilku minutach pracy.

Drugim utrudnieniem w wykorzystaniu zasilacza od PC w naszym laboratorium jest fakt że niektóre zasilacze starszego typu nie mogą pracować bez obciążenia lub z zbyt małym obciążeniem. Jak się jednak za chwilę okaże, jest to jednak problem bardzo łatwy do przezwyciężenia.

Jak to działa?

Schemat elektryczny prostego układu, który ma umożliwić wygodne i bezpieczne korzystanie z zasilacza PC został po-

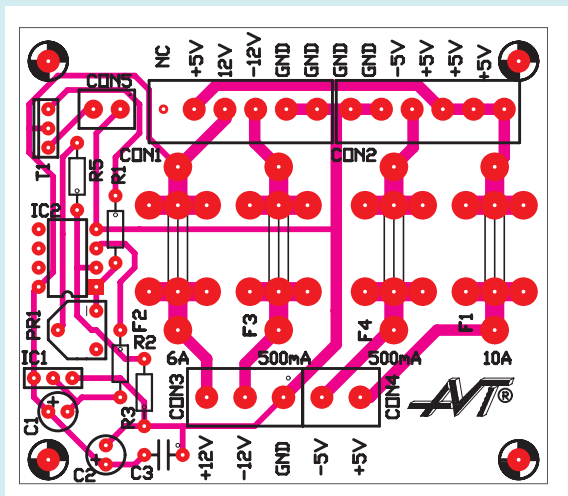


Rys. 1 Schemat ideowy

kazany na **rysunku 1**. Zadaniem układu jest przede wszystkim regulacja obrotów wentylatora zasilacza, ale pełni on także drugą, bardzo pożyteczną funkcję, od której rozpoczniemy omawianie schematu.

Każdy zasilacz musi być wyposażony w odpowiedni system zabezpieczający przed jego przeciążeniem, a w szczególności przed skutkami zwarcia jego wyjścia do masy. Niestety, starszej generacji zasilacze komputerów PC nie są wyposażone w jakiegokolwiek zabezpieczenie elektroniczne, ale jedynie w bezpiecznik topikowy umieszczony wewnątrz obudowy. W przypadku jego przepalenia wymiana jest dość kłopotliwa, ponieważ bezpiecznik ten jest najczęściej przylutowany do odpowiednich punktów na płytce obwodu drukowanego. Dlatego też uznałem za wskazane zastosowanie dodatkowych bezpieczników, umieszczonych na płytce naszego układu i zabezpieczających oddzielnie wszystkie obwody

Rys. 2 Schemat montażowy



wyjściowe zasilacza. Do wyjścia +5VDC należy zastosować bezpiecznik 10 ... 16A, do wyjścia +12VDC - 6A, a do wyjść -5VDC i -12VDC odpowiednie będą bezpieczniki 500mA.

Zajmijmy się teraz układem regulacji obrotów wentylatora w funkcji temperatury panującej na elementach wykonawczych zasilacza. Jako czujnik temperatury zastosowałem popularny i niezwykle wygodny w użyciu czujnik temperatury typu LM35. Napięcie, liniowo proporcjonalne do temperatury czujnika, pobierane z wyjścia IC1 podawane jest na wejście 3 wzmacniacza operacyjnego IC2. Wartości elementów decydujących o stopniu wzmocnienia tego wzmacniacza zostały dobrane tak, że napięciu 200mV (20°C) wyjściu czujnika odpowiada napięcie ok. 5V na wyjściu wzmacniacza. Natomiast jeżeli czujnik znajdzie się w temperaturze ok. 80°C, to napięcie na wyjściu 1 IC2 będzie prawie równe napięciu zasilania.

Wentylator chłodzący zasilacz zasilany jest z wyjścia wtórnika - tranzystora T1 napięciem niższym o ok. 0,6V od napięcia panującego na wyjściu wzmacniacza operacyjnego. Tak więc, najwyższe napięcie zasilania wentylatora będzie nieco mniejsze od 12V, ale w praktyce okazało się, że skuteczność chłodzenia była całkowicie wystarczająca. Natomiast przy napięciu 5V wentylator pracował praktycznie całkowicie bezszelestnie.

Omówienia wymaga jeszcze rola, jaką pełni w układzie kondensator C1. Po

włączeniu zasilania kondensator ten ładuje się prądem pobieranym z wyjścia czujnika IC1 i napięcie na wejściu wzmacniacza IC2 jest początkowo prawie równe napięciu zasilania. Tak więc, niezależnie od temperatury panującej we wnętrzu zasilacza wentylator jest przez kilka sekund zasilany pełnym napięciem, co umożliwia pewny rozruch silnika.

Aby umożliwić start starszych typów zasilaczy przy małym obciążeniu do obwodu wyjściowego 12VDC dołączone zostało dodatkowe obciążenie, pobierające prąd o wartości ok. 500mA. W układzie modelowym rolę dodatkowego obciążenia pełniła

żarówka samochodowa o mocy 5W.

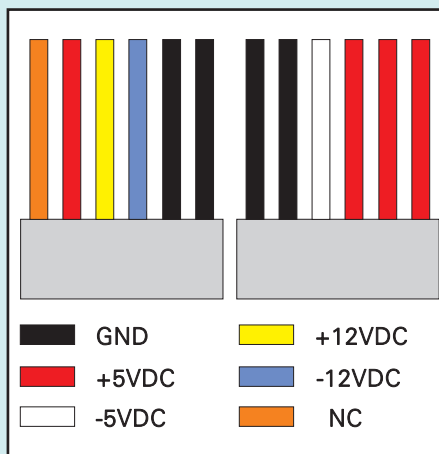
Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 2** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie jednowarstwowym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu wykonujemy w typowy, wielokrotnie już opisywany sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu złącz i kondensatorów elektrolitycznych.

Jedyną czynnością regulacyjną będzie ustawienie napięć na wyjściu CON5 układu. Podgrzewamy czujnik IC1 do temperatury ok. 80°C, na przykład przez umieszczenie go w wodzie destylowanej o tej temperaturze. Pokręcając potencjometrem montażowym PR1 ustawimy na emiterze tranzystora T1 maksymalne napięcie, które powinno wynosić nieco ponad 11V. Po ochłodzeniu czujnika napięcie to powinno spaść do poziomu ok. 5V.

Znacznie więcej uwagi i ostrożności wymagać będzie dołączenie zmontowanego układu do zasilacza od PC.

W pierwszej kolejności dołączamy do naszego układu przewody zasilające. Będą to przewody normalnie dostarczające czterech napięć do płyty głównej komputera, a właściwe ich połączenie ma decydujące znaczenie dla działania (i całości) wykonanego urządzenia. W układzie zastosowaliśmy złącza CON1 i CON2 identyczne z montowanymi na płytach głównych PC, a więc i połączenie przewodów będzie takie same. Dwie wiązki przewodów wyprowadzone z zasilacza i zakończone sześcią końcówkowymi wtykami dołączamy do złącz CON1 i CON2 w taki sposób, aby przewody oznaczone kolorem czarny znalazły się o-



Rys. 3 Napięcia na szpilkach złącza

bok siebie. Przestrzeganie tej zasady pozwoli na uniknięcie pomyłki i odwrotnego dołączenia zasilania, co w większości przypadków skończyłoby się zniszczeniem wykonanego urządzenia. Na **rysunku 3** zostały pokazane napięcia występujące na przewodach wiązek zasilania płyty głównej i odpowiadające im kolory.

Kolejną operacją będzie odkręcenie pokrywy obudowy zasilacza. I teraz uwaga: od tego momentu możemy się spotkać z niebezpiecznym dla życia napięciem sieci energetycznej 220VAC. Wszelkie czynności wewnątrz zasilacza może-

my wykonywać jedynie po wyjęciu wtyku kabla zasilającego z gniazdka!

Do jednego z wyjść układu dołączamy obciążenie, którym może być np. żarówka świateł głównych samochodu włączona w obwód 12VDC. Po włączeniu zasilania żarówka powinna zapalić się, a my musimy poczekać kilka minut. Po tym okresie czasu odłączamy zasilanie 220V i sprawdzamy, który z radiatorów umieszczonych wewnątrz obudowy zasilacza rozgrzał się najbardziej. Do tego właśnie radiatora musimy zamocować czujnik temperatury IC1, najlepiej przyklejając go za pomocą kleju silikonowego lub POXIPOL'u. Trzy przewody prowadzące do czujnika przewlekamy przez gumową przelotkę w obudowie zasilacza i dołączamy do płytki naszego układu.

Kolejną czynnością będzie odłączenie przewodów zasilania wentylatora od płytki zasilacza i po przewleczeniu ich przez gumową przelotkę dołączenie do złącza CON5. I tu także musimy zwrócić uwagę na biegunowość zasilania, dołączając przewód oznaczony kolorem czerwonym do zacisku „+” złącza CON5.

Po dołączeniu wentylatora do układu sterującego zamykamy obudowę zasilacza i przystępujemy do wykonania ostatniego zadania, którym będzie zamontowanie odpowiedniego włącznika sieciowego. Najlepiej będzie zastosować typowy

Wykaz elementów.

Kondensatory

| | |
|----|-------|
| C1 | 22μF |
| C2 | 470μF |
| C3 | 100nF |

Rezystory

| | |
|-----|---|
| PR1 | potencjometr montażowy miniatury 200kΩ |
| R1 | 330Ω |
| R2 | 20kΩ |
| R3 | 5,1kΩ |
| R4 | 200kΩ |

Półprzewodniki

| | |
|-----|-----------------------|
| IC1 | LM35 |
| IC2 | LM358 |
| T1 | BD139 lub odpowiednik |

Pozostałe

| | |
|------------|---|
| CON1, CON2 | złącza zasilania płyty głównej PC |
| CON3 | ARK3 |
| CON4 | ARK2 |
| CON5 | ARK2 (3,5mm) |
| F1 | oprawka plastikowa + bezpiecznik 10A |
| F2 | oprawka plastikowa + bezpiecznik 6A |
| F3, F4 | oprawka plastikowa + bezpiecznik 500mA |

wy włącznik stosowany w komputerach PC, tym bardziej że włącznik taki jest kolejnym elementem „uratowanym” przed złomowaniem obudowy PC. Sposób dołączenia włącznika i kolory przewodów z zasady pokazane są na obudowie zasilacza.

Zbigniew Raabe



Samochodowy booster 40W

Do czego to służy?

Angielskie słowo „booster” oznacza coś, co pozwala na zwiększenie wydajności jakiegoś urządzenia ponad zwykle stosowaną normę. Stosowane jest często w lotnictwie, gdzie włączenie boostera oznacza dodatkowe zwiększenie mocy silników, najczęściej podczas startu lub w trakcie wykonywania manewrów bojowych. Po co jednak nam takie urządzenie w samochodzie? Wprawdzie wiza Fiata 126 pędzącego po ulicy z rykiem silnika, płomieniami buchającymi z rury wydechowej i przypominającego startującego z włączonym afterburner'em F22 wydaje się bardzo nęcąca, ale nie sądzę, aby przepisy ruchu drogowego obowiązujące w naszym kraju zezwalały na stosowanie takich wynalazków.

Nie będziemy zatem konstruować dopalacza do silnika samochodu, ale postaramy się zwiększyć moc już zainstalowanej w nim instalacji nagłaśniającej. Moduł wzmacniacza zbudowany z użyciem nie najnowszego już, ale wciąż użytecznego układu Philipsa TDA1560Q, powinien zainteresować wszystkich amatorów słuchania głośnej muzyki. Dzięki wewnętrznemu układowi podnoszenia napięcia pozwala on zrealizować tani booster dostarczający do obciążenia 8Ω mocy $2 \times 40W$.

Dzięki wbudowanym w swoją strukturę licznym układom zabezpieczającym TDA1560 jest układem wyjątkowo odpornym na wszelkie nieszczęścia, jakie mogą spotkać wzmacniacz zainstalowany w samochodzie. Więcej, dzięki układowi sygnalizacji optycznej zawsze będziemy wiedzieli o ewentualnym defekcie w instalacji.

Jak to działa?

Jak wiadomo, pokładowa instalacja elektryczna samochodu dostarcza prądu o napięciu 12,6V, a podczas jazdy ok. 14,6V. Tak niskie napięcie jest powodem licznych problemów konstrukcyjnych, zmusza do stosowania przewodów o dużym przekroju, a w szczególności sprawia kłopoty konstruktorom budującym samochodowe wzmacniacze akustyczne. Ponieważ jednak nic nie wskazuje na to, aby w najbliższym czasie przemysł motoryzacyjny, znany z swojego konserwatyizmu, zmienił standardy obowiązujące przy projektowaniu instalacji samochodowych, musimy jakoś sobie radzić i starać się różnymi sztuczkami technicznymi podnieść maksymalną moc wyjściową wzmacniaczy akustycznych.

W przypadku wzmacniacza zasilanego pojedynczym napięciem i z kondensatorem wyjściowym (**rys.1 a**) polaryzuje się jego wyjście napięciem o wartości połowy napięcia zasilania, co umożliwia symetryczne zmiany napięcia wyjściowego dla obu półoków sinusoidy sterującej układ. Wymaga to zastosowania kondensatora sprzęgającego, separującego głośnik od składowej stałej napięcia wyjściowego wzmacniacza. Kondensator ten powinien umożliwić przepływ znacznych prądów, a jego pojemność winna być dostatecznie duża, by nie pogarszać własności układu dla niskich częstotliwości. Klasyczny układ z kondensatorem wyjściowym nie pozwala (w instalacji samochodowej) na osiągnięcie mocy większych od kilku watów i obecnie praktycznie nie jest już stosowany.

Przed około 10-ciu laty konstruktorzy zaproponowali zastosowanie wzmacniaczy pracujących w układzie BTL - mostkowym (**rys. 1b**). W układzie takim na głośnik podawano dwa sygnały akustyczne, przesunięte w fazie o 180 stopni. Rozwiązanie to pozwalało uzyskać w obciążeniu czterokrotnie wyższą moc niż w wcześniej omówionym układzie. Wzmacniacze pracujące w klasie BTL stosowane są powszechnie w samochodowych instalacjach nagłaśniających małej mocy.

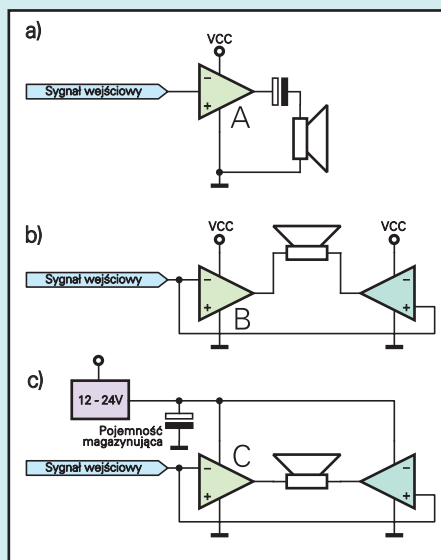
Jednak dopiero zastosowanie przetwornika podwyższającego napięcie (**rys. 1c**) pozwoliło na radykalne rozwiązanie trudności związanych z osiąganiem dużych mocy wyjściowych przez wzmacniacze sa-



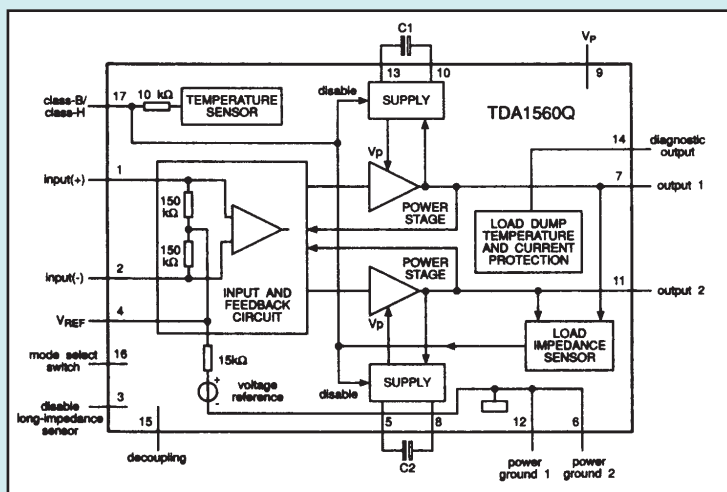
mochodowe i nie jest obecnie problemem technicznym zbudowanie takiego wzmacniacza o mocy nawet kilkuset watów. Problem techniczny zniknął, ale pozostał problem ekonomiczny. Przetwornice podwyższające napięcie są urządzeniami bardzo kosztownymi, a w przypadku działalności hobbystycznej trudnymi do wykonania. Dlatego też firmy produkujące układy półprzewodnikowe zaczęły poszukiwać rozwiązań kompromisowego, a poszukiwania te zaowocowały opracowaniem przez znaną firmę Philips układu TDA1560. Układ ten przedstawia sobą wyjątkowo korzystny stosunek jego ceny do wartości użytkowej urządzenia, które z jego pomocą możemy zbudować.

Układ TDA 1560

Struktura wewnętrzna układu jest przedstawiona na **rys. 2**, a wyprowadzenia i ich opis - w tabeli 1. Układ zawiera wzmacniacz mocy pracujący w tzw. klasie H (klasa B plus podwyższanie napięcia zasilania) z możliwością zmiany rodzaju pracy. Zastosowane rozwiązanie polega naysterowaniu głośnika w układzie mostkowym, gdy poziom mocy wyjściowej nie przekracza 10W. Gdy napięcie wejściowe staje się odpowiednio duże, wewnętrzny konwerter dostarcza podwojonego napięcia zasilającego. To podwojenie napięcia jest osiągane dzięki dwóm zewnętrznym kondensatorom elektrycznym. Pojemności tych kondensatorów, oczywiście ograniczają wartości prądów w zakresie dolnych częstotliwości. Moc wyjściowa sięga 40W przy poziomie zniekształceń harmonicznym bliskim 10%.



Rys. 1 Konfiguracje wzmacniaczy



Rys. 2 Struktura wewnętrzna układu

Rozwiązanie takie pozwala na redukcję rozmiarów urządzenia, ponieważ radiator odprowadza maksymalną moc tylko w pewnych okresach. Przy zainstalowaniu odpowiedniego radiatora układ jest w stanie dostarczać na wyjściu mocy 40W w sposób ciągły.

W normalnych warunkach pracy (sygnał muzyczny) układ podwyższający napięcie jest aktywny w procentowo niewielkim przedziale czasu. Według firmy Philips, przy założeniu zbliżonego do normalnego rozkładu amplitudy sygnału wejściowego, straty mocy wynoszą około 50% strat mocy wzmacniacza klasy B dostarczającego do obciążenia zbliżonej mocy. Umożliwia to proporcjonalną redukcję rozmiarów i wagi radiatora. Jeśli jednak występuje się układ z takim radiatorem sygnałem powodującym pracę w klasie H i dostarczenie maksymalnej mocy, temperatura układu może podnieść się nawet do 120 stopni. Spowoduje to włączenie wewnętrznych układów zabezpieczających, które blokują działanie układów podwyższających napięcie, ograniczenie mocy wyjściowej do 10W, a mocy

działów pracy układu: standby (pobór prądu poniżej 50μA), mute (blokada układu podnoszącego napięcie zasilania, ograniczona moc wyjściowa), oraz klasa H (aktywny układ podnoszenia napięcia zasilania, wysoka moc wyjściowa). Przejście ze stanu standby do klasy H nie powoduje żadnych niepożądanych efektów akustycznych, nie wymaga ono także pozostawania w stanie mute, jeśli tylko napięcie odniesienia nie jest odseparowane i układ detekcji impedancji obciążenia nie jest zablokowany.

Jak już wyżej wspominałem, wzrost temperatury układu powyżej 120 stopni Celsjusza powoduje zablokowanie konwertera napięcia i przejście układu do pracy w klasie B. Kontrola temperatury układu jest możliwa za pośrednictwem napięcia znajdującego się na wyprowadzeniu 17 układu. Istnieje możliwość wymuszenia przejścia układu do pracy w klasie B przez podanie odpowiednio wysokiego napięcia na wyprowadzenie 17, jak również wymuszenia pozostawania w klasie H przez podanie na nie niskiego napięcia.

strat - do 5W. Oznacza to, że mimo chwilowego przeciążenia termicznego układu jego funkcjonowanie nie zostaje przerwane.

Przykładając odpowiednie napięcie na wyprowadzenie 16 układu, użytkownik może wymusić jeden z czterech ro-

związków TDA 1560 jest wyposażony w układ detekcji oporności głośnika stanowiącego obciążenie. Przy każdorazowym przejściu ze stanu standby do mute układ testuje wartość oporności głośnika i powoduje blokadę układu podwyższania napięcia, jeśli ta oporność wynosi poniżej 4Ω. Jeśli oporność ta przekracza 6.2R, praca w klasie H jest dozwolona. Oporność poniżej 1,5Ω jest traktowana jako zwarcie, co powoduje wspomniane już odłączenie stopnia wyjściowego.

Istnieje możliwość zablokowania detektora oporności obciążenia poprzez zwarcie wyprowadzenia 3 do masy, co pozwala na pracę w klasie H (do 120°C nawet przy zwarcu wyjść). Nie sądzę jednak, aby taka operacja miała jakikolwiek sens i mogła wyjść naszemu układowi na dobre.

Wykaz elementów.

Kondensatory

| | |
|----------------|------------|
| C1, C2 | 2200μF/25V |
| C3, C4, C5, C6 | 220nF |
| C7 | 10μF/16 |
| C8 | 220μF/16 |
| C9 | 100nF |
| C10 | 1μF |
| C11 | 4700μF/16 |

Rezystory

| | |
|----------------|--|
| R1, R2, R3, R4 | 2,2Ω |
| R5 | 150kΩ |
| R6 | dobrac rezystor o mocy 0,5W wg opisu w tekście |
| R7 | 1kΩ/0,5W |
| R9, R8 | 5,6kΩ |
| R10 | 820Ω |

Półprzewodniki

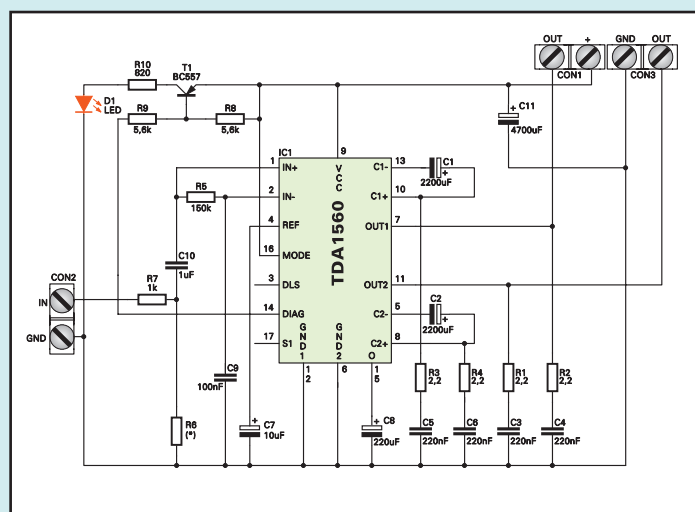
| | |
|-----|-----------------------|
| D1 | LED |
| IC1 | TDA1560 |
| T1 | BC557 lub odpowiednik |

Pozostałe

| | |
|------------|--------------|
| CON1, CON3 | ARK2 |
| CON2 | ARK2 (3,5mm) |

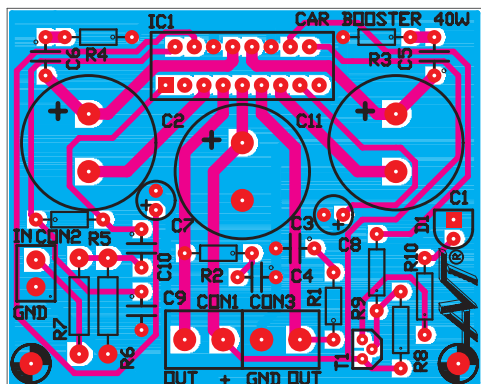
Tab. 1 Opis wyprowadzeń układu TDA 1560

Rys. 3 Schemat ideowy modułu



TDA 1560 jest zabezpieczony przed zwarciami wyjść z masą. Trwałe zwarcie wyjść do masy lub zasilania powoduje odłączenie stopnia wyjściowego i ochronę układu przed nadmierną stratą mocy i wzrostem temperatury. Stopień wyjściowy zostaje ponownie dołączony po upływie 20ms od zaniku zwarcia.

| Numer wyprow. | Symbol | Funkcja |
|---------------|--------|--|
| 1 | +INP | Wejście nieodwracające |
| 2 | -INP | Wejście odwracające |
| 3 | DLS | Odlączenie czujnika impedancji głośników |
| 4 | Vref | Napięcie odniesienia |
| 5 | C2- | Kondensator magazynujący 1 (minus) |
| 6 | GND2 | Masa 2 |
| 7 | OUT1 | Wyjście BTL 1 |
| 8 | C2+ | Kondensator magazynujący 2 (plus) |
| 9 | Vp | Napięcie zasilania |
| 10 | C1+ | Kondensator magazynujący 1 (plus) |
| 11 | OUT2 | Wyjście BTL 2 |
| 12 | GND1 | Masa 1 |
| 13 | C1- | Kondensator magazynujący 1 (minus) |
| 14 | Vdiag | Wyjście diagnostyczne |
| 15 | Cdec | Odsprężanie zasilania |
| 16 | MSS | Przełącznik trybu pracy |
| 17 | S1 | Przełącznik trybu pracy - klasa „H” |



Rys. 4 Schemat montażowy

wysoka temperatura) napięcie na tym wyprowadzeniu spada do około połowy napięcia zasilania i utrzymuje się tak długo, jak długo trwa przyczyna nieprawidłowego działania układu.

Wiemy już sporo na temat „bohatera dnia” – kostki TDA1560 i najwyższy czas zapoznać się z schematem naszego boostera, który przedstawiony został na **rysunku 3**. Tylko że na schemacie nie właściwie czego oglądać. Jest to typowa aplikacja fabryczna układu TDA1560, przerysowana z katalogu Philips’a. Może jedynym schematu układu wartym wspomnienia jest fragment układu z tranzystorem T1 i diodą LED D1. Jak już wiemy, w stanie „normalnym”, kiedy to TDA1560 pracuje bez jakichkolwiek zakłóceń, napięcie na końcówce diagnostycznej DIAG równe jest napięciu zasilania i tranzystor T1 nie przewodzi. Zwarcie wyjścia do masy, przegrzanie struktury lub inne zakłócenie pracy wzmacniacza powoduje, niezależnie od obniżenia mocy wyjściowej lub wyłączenia końcówek mocy, wystąpienie na tym wyjściu napięcia równego w przybliżeniu połowie napięcia zasilania. W takim przypadku tranzystor T1 zaczyna przewodzić i dioda LED sygnalizuje swoim światłem nienormalną sytuację, w jakiej znalazł się nasz wzmacniacz.

Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 4** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie na niej elementów. Jak z pewnością już zauważyliście, płytka wykonana została w bardzo nietypowy sposób: na laminacie dwustronnym z wykorzystaniem strony elementów jako jednolitej powierzchni stanowiącej masę układu. Rozwiązanie takie zostało zastosowane ze względu na dość znaczną komplikację połączeń i konieczność stosowania jak najszerszych ścieżek masy. Płytkę wykonaną na laminacie jednostronnym musiałaby mieć znaczne rozmiary, przez co nie byłaby znacznie tańsza od płytki dwuwarstwowej. Natomiast zastosowane rozwiązanie radykalnie wyeliminowało problemy związane z ewentualnym wzbudzeniem się układu, który nie wykazuje tendencji do pracy jako generator nawet po odłączeniu kondensatorów zabezpieczających przed wzbudzeniem się.

Montaż wykonujemy w typowy sposób, a bardziej szczegółowego omówienia wymaga jedynie sposób wlutowanie układu TDA1560 i zamocowania radiatora. Kolejność postępowania będzie następująca:

1. Po wywierceniu odpowiednich otworów w radiatorze przykręcamy do niego układ IC1, nie zapominając o zastosowaniu pasty silikonowej dobrze przewodzącej ciepło. Stosowanie podkładki izolującej jest w większości przypadków zbędne.
2. Delikatnie przekładamy wyprowadzenia IC1 przez otwory w punktach lutowniczych i zwracając uwagę na prostopadłe położenie płytki względem radiatora starannie przylutowujemy je do płytki.
3. Płytkę drukowaną wraz z elementami „wiszącą” na wyprowadzeniach układu TDA1560 mogłaby bez problemów pracować

Wyprowadzenie 14 umożliwia diagnostykę stanu układu. W sytuacji normalnej znajduje się ono na potencjale zasilania, w przypadku zaś nieprawidłowości (zbyt wysokie napięcie zasilania, zwarcie wyjść, zbyt

w warunkach stacjonarnych. Jednak układy przeznaczone do pracy w samochodach mają szczególne wymagania i dlatego wskazane jest dodatkowe zamocowanie płytki do radiatora za pomocą metalowych płaskowników przykręconych do otworów w płytce.

Układ TDA1560 ma jeszcze jedną, wygodną dla konstruktora cechę: do metalowej płaszczyzny odprowadzającej ciepło do radiatora dołączona jest masa zasilania. Tak więc, nie musimy odizolować wyprowadzenia radiatora od masy pojazdu.

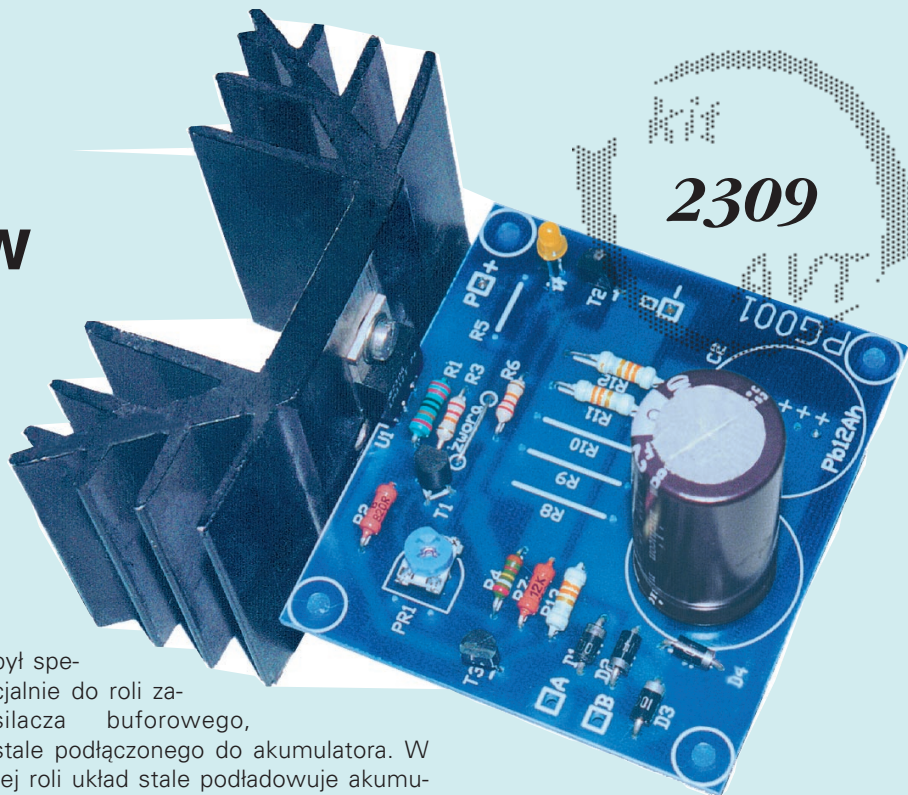
Stosowanie diody D1 jest w zasadzie opcjonalne. Jeżeli jednak uznamy, że sygnalizacja niesprawności w działaniu wzmacniacza może być użyteczna, to diody należy umieścić w widocznym miejscu, najlepiej w bezpośrednim sąsiedztwie źródła sygnału, najczęściej radioodtwarzacza.

Celowo napisałem „diody” a nie „diodę”, ponieważ najczęściej będziecie potrzebowali dwóch identycznych układów boostera, a wielu przypadkach nawet czterech. Większość współcześnie produkowanych radioodtwarzaczy posiada bowiem cztery wyjścia, służące zasilaniu czterech kolumn głośnikowych.

Ostatnią czynnością, jaką będziecie musieli wykonać będzie dobranie wartości rezystora R6, lub rezygnacja z jego stosowania. W żaden sposób nie mogłem przewidzieć, do jakiego typu radioodtwarzacza będziecie chcieli dołączyć zbudowane przez siebie boostery i jaka może być amplituda sygnału na ich wyjściach. Dlatego też rezystor R6 musicie dobrać doświadczalnie tak, aby nawet przy pełnej mocy pobieranej z radioodtwarzacza nie następowało przesterowanie boostera.

Zbigniew Raabe

Ładowarka akumulatorów żelowych Zasilacz buforowy



Do czego to służy?

Opisane urządzenie zostało opracowane wskutek licznych próśb naszych Czytelników. Upominają się oni o wszelkie układy do ładowania akumulatorów. Układ ładowania akumulatorów niklowo-kadmowych z układem U2400 zaspokoił potrzeby tych wszystkich, którzy chcą w ściśle kontrolowany sposób ładować swoje akumulatory zasadowe NiCd i NiMH. Otrzymaliśmy szereg informacji nie tylko o praktycznym wykorzystaniu opisanego przez nas układu, ale też doniesienia o samodzielnie przeprowadzonych modyfikacjach, dostosowujących układ do indywidualnych potrzeb. Naprawdę cieszymy się, że materiał z EdW pomógł rozwiązać problem wielu z Was.

Niemniej jednak otrzymujemy listy od posiadaczy akumulatorów kwasowych, którzy domagają się układu do ich ładowania. W niedalekiej przyszłości planujemy zaprezentowanie dużego prostownika do akumulatorów o pojemności 15...150Ah, a w tym numerze przedstawiamy prosty i tani układ przeznaczony do akumulatorów o mniejszych pojemnościach, zwłaszcza do nowoczesnych, szczelnych akumulatorów przeznaczonych do wszelkiego rodzaju urządzeń alarmowych, UPS-ów, itp.

Urządzenie przeznaczone jest do pracy przy prądzie ładowania 0,1 A do 1A, co jest wartością wystarczającą dla akumulatorów o pojemności do 1,2...20Ah. W wersji podstawowej układ przeznaczony jest dla akumulatorów o napięciu nominalnym 12V, ale bez problemów można go dostosować do akumulatorów o napięciu 6V czy nawet 4V.

Układ jest prosty, tani, a jednocześnie ma bardzo dobre parametry (dzięki zastosowaniu scalonego stabilizatora). Wykorzystana konfiguracja skutecznie zapobiega przeładowaniu akumulatora, nawet przy podłączeniu go na dowolnie długi okres czasu. Układ projektowany

był specjalnie do roli zasilacza buforowego, stale podłączonego do akumulatora. W tej roli układ stale podładowuje akumulator niewielkim prądem konserwującym, w razie poboru większego prądu służy jako dodatkowe źródło prądu o wydajności do 1...1,5A, natomiast w przypadku wyladowania akumulatora (np. po zaniku napięcia sieci 220V), ładuje go prądem nominalnym.

Uwaga! Zastosowana w tym układzie koncepcja ładowania, pracy buforowej i stałego podładowywania dobrze sprawdza się w przypadku akumulatorów kwasowych, mających w przybliżeniu liniową zależność napięcia od stanu naładowania. Akumulatory zasadowe (niklowo-kadmowe i wodorkowe) nie wykazują takiej zależności w dostatecznym stopniu, a mają inne specyficzne cechy (np. efekt pamięciowy), dlatego opisany układ nie jest zalecany do pracy w charakterze zasilacza buforowego dla zestawu akumulatorów zasadowych. W zasadzie może on być stosowany do wszelkich akumulatorów, ale wtedy trzeba we własnym zakresie sprawdzić, czy taki rodzaj pracy sprawdzi się w przypadku akumulatorów zasadowych, zwłaszcza niklowo-kadmowych, których niektóre egzemplarze mogą wykazywać silny efekt pamięciowy.

Opisany układ ładuje pusty akumulator jakimś prądem nominalnym, ustalonym przez użytkownika. Gdy w trakcie ładowania napięcie na zaciskach akumulatora wzrośnie, prąd ładowania zostanie zmniejszony. Odpowiednie dobranie napięcia „nominalnego” ładowarki skutecznie zabezpieczy akumulator przed przeładowaniem. Jest to tryb ładowania najpierw przy stałym prądzie, potem przy stałym napięciu. Bliższe szczegóły na temat takiego sposobu ładowania podane są w EdW 10 i 11/96, gdzie wy-

czerpująco omówiono właściwości akumulatorów kwasowych.

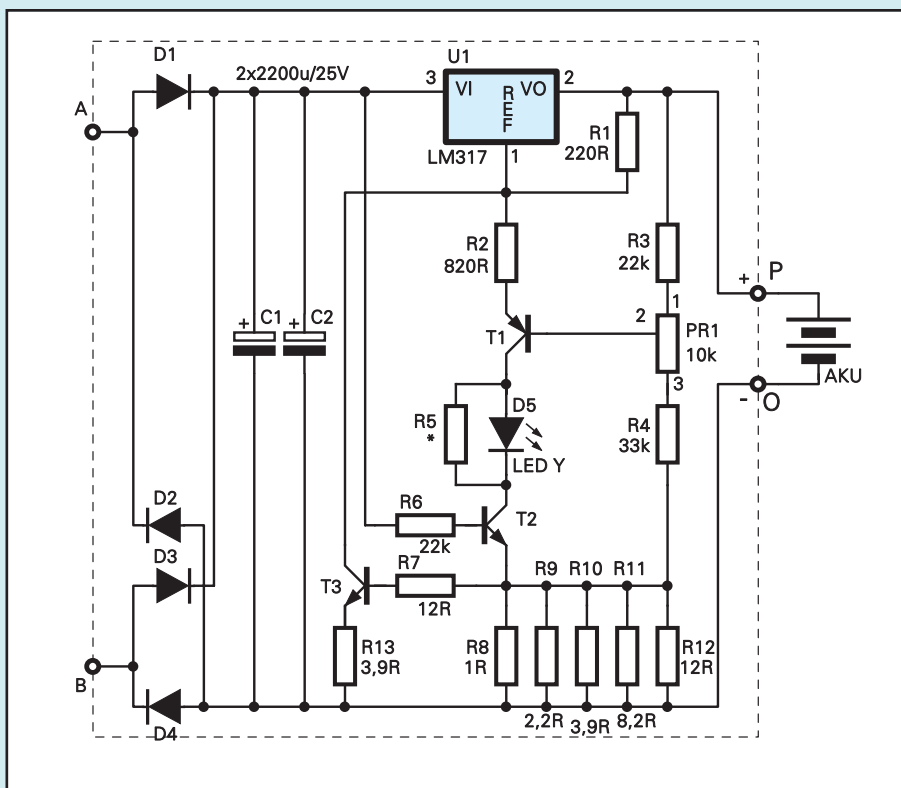
Warunkiem skuteczności tego sposobu ładowania jest jednoznaczna zależność napięcia akumulatora od stanu naładowania. Zależność taką mają nie tylko akumulatory kwasowe, ale również nowoczesne akumulatory litowe. Oczywiście po dobraniu odpowiedniego napięcia pracy, prezentowany układ znakomicie nadaje się do współpracy z akumulatorami litowymi, jednak w praktyce okaże się, że posiadacze takich nowoczesnych akumulatorów (np. od kamer wideo) wraz z akumulatorem zakupią też firmową ładowarkę.

Jak to działa?

Ogromna ilość popularnych prostowników ładuje akumulator prądem tętniącym - wyprostowanym przebiegiem sieci 50Hz. W opisywanym układzie zastosowano prosty, ale bardzo skuteczny układ automatyki zapobiegający przeładowaniu. Dla optymalnej pracy tego układu pożądane jest, by układ pracował z napięciami i prądami filtrowanymi. Tym samym układ jest w rzeczywistości precyzyjnym stabilizatorem i może być z powodzeniem wykorzystywany w tej roli.

Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 1**. Mostek diod D1-D4 oraz kondensatory C1, C2 zapewniają napięcie stałe, dobrze filtrowane, niezbędne do pracy stabilizatora.

Sam układ ładowania składa się właściwie z dwóch głównych bloków - układu kontroli napięcia ze stabilizatorem U1 oraz układu kontroli prądu maksymalnego z tranzystorem T3. Jest to więc pre-



Rys. 1

cyzyjny stabilizator napięcia z układem ograniczania prądu.

Generalnie układ pracuje następująco. Gdy akumulator jest rozładowany i jego napięcie jest mniejsze niż napięcie stabilizacji ustalone potencjometrem PR1, wtedy stabilizator U1 jest otwarty (niejako chce zwiększyć to napięcie zwiększając prąd). W każdym razie stabilizator jest otwarty, płynie znaczny prąd, a na akumulatorze napięcie jest mimo to mniejsze od napięcia „nominalnego” stabilizatora U1, ustalonego przez R1. Jaki płynie prąd? Co prawda układ LM317 posiada obwód ograniczania prądu, ale prąd maksymalny mógłby sięgnąć 2A lub nawet więcej. Aby akumulator był ładowany mniejszym prądem, odpowiednim dla swej pojemności, dodano obwód z tranzystorem T3. Wartość prądu ładowania wyznaczona jest sumaryczną rezystancją równoległego połączenia rezystorów R8...R12. Gdy spadek napięcia na tych rezystorach przekroczy 0,6...0,7V, tranzystor T3 zacznie się otwierać i obniży napięcie na wyprowadzeniu ADJ(ust.) stabilizatora U1, powodując zmniejszenie napięcia wyjściowego, a tym samym i prądu ładowania do takiej wartości, by spadek napięcia na rezystorach R8...R12 wynosił około 0,7V. W praktyce w układzie nie będą stosowane wszystkie rezystory R8...R12. Należy wltować te rezystory, które zapewnią odpowiedni prąd ładowania. Oporności tych rezystorów są tak dobrane, aby z ich pomocą można

było ustalić prąd ładowania w zakresie 60mA do około 1,4A. Rezystor R13 jest potrzebny, by zmniejszyć wzmocnienie tranzystora T3 - bez tego rezystora układ mógłby się wzbudzić.

Reasumując - gdy akumulator jest rozładowany, układ ładuje go stałym prądem wyznaczonym przez wartości rezystorów R8...R12.

Napięcie na akumulatorze w trakcie ładowania będzie wzrastać. Ale nie będzie wzrastać w nieskończoność (aż do uszkodzenia akumulatora). Napięcie będzie wzrastać tylko do napięcia stabilizacji wyznaczonego przez PR1. Gdy napięcie na akumulatorze zbliży się do tego napięcia, prąd ładowania się zmniejszy. Wtedy obwód z rezystorami R8...R12 i tranzystorem T3 nie będzie ograniczał prądu, bo spadek napięcia na R8...R12 będzie mniejszy od napięcia otwierania tranzystora. Teraz prąd ładowania będzie wyznaczony przez właściwości akumulatora i napięcie ustalone z pomocą PR1. Można to sobie wyobrazić następująco - po naładowaniu akumulatora jego napięcie wyjściowe będzie równe napięciu „nominalnemu” stabilizatora, a przy takim napięciu przez niemal całkowicie naładowany akumulator będzie płynął jedynie jakiś niewielki prąd konserwujący.

W praktyce dla 12-woltowego akumulatora to napięcie „nominalne” stabilizatora będzie wynosić mniej więcej 13,6...14,4V. Na przykład w samochodach ustala się napięcie regulatora właś-

nie na 14,4V, jednak w zastosowaniach domowych, na przykład do bezprzerwowego zasilania centrali alarmowej, napięcie pracy buforowej będzie nieco niższe, zbliżone do 13,65V. Dalsze uwagi na ten temat są podane w dalszej części artykułu, a kompleksowo temat został omówiony w EdW 11/96 str. 63...67.

W układzie z **rysunku 1** na uwagę zasługuje jeszcze obwód z tranzystorami T1, T2 i D5. Z zasady działania stabilizatora LM317, w czasie normalnej pracy napięcie między jego wyjściem a końcówką ADJ wynosi 1,23V. Zgodnie z katalogowymi wskazówkami dotyczącymi układu LM317, minimalny prąd obciążenia nie powinien być mniejszy niż 3,5mA. Rezystor R1 o wartości 220Ω zapewnia, że prąd ten wynosi ponad 5mA. Prąd ten płynie również przez rezystor R2, tranzystor T1, diodę świecącą D5 oraz tranzystor T2.

Tranzystor T1 nie pełni jedynie roli wtórnika (i transformatora impedancji) umożliwiającego dobór napięcia z pomocą dzielnika rezystorowego (R3, PR1, R4), przez który płynie niewielki prąd, znacznie mniejszy od wspomnianego wcześniej prądu minimalnego 3,5mA. Tranzystor T2 pełni tu dodatkowo bardzo ciekawą funkcję. Otóż jak wiadomo, napięcie baza-emiter tranzystora maleje z wzrostem temperatury mniej więcej 2mV na stopień Celsjusza. Nietrudno się domyślić, że wywołuje to zmiany napięcia wyjściowego ładowarki. Gdyby to był układ typowego stabilizatora laboratoryjnego, byłoby to niepotrzebne, a nawet niepożądane. Ale w układzie ładowarki akumulatorów kwasowych może być cenną zaletą. Otóż napięcie akumulatorów kwasowych maleje z temperaturą, aby więc układ ładowarki wręcz idealnie dopasować do tych zmian, należałoby wraz ze zmianami temperatury zmieniać napięcie „nominalne” ładowarki dokładnie tak, jak zmienia się napięcie akumulatora. I właśnie tę rolę pełni też tranzystor T1 wraz z dzielnikiem R3, PR1, R4 oraz rezystorami R2 i R1. Dzięki odpowiedniemu dobraniu tych rezystorów, napięcie „nominalne” ładowarki będzie się zmieniać nie ze współczynnikiem -2mV/°C, tylko na przykład -5...-8mV/°C, zalecanym przez niektórych producentów akumulatorów. Ten szczegół dla początkujących nie ma żadnego znaczenia, ponieważ wykorzystanie tej właściwości układu wymaga dobrego termicznego sprzężenia między akumulatorem a tranzystorem T1 pracującym w roli czujnika. Jedynie bardziej zaawansowani mogą to wykorzystać, dołączając T1 przewodami, zapewniając jego dobry kontakt termiczny z akumulatorem i ewentualnie dobierając rezystory R2, R3, R4, PR1 do

konkretnych potrzeb i współczynnika termicznego zalecanego przez producenta posiadanego akumulatora. Ale to naprawdę jest szczegół, którym początkujący nie muszą sobie zawracać głowy - układ w podstawowej wersji pokazanej na fotografii też dobrze spełni swą rolę.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze obecność tranzystora T2. Pełni on rolę zabezpieczenia przed rozładowaniem akumulatora w przypadku zaniku napięcia sieci 220V. Brak napięcia na wejściu powoduje także wygaszenie diody D5 - jak z tego widać, dioda ta nie jest wskaźnikiem naładowania akumulatora - informuje tylko o tym, że akumulator „jest pod opieką” ładowarki. Układ nie ma żadnego wskaźnika naładowania, ale też z założenia wskaźnik taki nie jest potrzebny, bo akumulator nie zostanie przeładowany nawet przy ciągłym pozostawianiu „pod opieką” tej ładowarki. A stan jego naładowania można w prosty sposób sprawdzić, mierząc napięcie na nim - napięcie równe napięciu „nominalnemu” ładowarki wskazuje na naładowanie. Rezystor R5 w typowym układzie nie będzie stosowany - teoretycznie mógłby być wykorzystany do wygaszania diody D5 w przypadku gdy akumulator jest głęboko rozładowany.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu nie sprawi trudności. Jak widać z rysunku 2 (schemat montażowy) oraz fotografii, jedynym kłopotem może być znalezienie odpowiedniego radiatora. Jego wielkość wyznaczona jest przez moc strat stabilizatora U1 i będzie zależała od maksymalnego prądu ładowania oraz napięcia na kondensatorach C1, C2. Radiator należy dobrać samodzielnie - najwięcej będzie się grzał w pierwszej fazie ładowania i może być wtedy bardzo gorący. Warto dodać, że

zbyt mały radiator nie spowoduje uszkodzenia układu - dzięki zabezpieczeniu termicznemu kostki LM317 spowoduje to jedynie zmniejszenie prądu ładowania.

Dla zmniejszenia strat warto zastosować taki transformator sieciowy, by napięcie na kondensatorach C1, C2 wynosiło 15,5...18V, nie więcej.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania, a jedynie regulacji napięcia wyjściowego oraz prądu ładowania. Napięcie ustawia się potencjometrem PR1. Napięcie na kondensatorach C1, C2 powinno przy tym wynosić nie mniej niż 15,5V, zamiast akumulatora można włączyć rezystor 1k Ω . Napięcie to powinno wynosić około 13,65V (2,275V/ogniwo) w przypadku, gdy ma to być zasilacz buforowy, na stałe połączony z akumulatorem. Jeśli natomiast ma to być ładowarka akumulatorów pracujących w innych urządzeniach, ładowanych po wyczerpaniu (praca cykliczna), należy ustawić napięcie większe 14...14,4V (do 2,4...2,5V/ogniwo).

Natomiast maksymalny prąd ładowania trzeba ustawić stosownie do pojemności akumulatora. Typowo będzie to prąd dziesięciogodzinny, a więc dla akumulatora o pojemności 10Ah - prąd 1A, dla pojemności 4,8Ah prąd 0,48A.

Wartość tego prądu wyznacza sumaryczna rezystancja rezystorów R8...R12. Zamiast żmudnie liczyć wypadkową rezystancję, można dodać prądy wyznaczone przez każdy z zastosowanych rezystorów. Oto przybliżone wartości prądu dla poszczególnych rezystorów:

R8 (1 Ω) - 0,7A

R9 (2,2 Ω) - 0,32A

R10 (3,9 Ω) - 0,18A

R11 (8,2 Ω) - 85mA

R12 (12 Ω) - 60mA

Mając takie dane, łatwo dobrać potrzebny prąd. Można oczywiście

zastosować rezystory o innych, pośrednich wartościach. Ewentualne odchyłki rzędu $\pm 20\%$ nie mają większego znaczenia. Jeśli ktoś zada pytanie o czas ładowania, trzeba zapytać, czy dobrze rozumie właściwości zastosowanego trybu ładowania. Układ zasadniczo przeznaczony jest do pracy buforowej, gdy akumulator na stałe jest podłączony do ładowarki (z ustawionym wyjściowym napięciem nominalnym 2,23...2,33V/ogniwo). Jeśli ładowarka ma służyć do cyklicznego ładowania rozładowanych akumulatorów (napięcie

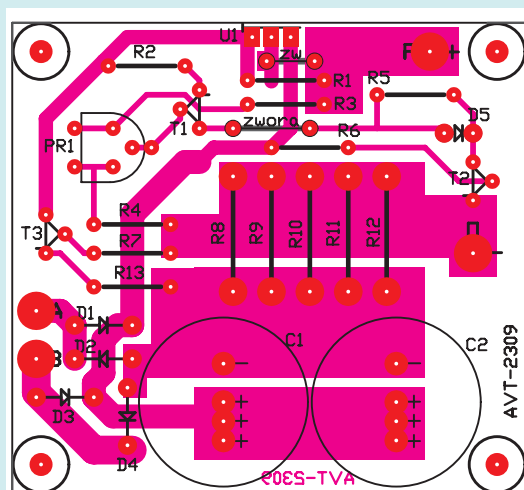
wyjściowe ustawione na 2,4...2,5V/na ogniwo), czas ładowania prądem dziesięciogodzinnym (0,1C) nie powinien być krótszy niż 15 godzin, niemniej jednak nawet znacznie dłuższy czas ładowania nie zaszkodzi, bo po naładowaniu akumulatora prąd spadnie do niewielkiej wartości, nie grożącej uszkodzeniem.

Możliwości zmian

Proponowany układ z kostką LM317 i odpowiednim radiatorem może pracować przy prądach ładowania do 1...1,5A. Kto chciałby ładować większym prądem, może zamienić układ LM317 na stabilizator o większym prądzie, np. LM350 (3A) lub LM338 (5A). Oczywiście należy wtedy odpowiednio dobrać radiator oraz rezystory R8...R12 (o większej mocy strat). Szczegółowe informacje na temat tych stabilizatorów były podane w EdW 9 i 10/96. Osoby, które dobrze rozumieją działanie zaprezentowanego układu oraz właściwości akumulatorów kwasowych, mogą wypróbować działanie układu bez kondensatorów filtrujących C1, C2, uwzględniając zmniejszenie prądu ładowania.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Rys. 2 Schemat montażowy



Wykaz elementów

Rezystory

R1: 220 Ω
R2: 820 Ω
R3, R6: 22k Ω
R4: 33k Ω
R5: nie montować - patrz tekst
R7, R12: 12 Ω
R8: 1 Ω , 5W (lub równolegle 2x2,2 Ω , 0,25W)
R9: 2,2 Ω
R10, R13: 3,9 Ω
R11: 8,2 Ω
PR1: 10k Ω miniaturowy

Kondensatory

C1, C2: 2200 μ F/25V

Półprzewodniki

D1-D4: 1N4001
D5: LED (zielona lub żółta)
T1: BC558B
T2, T3: BC548B
U1: LM317T (1,5A)

Uwaga! Ponieważ w ogromnej większości przypadków obsługiwane akumulatory będą mieć pojemność do 15Ah, w skład zestawu wchodzi tylko kondensator C1 o pojemności 2200 μ F. Radiator nie wchodzi w skład kitu AVT-2309