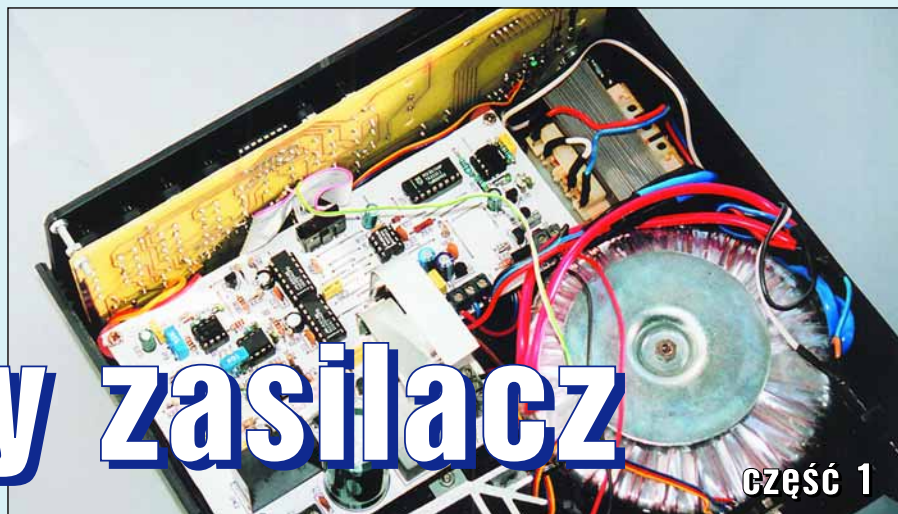




Cyfrowy zasilacz

część 1



Do czego to służy?

Każde urządzenie elektroniczne musi posiadać układ zasilający, ale przy budowie nowego urządzenia istnieje potrzeba posiadania uniwersalnego przyrządu zasilającego. Prezentowany w artykule zasilacz ma nieco inną konstrukcję. Najważniejszą innowacją jest sposób sterowania zasilaczem, a dokładnie jego napięciem i prądem. W proponowanym urządzeniu napięcie oraz prąd są ustalane na drodze niemal całkowicie cyfrowej. W standardowych konstrukcjach zasilaczy zazwyczaj są stosowane wieloobrotowe potencjometry. Dzięki cyfrowemu sterowaniu pozbyto się potencjometrów, od parametrów których zależały parametry zasilacza, a dzięki zastosowaniu techniki mikroprocesorowej uzyskano dodatkowe funkcje jak choćby sterowanie ze zdalnego terminala czy zapamiętywanie nastawień.

Funkcje zasilacza:

- zakres regulacji napięcia 3V–24V z krokiem 100mV,
- zakres regulacji ograniczenia prądowego 10mA – 4A z krokiem 10mA,
- pomiar pobieranego prądu przez zasilany układ,
- przycisk umożliwiający szybkie odłączenie napięcia od zasilanego układu,
- pamięć dla ośmiu ustawień napięć oraz prądów,
- przycisk uniwersalny nastaw „R”, który zapamiętuje każde ustawienie napięcia i prądu,
- możliwość współpracy z komputerem poprzez łącze RS232,
- wskaźnik przekroczenia ustalonego ograniczenia prądowego.

Przycisk ustawień „R” od pamięci ośmiu nastaw zasilacza różni się tym, że po wyborze tego przycisku każda zmiana napięcia i prądu jest zapamiętywana pod tym przyciskiem. Napięcie i prądy przypisane pod przyciskami od 1–8 są przypisane na stałe tylko w trybie programowania, który będzie opisany w dalszej części artykułu. Ponieważ jako sterownik wszystkich funkcji zasilacza zastosowany zo-

stał łatwo dostępny i nieskomplikowany mikrokontroler 89C4051, którego pamięć 4kb dla tak wielu funkcji okazała się trochę niewystarczająca, program został napisany w dwóch wersjach niewiele różniących się od siebie, bo tylko obsługą komunikacji poprzez łącze RS232. Pierwsza wersja umożliwia wysyłanie bezpośrednio wpisanych w terminalu napięć lub prądów do zasilacza. Natomiast druga wersja jest kopią wszystkich przycisków znajdujących się na płycie czołowej zasilacza. To znaczy, że do każdego przycisku zasilacza jest przypisany odpowiedni rozkaz, który można wysłać terminalem. Nie ma w tej wersji możliwości bezpośredniego wysłania wartości prądu lub napięcia. Ponieważ możliwości wersji drugiej są takie same, jak przycisków na płycie zasilacza, poprzedziłem na wersji pierwszej, która poszerza jeszcze bardziej funkcjonalność zasilacza przez umożliwienie bezpośredniego wysłania wpisanych wartości i napięć czy prądów. Dlatego też program w wersji pierwszej umieściłem w mikrokontrolerze 89C4051. Należy wspomnieć, że cały program został napisany w rewelacyjnym BASCOM-ie.

Aby nie korzystać z prostych rozkazów przesyłanych przez terminal, napisałem dwa proste programy do obsługi zasilacza poprzez interfejs RS232. Pierwszy program dotyczy wersji pierwszej, natomiast drugi, mało różniący się, dotyczy wersji drugiej. Oba programy zostały napisane w DELPHI 5. Po tym wstępie proponuję przejść do zapoznania się z elektroniczną budową tegoż zasilacza.

Jak to działa?

Całość elektroniki zasilacza została podzielona na dwie części. Część główna zasilacza przedstawiona została na **rysunku 1**, natomiast część sterownika na **rysunku 2**. Schemat ideowy zasilacza (rysunek 1) wydaje się skomplikowany, ale tylko z pozoru. Jako stabilizator zastosowana została powszechnie znana i od wielu lat produkowana kostka LM723, której często spotykana aplikacja

różni się tym, że jej niektórymi wyprowadzeniami sterują przetworniki cyfrowo-analogowe. Układ LM723 ma istotną zaletę, gdyż nie narzuca żadnych ograniczeń co do maksymalnego prądu wyjściowego, gdyż zależne jest to od typu tranzystora wyjściowego. Dla przypomnienia, kostka ta zawiera wysokostabilne źródło napięcia odniesienia (które dla aplikacji tego zasilacza nie jest wykorzystywane), komparator napięcia oraz tranzystor odpowiedzialny za ograniczanie prądu. Istotną wadą układu LM723 jest maksymalne napięcie wejściowe wynoszące ok. 35V. Komparator napięcia umieszczony w kostce działa tak, by napięcia na wejściach NI oraz IN były sobie równe. Jeżeli np. na wejście 5 zostanie przyłożone napięcie 4V, a dzielnik R1, R2, P4 będzie miał podział równy 3, komparator odpowiednio wysteruje T3, by na jego wejściach napięcie było równe 4V. Ponieważ dzielnik ma podział 3, na emiterze T3, otrzyma się stabilizowane napięcie 12V. Cyfrowe sterowanie napięciem wyjściowym uzyskano poprzez zmianę napięcia na wejściu NI (5) poprzez przetwornik C/A. Jako przetworniki C/A zastosowane zostały 10-bitowe układy MAX504. Zastosowanie przetworników 10-bitowych wynikało z możliwości późniejszej rozbudowy zasilacza oraz z liczby kroków potrzebnych przy ustalaniu napięcia czy prądu. Wystarczyłyby przetworniki 9-bitowe, ale łatwiejsze do zdobycia są przetworniki 10-bitowe. Przetwornik MAX504 posiada w swoim wnętrzu napięcie odniesienia równe 2,048V dostępne na wyjściu REFOUT, co daje krok przetwornika równy 2mV. Dzięki interfejsowi SPI wbudowanemu w przetwornik możliwe stało się sterowanie za pomocą tylko 3 linii. Powracając do cyfrowego wyboru napięć wyjściowych zasilacza, napięcie VOUT układu U5 wybrane cyfrowo poprzez interfejs SPI jest wzmacniane we wzmacniaczu nieodwracającym U8A dokładnie 10 razy. Zastosowanie wzmacniacza dostosowuje małe napięcie wyjściowe z przetwornika U5 do większego

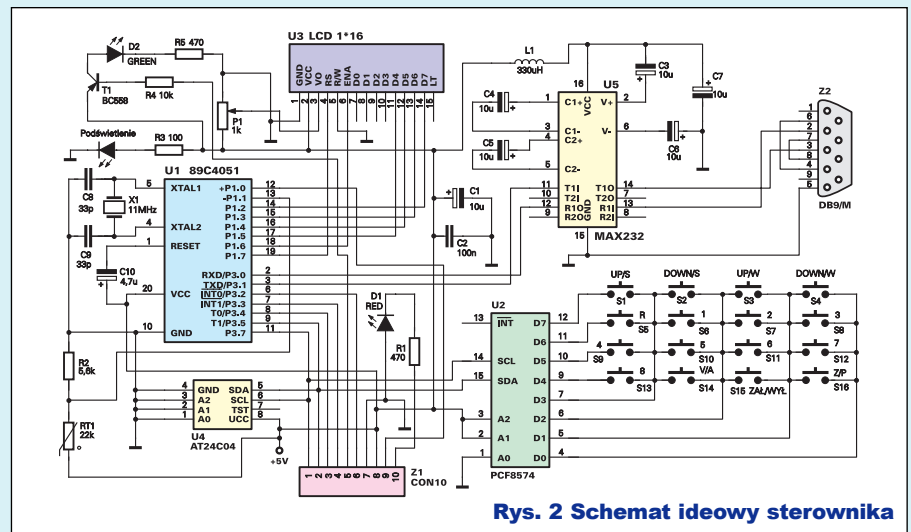
zakresu napięć potrzebnych na wejściu NI stabilizatora U1. Jeżeli na wyjściu U5 będzie napięcie 400mV, to na wejściu NI pojawi się napięcie 4V, co daje, jak było wspomniane wcześniej, napięcie wyjściowe równe 12V.

Układ U1 dba o stabilizację napięcia z mostka B1, by na wyjściu zasilacza utrzymywać ustalone napięcie. Kondensatory C1, C2 redukują tętnienia napięcia na wyjściu prostownika, natomiast C3, C5 filtrują napięcie wyjściowe. Kondensator C4 zapobiega wzbudzeniu się komparatora i wzmacniacza prądowego w LM723. Należy zauważyć, że dzielnik pomiarowy R1, R2, P4 został umieszczony za rezystorem R3, który służy do pomiaru prądu. Gdyby dzielnik pomiarowy był dołączony wprost do masy, napięcie wyjściowe różniłoby się od napięcia ustawionego o spadek napięcia na rezystorze R3, który zależy od pobieranego z zasilacza prądu. Mamy już omówioną zasadę działania bloku ustawiania i stabilizacji napięcia, tak więc przyszedł czas na blok dotyczący obwodów związanych z prądem. Spadek napięcia na rezystorze pomiarowym R3 jest proporcjonalny do pobieranego prądu. Dla prądu 10mA spadek na R3, będzie wynosił 1mV, a przy prądzie 4A będzie odpowiednio 400mV. Jak widać, spadki napięć są niewielkie, przez co zostały wzmacnione 10 razy we wzmacniaczu U8B. Napięcie wyjściowe z U8B jest podawane na nieodwracające wejście komparatora U9A. Na drugie wejście podawane jest wzmacnione 5 razy

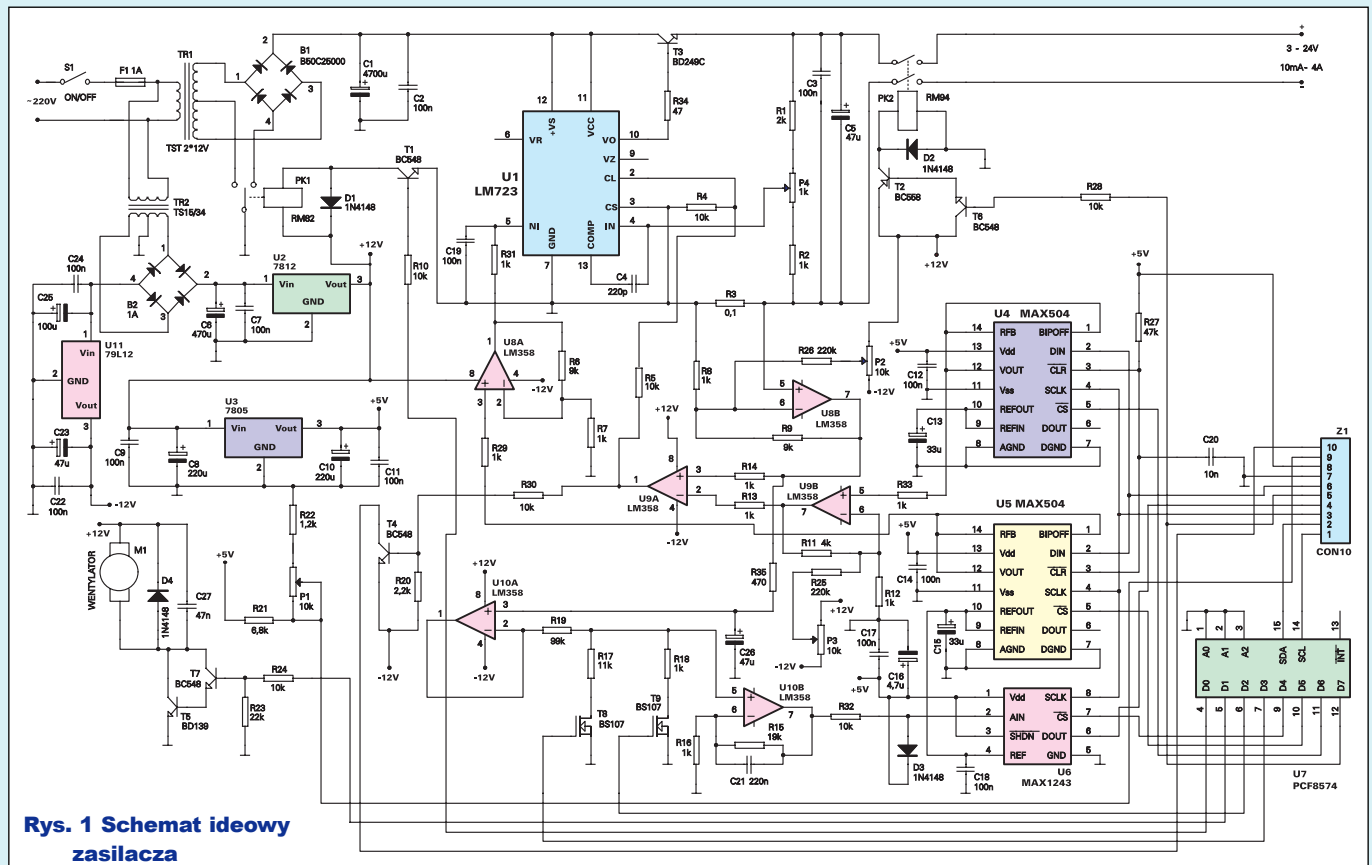
przez U9B napięcie z wyjścia przetwornika C/A U4. Zadaniem przetwornika U4 jest sterowanie wielkością ograniczenia prądowego. Tak więc komparator U9A będzie porównywał wzmacnione napięcie z wyjścia U8B, które jest wprost proporcjonalne do prądu płynącego przez rezystor pomiarowy R3 ze wzmacnionym napięciem z wyjścia przetwornika U4. W układzie LM723 znajduje się tranzystor, którego przewodzenie blokuje tranzystory wyjściowe zasilacza. Emiter tego tranzystora został zwarty do masy (kon. 3), natomiast baza tegoż tranzystora sterowana jest sygnałem z wyjścia komparatora U9A. Jeżeli

pobór prądu przekroczy zadaną przetwornikiem wartość, na wyjściu komparatora napięcie z ujemnego zmieni się na dodatnie, które będzie sterowało tranzystorem wewnątrz układu U1. Wyjście komparatora dodatkowo steruje tranzystorem T4, którego przewodzenie załącza diodę LED (połączenia diody zamieszczone są na rysunku 2), sygnalizującą przekroczenie pobieranego prądu od ustalonego poziomu, co także skutkuje brakiem stabilizacji napięcia wyjściowego zasilacza.

Następnym blokiem jest układ zgrubnego pomiaru pobieranego prądu przez dołączone do zasilacza układy. Pomiaru zgrubnego, gdyż



Rys. 2 Schemat ideowy sterownika



Rys. 1 Schemat ideowy zasilacza

tak zbudowany układ pomiaru prądu (amperomierz) nie ma dużej dokładności, choć jego działanie jest bardzo proste. Wzmocniony sygnał z rezystora R3 jest filtrowany przez obwód R35, C26, skąd dalej trafia na bufor U10A. Odseparowany sygnał z wyjścia bufora jest podawany na kolejny wzmacniacz U10B, który ma wzmocnienie 20 razy. Wzmocnione napięcie z tego wzmacniacza mierzy kolejny przetwornik, tyle że A/C (MAX1243). Jest on także 10-bitowy i posiada interfejs SPI, ale nie ma wewnętrznego napięcia odniesienia. Napięcie odniesienia zostało „pożyczone” od przetwornika U5. Dioda D3 zabezpiecza wejście przetwornika przed napięciami większymi od 5V. Jeżeli napięcie na wyjściu U10B przekracza zakres pomiarowy przetwornika U6, mikrokontroler poprzez załączenie T8 lub T9 tworzy odpowiedni dzielnik 10 razy i 100 razy. Odpowiednie załączenie dzielników gwarantuje pomiar prądu w szerokim zakresie, którego proporcjonalne napięcie nie przekracza zakresu napięć wejściowych przetwornika A/C. Kondensator C21 dodatkowo filtruje mierzone przez przetwornik napięcie. Program został tak napisany, że wyświetlany wynik jest średnią dwóch pomiarów, dzięki czemu dodatkowo został zminimalizowany wpływ zakłóceń. Zastosowanie tranzystorów T8, T9 typu MOSFET przyczyniło się do zmniejszenia wpływu tychże elementów na rezystancje dzielnika. Można by zastosować klucze np. 4066, ale ich rezystancja w stanie otwarcia jest o wiele wyższa niż tranzystorów MOSFET. Zastosowanie trzech przetworników z magistralą SPI umożliwiło ich sterowanie trzema przewodami (SCLK, DIN oraz DOUT). Przy komunikacji z danym przetwornikiem jest on odpowiednio wybierany poprzez wejście /CS. W danej chwili tylko jeden może być aktywny. Ponieważ zastosowany mikrokontroler ma niewielką liczbę portów, rozszerzono ich liczbę przez zastosowanie układu PCF8574AP. Układ U7 steruje wejściami /CS przetworników, przekaźnikami, tranzystorami T8, T9 oraz załączeniem wentylatora. Dane wystawiane na wyjściach układu U7 są przesyłane po magistrali I²C. Zastosowanie tejże magistrali umożliwiło zastosowanie dwóch układów PCF8574 oraz pamięci dołączonych tylko do dwóch linii.

Aby zminimalizować straty w tranzystorze T3 podczas niskich napięć wyjściowych, zastosowano przełączane przekaźnikiem uzwojenie transformatora TR1. Jeżeli napięcie wyjściowe jest mniejsze od 12V, zasilacz korzysta tylko z jednego uzwojenia, natomiast jeżeli napięcie wyjściowe ustawione będzie na większe od 12V, przekaźnik załączy pozostałe uzwojenie transformatora. Przekaźnik przełączający uzwojenia sterowany jest za pośrednictwem mikrokontrolera w zależności od ustawionego napięcia wyjściowego.

Bardzo często trzeba odłączać budowany układ od zasilacza. Częste manewrowanie

przewodami zasilającymi staje się bardzo uciążliwe, aby temu zapobiec do zasilacza wprowadzono pewne udogodnienie, którym jest przekaźnik PK2. Odłącza on po naciśnięciu odpowiedniego przycisku napięcie od zasilanego układu. Stan przekaźnika PK1 zmienia się bistabilnie podczas naciskania przycisku oznaczonego „ON/OFF”. Ponieważ podczas resetu mikrokontrolera jak i układu U7 wyjścia przyjmują stan wysoki, przekaźnik jest załączony niskim stanem. Załączanie przekaźnika PK2 stanem niskim chroni dołączony układ np. przy włączaniu zasilania przełącznikiem S1. Nieustalone napięcie na wyjściu mogłoby uszkodzić zasilany układ. Stan przekaźnika sygnalizowany jest diodą LED D2, której obwody pokazane zostały na rysunku 2.

Zasilacz został wyposażony w wentylator, który chłodzi tranzystor T3 przy przekroczeniu granicy temperatury ustawianej potencjometrem P1. Jako czujnik temperatury zastosowany został termistor. Napięcie z dzielnika R21, P1, R22 oraz z dzielnika RT1, R2 (rysunek 2) dołączone są do komparatora, w który wyposażony został mikrokontroler. Jeżeli temperatura wzrośnie ponad próg ustawiony potencjometrem P1, mikrokontroler poprzez U7 załącza tranzystory T7, T5, które sterują wentylatorem. Elementy D4, C27 chronią czułe elementy zasilacza przed zakłóceniami emitowanymi przez silnik wentylatora. Do zasilania pozostałych układów zastosowany został zasilacz pomocniczy zbudowany z elementów TR2, B2, U2, U3 oraz U11, który dostarcza potrzebnych stabilizowanych napięć -12V, 12V oraz 5V. Z napięć -12V, 12V zasilane są wzmacniacze i wentylator, natomiast z napięcia 5V zasilane są pozostałe elementy cyfrowe jak mikrokontroler, wyświetlacze czy pamięć. Ponieważ niektóre zastosowane wzmacniacze pracują z napięciami bliskimi 0V, konieczna okazała się dla U8B oraz U9B korekta napięcia niezrównoważenia. Korektę napięcia niezrównoważenia tychże wzmacniaczy umożliwiają elementy R26, P2 oraz R25, P3. Pozostałe niewymienione kondensatory filtrują napięcia zasilające elementy zasilacza. Do złącza Z1 dołączone są elementy przedstawione na rysunku 2, który, jak było wspomniane, przedstawia sterownik zasilacza.

Diody LED D2, D1 są sterowane za pośrednictwem omówionych już bloków zawartych w części schematu na rysunku 1. Także omówione zostało działanie czujnika temperatury RT1. Wyświetlacz LCD 1*16 dołączony został do pozostałych linii portu P1, natomiast port P3 steruje komunikacją I²C, RS232 oraz SPI. Do magistrali I²C dołączona została pamięć EEPROM U4 (umożliwiająca zapamiętywanie nastaw napięć oraz prądów) oraz układ U2. Zadaniem układu U2 jest sterowanie klawiaturą, która została zbudowana z 16 przycisków połączonych w matrycę. Potencjometr P1 umożliwia regulację kontrastu wyświetlacza, natomiast kondensator C10 zeruje procesor U1

po włączeniu zasilania. Ponieważ w standardzie RS232 poziomy napięcie wynoszą odpowiednio +12 i -12V, do zmiany poziomów 0V i 5V zastosowana została przetwornica U5. Dławik eliminuje zakłócenia wytwarzane przez tę przetwornicę, natomiast zadaniem kondensatorów C1, C2 oraz C7 jest dodatkowa filtracja napięć zasilających. Sygnały z U5 bezpośrednio zostały dołączone do gniazda Z2. Rezystor R3 ograniczą prąd płynący przed diody podświetlenia wyświetlacza, oczywiście jeżeli zastosowany wyświetlacz jest z podświetleniem. Rezystory R1, R5 ograniczają prąd płynący przez diody LED do bezpiecznej wartości.

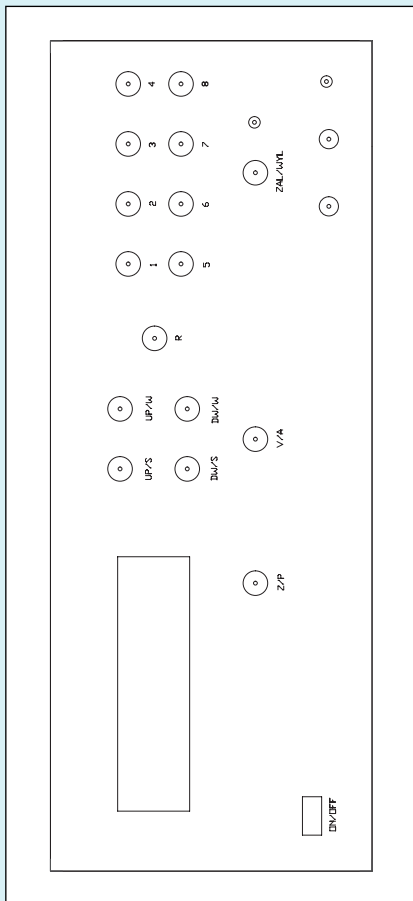
Montaż i uruchomienie

Układ zasilacza składa się z dwóch płytek, z których jedna tworzy płytę czołową urządzenia. Płytki zamieszczone zostaną w następnym numerze EdW. Montaż należy rozpocząć najlepiej od płytki zasilacza, wlotowując w pierwszej kolejności zwory, przechodząc dalej do elementów najmniejszych a kończąc na elementach największych. Ze względu na dokładność niektórych elementów zasilacza (np. wzmacniaczy), niektóre rezystory zastosowane w zasilaczu najlepiej, jeśli będą o tolerancji wykonania wynoszącej 1%, choć jeżeli nie zależy nam na dokładności, to bez większych problemów mogą to być rezystory 5-procentowe. Na samym początku nie należy wkładać układów scalonych, gdyż mogą ulec uszkodzeniu w przypadku nieprawidłowości napięć zasilających te układy. Po podłączeniu transformatora TR2 do gniazda Z2 należy sprawdzić poprawność napięć zasilających. Dla wzmacniaczy operacyjnych powinny wynosić odpowiednio -12V oraz +12V względem masy, natomiast dla pozostałych układów cyfrowych +5V. Jeżeli napięcia będą inne, może to świadczyć o nieprawidłowym podłączeniu transformatora lub uszkodzeniu któregoś ze stabilizatorów. Jeżeli napięcia są poprawne, można przystąpić do montażu pozostałej płytki, przy której należy przestrzegać zasad takich jak przy płycie zasilacza. Na płycie czołowej zostały umieszczone punkty lutownicze do podłączenia termistora oraz gniazda RS232. Po poprawnym zmontowaniu należy płytki połączyć kawałkiem 10-żyłowej taśmy. Po ponownym zasileniu całości należy sprawdzić poprawność napięcia docierającego do elementów płyty czołowej, które nie powinno być inne niż +5V. Po włożeniu wszystkich układów scalonych, w tym zaprogramowanego mikrokontrolera, po włączeniu na wyświetlaczu powinien ukazać się tekst. Jeżeli brak jest jakiegokolwiek tekstu, należy ustawić potencjometrem P1 (na płycie czołowej) odpowiedni kontrast wyświetlacza.

Jeżeli to nie pomaga, uszkodzony może być wyświetlacz lub nieprawidłowo pracuje mikroprocesor. Po zasileniu mostka B1, najlepiej transformatorem TST2*12V/200W, możliwa będzie regulacja zasilacza, która

opisana będzie w dalszej części artykułu. Płytkę sterownika zasilacza wymiarowana została pod czoło obudowy Z17. Do wywiercenia i wycięcia w niej otworów można posłużyć się szablonem płyty czołowej, który widoczny jest na **rysunku 3**. Po przyłożeniu jej do płyty czołowej możliwe będzie odpowiednie wyznaczenie miejsc wiercenia oraz wycięć. Na płytce czołowej należy dodatkowo w zaznaczonym miejscu wyciąć otwór na włącznik zasilania, ale tylko gdyby wyłącznik montowany był nie na tylnej części zasilacza. Na tylnej części należy z prawej strony wyciąć otwór na wentylator, a w pozostałej części te same płytki otwory pod gniazdo RS232 oraz gniazdo bezpiecznikowe (tak jak w urządzeniu modelowym). Po dopasowaniu płyty czołowej do przedniej części obudowy, można przykleić wspomniany rysunek z napisami. Przyklejony papier można zabezpieczyć folią samoprzylepną, która dostępna jest w większości sklepów z artykułami papierniczymi. Tranzystor T3 trzeba umieścić na radiatorze, który powinien znajdować się w pobliżu wentylatora. Do jednego z żeber radiatora należy przykleić czujnik temperatury np. klejem dwuskładnikowym klejem topionym na gorąco. W przypadku zastosowania do zasilania elektroniki, transformatora TS15/34, jego uzwojenia pierwotne należy połączyć w szereg,

Rys. 3 Szablon płyty czołowej (50%)



gdyż umożliwi to zasilanie go ze źródła o napięciu ~220V. Jako TR2 można zastosować każdy inny transformator o napięciach zbliżonych do 2*15V, przy czym powinien być on co najmniej 15-watowy. Do stabilizatorów U2, U3 należy przykręcić niewielkie radiatory, choćby wykonane z kawałka odpowiednio wyciętej blaszki. Przy przymocowywaniu elementów do radiatorów należy pamiętać o wcześniejszym posmarowaniu ich pastą umożliwiającą lepsze odprowadzanie ciepła. Po podłączeniu całości można przejść do etapu uruchamiania zasilacza, do którego potrzebny będzie jedynie multimetr. W pierwszej kolejności do zacisków wyjściowych zasilacza należy dołączyć woltomierz.

Po ustawieniu przyciskami „UP-H”, „DW-„H” lub „UP-L”, „DW-L” np. napięcia 12,5V i włącznikiem przełącznika złączającego wyjście przyciskiem ON/OFF (rola przycisków zostanie omówiona w dalszej części artykułu), pokręcając heltrimem P4, na płytce zasilacza należy doprowadzić do wskazań woltomierza dokładnie 12,5V.

Jeżeli teraz zmienimy napięcie wyjściowe za pomocą wspomnianych przycisków, to wyświetlane napięcie na wyświetlaczu zasilacza powinno odpowiadać wskazaniom woltomierza. Przechodząc przyciskiem „U/I” regulację na prąd przyciskami wyboru wartości, należy ustawić prąd na wartość 10mA. Dołączając woltomierz do wyjścia 7 wzmacniacza U9B, potencjometrem P3 należy ustawić napięcie na wyjściu równe 10mV. Zmieniając wartość prądu przyciskami, wskazania woltomierza powinny być takie jak ustawiona wartość prądu na wyświetlaczu. Ustawiając prąd zasilacza np. na 1A, a napięcie na 10V, do jego wyjścia należy dołączyć niewielkie obciążenie np. żarówkę 24V. Na zaciskach rezystora R3 powinien pojawić się spadek napięcia wprost proporcjonalny do prądu płynącego przez żarówkę. Dla sprawdzenia prądu płynącego przez żarówkę należy w jej szereg włączyć amperomierz. Dołączając woltomierz do wyjścia wzmacniacza U8B, należy potencjometrem P2 ustawić napięcie wyjściowe 10 razy większe niż na rezystorze pomiarowym R3. Dla ułatwienia pomiarów można wyjściowe napięcie ustawić na 10V, a zamiast żarówki zastosować rezystor 1kΩ 0,5W. Jak wynika z prawa Ohma, da to przepływ prądu równy 10mA. Jeżeli prąd pobierany przez obciążenie przekracza prąd ustawiony przyciskami, powinna zaświecić się dioda „current”. Do sprawdzenia poprawności działania przełącznika PK1 wystarczy woltomierz dołączony do wyjścia oraz próbna zmiana napięcia przyciskami w zakresie od 3 do 24V. Przy napięciach wyższych od 12V powinno być słyszalne zadziałanie przełącznika. Jeżeli przełącznik przełącza uzwojenia nieprawidłowo, nie będzie możliwe uzyskanie napięcia na wyjściu zasilacza do 24V. Przełączając przyciskiem „MODE” na tryb pomiaru prądu, można porównać wskazania z dołączonym

amperomierzem do obciążenia. Do sprawdzenia poboru prądu można użyć kilku różnych żarówek lub rezystorów o odpowiedniej mocy. Jak było wspomniane, jest to pomiar zgrubny i wskazania dla najmniejszych prądów mogą być obciążone znacznym błędem. W zasilaczu można nie montować obwodów odpowiedzialnych za pomiar prądu. Bez nich zasilacz także będzie pracował poprawnie. Dla zwiększenia dokładności pomiarów można dołączyć do U10 elementy regulacji napięcia niezrównoważenia, jak dla U8B czy U9B, choć dokładność, jaka jest, powinna jednak wystarczyć. Lepszą dokładność pomiarów da dołączenie osobnego woltomierza dołączonego do zacisków R3, choćby zbudowanego na popularnej ICL-ce. Zastosowanie w zasilaczu takiego rozwiązania z pomiarem prądu było spowodowane chęcią wykorzystania jednego wyświetlacza. W przypadku zewnętrznego woltomierza dołączonego do R3 należy w płytce czołowej wykonać drugi otwór na wyświetlacz, co znacznie pociąga wygląd zasilacza. Ponieważ dokładny pobór prądu można zmierzyć multimetrem, przestają być stosowane do pomiaru prądu obwodów, które zostały wbudowane w płytkę zasilacza. Jeżeli będzie istniała chęć zastosowania osobnego woltomierza, to najlepiej będzie się nadawał miernik z wyświetlaczem LCD. W asortymencie AVT znajduje się kilka tego typu przyrządów pomiarowych. Powracając do uruchamiania zasilacza, został do regulacji tylko próg temperatury, który spowoduje zadziałanie wentylatora. Dołączając obciążenie (np. aktywne) do zasilacza, należy mierząc temperaturę radiatora termometrem lub na dotyk, doprowadzić potencjometrem P1 na płytce zasilacza do zadziałania wentylatora. Oczywiście przy temperaturze radiatora wynoszącej najlepiej ponad 60 stopni. Do sprawdzenia został tylko interfejs RS232. Po połączeniu przewodem zasilacza i komputera należy uruchomić jakikolwiek terminal z ustawionymi parametrami transmisji na: com(x):9600:8:n:1. Po wysłaniu litery „p” zasilacz powinien przelać do terminala swoje ustawienia. Jeżeli transmisja nie działa, przyczyną mogą być nieprawidłowe ustawienia parametrów transmisji w terminalu, zamienione przewody RX, TX w kablu czy niepodłączone przewody piny 6 z 4 i 7 z 8 gniazda DB9/M zasilacza. Połączenia gniazda DB9/M pokazane są na rysunku 2. W zasilaczu zastosowany został transformator toroidalny o napięciu 2x12V i mocy 200W. Jeżeli istnieje potrzeba zwiększenia wydajności zasilacza, można zastosować transformator o większej mocy, przy czym wymagać to będzie zmiany w programie ograniczenia do wartości 4A. Jeżeli zastosowany będzie transformator o innym napięciu, nie można przekroczyć wyprostowanego i przefiltrowanego przez C1 napięcia większego niż 35V. Jak było wspomniane, większe napięcie zniszczy układ LM723.

Marcin Wiązania