



UPS - zasilacz awaryjny

W urządzeniu występują wysokie napięcia groźne dla życia i zdrowia. Osoby niepełnoletnie mogą wykonać urządzenie tylko pod opieką wykwalifikowanych opiekunów.

Zaniki napięcia sieciowego 220V zdarzają się zawsze. Można rozważać jedynie, gdzie występują częściej i jak długo trwają. Dla jednych chwilowy brak zasilania jest „do wytrzymania”. Pozostałym, nawet kilkusekundowe zaniki napięcia mogą wyrządzić mniejsze lub większe szkody. Jako przykład szkody można wymienić, np. utratę danych. Użytkownicy komputerów rozumieją doskonale co to oznacza. Nagłe wyłączenie komputera w trakcie pisania programu czy ważnego tekstu lub tworzenia bazy danych może być bardzo nieprzyjemne. Nie wszystkie programy oferują funkcję autozapisu co kilka minut. A jeśli nawet, to

zapominamy odpowiednio je skonfigurować czy wyłączyć. Programy pracujące pod poczciwym DOS-em rzadko kiedy taką funkcję oferują. W przypadku zaniku zasilania efekt naszej pracy nie zostaje zapisany. Niekiedy może dojść do całkowitej utraty pliku.

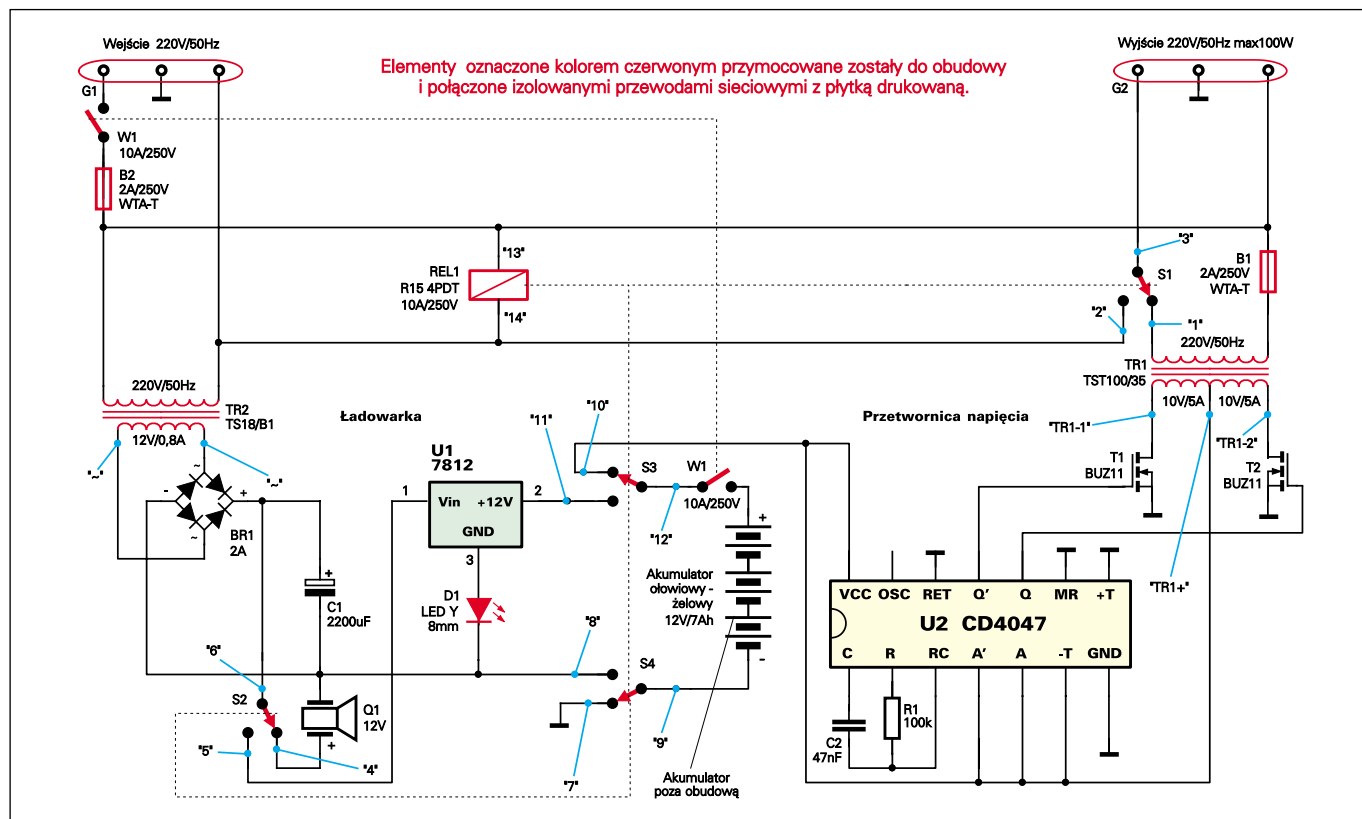
Przezorniejsi i zasobniejsi finansowo użytkownicy komputerów zaopatrują się w specjalny zasilacz – tzw. UPS (z ang. **U**ninterruptible **P**ower **S**upply). Produkuje się kilka jego odmian, różniących się nieco budową wewnętrzną i ceną.

Głównym zadaniem każdego zasilacza awaryjnego UPS jest podtrzymanie napięcia

zasilania 220V (zasilającego np. komputer, serwer, itd.) przez co najmniej kilka minut. Dzięki temu użytkownik może spokojnie zapisać stan swojej pracy na dysku twardym, zakończyć działanie uruchomionych programów, prawidłowo wyjść z systemu i wyłączyć komputer.

Opisany w niniejszym artykule UPS należy do klasy najprostszych konstrukcyjnie, spełniających jednak swoje podstawowe zadanie. Jest to konstrukcja przykładowa, dostosowana do potrzeb komputera autora.

Rys. 1



Opis układu

Opisywany zasilacz UPS składa się z kilku nieskomplikowanych modułów. Schemat ideowy całej konstrukcji przedstawia **rysunek 1**. Zasada działania niżej opisanego UPS-a jest łatwa do zrozumienia. Gdy w sieci energetycznej obecne jest napięcie, akumulator żelowy 12V jest stale ładowany prostą ładowarką buforową, która jest tutaj niczym innym jak stabilizatorem napięcia. Jej konstrukcja opiera się na stabilizatorze U1. Akumulator ładowany jest do czasu osiągnięcia na jego zaciskach napięcia równego napięciu wyjściowemu stabilizatora powiększonego o napięcie przewodzenia czerwonej diody LED D1 (około 1,8V), która pełni jednocześnie rolę wskaźnika obecności napięcia sieciowego. Maksymalny prąd ładowania jest ograniczony prądem dopuszczalnym U1, stopniem rozładowania akumulatora (im większe tym mniejsza rezystancja wewnętrzna i większy prąd), wydajnością TR1. U1 dopuszcza maksymalnie przepływ prądu około 1A dla wersji standardowej stabilizatora (7812), 2A dla 78S12, 3A dla 78T12. Napięcie na zaciskach naładowanego akumulatora pracującego w zasilaczu UPS powinno wynosić $2,23 \times 2,33V/\text{ogniwo}$ czyli $6 \times 2,23 + 2,33 = 13,38 + 13,98V$.

Prosta ładowarka spełnia ten warunek. W egzemplarzu modelowym na wyjściu zastosowanego stabilizatora U1 oraz diodę LED D1, napięcie wyjściowe wynosiło $13,8 + 13,9V$ w zależności od temperatury struktury U1. W miarę wzrostu napięcia akumulatora stabilizator będzie stopniowo zmniejszał prąd ładowania. Gdy akumulator zostanie naładowany przepływać przez niego będzie prąd konserwujący rzędu kilkudziesięciu mA. Dzięki takiemu działaniu tej prostej ładowarki akumulator będzie stale utrzymywany w stanie naładowanym.

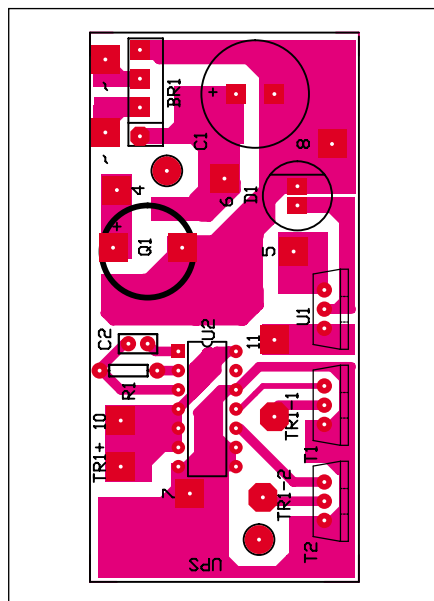
Zanik napięcia sieciowego spowoduje wyłączenie dotychczas włączonego przekaźnika REL1. Efektem czego będzie przełączenie jego styków. Tym samym akumulator zostanie odłączony od ładowarki i przyłączony do przetwornicy podwyższającej napięcie (z 12V na około 220V/50Hz). Odtąd przyłączony do UPS-a komputer będzie z niej zasilany. Przedstawiona na schemacie przetwornica jest chyba najprostszą z możliwych. Głównymi jej elementami są układ scalony U2 oraz tranzystory MOSFET T1 i T2. U2 to popularny, uniwersalny generator CMOS. Tu pracujący jako astabilny.

Użytkownik UPS-a powinien być informowany o fakcie zaniku napięcia w sieci energetycznej. Dzięki takiej informacji szybko zorientuje się, że komputer jest zasilany ze źródła awaryjnego (tj. akumulatora). W związku z tym należy niezwłocznie zapisać na dysku twardym efekt swojej pracy oraz poprawnie zamknąć wszystkie otwarte aplikacje i wylogować się z systemu opera-

cyjnego. Dopiero po tych czynnościach trzeba wyłączyć UPS (służy do tego wyłącznik W1) i tym samym komputer. Od tego momentu czekać na ponowne pojawienie się prądu w sieci 220V. O *przełączeniu w tryb zasilania awaryjnego informuje* tylko jeden element – generator piezo Q1. Jest on sterowany za pomocą jednego z czterech styków przełącznych przekaźnika REL1. W momencie zaniku napięcia generator jest przyłączany równoległe do kondensatora C1. Energia w nim zgromadzona wystarczy na kilkusekundowe zasilanie Q1.

Montaż i uruchomienie

Pod względem elektronicznym zaprezentowany w niniejszym artykule UPS jest nieskomplikowany. Montaż zaczynamy od wlutowania w płytkę drukowaną wszystkich podzespołów, których symbole są widoczne na **rysunku 2**. Pod układ scalony U2 zaleca się dać podstawkę. Diody D1 nie należy lutować bezpośrednio w płytkę, lecz za pośrednictwem około dziesięciocentymetrowego odcinka izolowanego przewodu niskonapięciowego. W pozostałe punkty lutownicze o średnicy otworów równej 2mm lutujemy około 30-centymetrowe odcinki izolowanych przewodów sieciowych o średnicy $1,5 + 2mm$ („linka”).



Rys. 2

Teraz nieco trudniejsze zadanie. Należy dobrać wielkość obudowy. Powinna ona być na tyle duża, aby poza płytką zmieściły się w niej nieuwzględnione na płycie elementy: TR1, TR2, REL1, W1, G1, G2, gniazda bezpiecznikowe, LED D1, dwa gniazda, np. „bananowe” do przyłączania akumulatora na zewnątrz obudowy. Takie rozwiązanie ma tę zaletę, że w razie niekorzystania z komputera (tym samym UPS-a) akumulator można odłączyć bez rozkręcania obudowy i zastosować do innych celów.

Po dobraniu obudowy przystępujemy do wmontowania w nią zmontowanej płytki drukowanej. Należy ją przykręcić przy pomocy śrub z nakrętkami przeciągniętymi przez dwa 3-milimetrowe otwory płytki oraz odpowiadające im otwory wywiercone np. w dnie obudowy. Aby strona lutowania płytki nie stykała się z metalowym dnem obudowy, na przeciągnięte przez otwory obudowy śruby trzeba nakręcić 2-3 nakrętki.

Do przykręcenia transformatora toroidalnego TR2 wystarczy jedna, dłuższa śruba z nakrętką. W bocznych ściankach obudowy należy wykonać wiertarką otwory umożliwiające osadzenie w nich diody LED, gniazd bezpiecznikowych i zasilania oraz wyłącznika W1.

Elementy T1, T2, U1 zostały wlutowane blisko jednego z dłuższych brzegów płytki. Dzięki temu możliwe jest ich przykręcenie do ścianki obudowy (wywiercić 3 otwory $\varnothing 3mm$ i przykręcić śrubami z nakrętkami). Cała obudowa jest metalowa. Spełnia tym samym rolę radiatora. Przed przykręceniem T1, T2, U3 - należy pod elementy te podłożyć podkładki silikonowe i przekładki izolacyjne (pokryć z obu stron pastą silikonową - najlepiej białą o podwyższonej przewodności cieplnej, tj. typu „H”). Celem tych zabiegów jest odizolowanie elektryczne T1, T2, U1 od siebie i od obudowy.

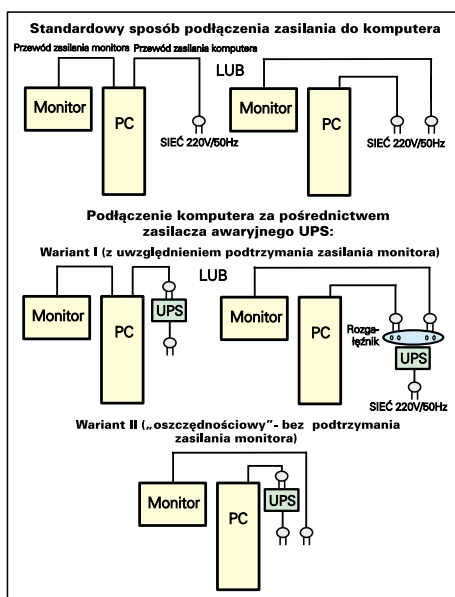
Po przykręceniu w/w podzespołów do obudowy przystępujemy do łączenia ich ze sobą zgodnie ze schematem. Czynność łączenia przeprowadzamy przy pomocy izolowanych odcinków przewodów sieciowych tego typu, jak wystające z płytki. Stosujemy zasadę jak najkrótszych połączeń, wówczas są jak najmniejsze spadki napięć.

Na końcu łączymy wszystkie przewody wychodzące z płytki z elementami, które znalazły się poza płytką. Właśnie *czynności łączenia przewodów z podzespołami UPS-a wymagają wzmoczonej uwagi od montującego. Dlatego ten końcowy etap montażu powinna przeprowadzać osoba doświadczona w tego typu pracach. Byłoby dobrze, gdyby istniała możliwość skontrolowania poprawności montażu ze schematem przez taką osobę.*

Po zmontowaniu zasilacz awaryjny UPS należy podłączyć zgodnie z **rysunkiem 3** (wariant D). Następnie włączyć wyłącznik W1 na obudowie UPS-a (odtąd z komputera można już normalnie korzystać). Od tego momentu *należy poczekać na pełne naładowanie akumulatora*. W zależności od pojemności, aktualnego stopnia rozładowania zastosowanego akumulatora i mocy TR2 będzie to trwało kilkanaście - kilkadziesiąt godzin. Na wszelki wypadek warto poczekać 2-3 dni na pełne naładowanie. Po całkowitym naładowaniu akumulatora pora przeprowadzić „test generalny”:

– Uruchamiamy komputer, następnie otwieramy jakąś aplikację, np. edytor tekstu.

Wyciągamy teraz kabel zasilający UPS z gniazda sieciowego. Komputer powinien nadal działać bez zarzutu, tj. obraz na monitorze musi być wciąż widoczny, a uruchomiona aplikacja nie może „zawieszać się”. Przeprowadzamy teraz próbę zapisu na dysk twardy. Gdy czynność ta powiedzie się, a komputer będzie można poprawnie wylądować z systemu – nasz UPS zdał egzamin. Jeśli prawidłowo dobraliśmy moc transformatorów (zwłaszcza TR1, zbyt słaby TR2 w przypadku niewielkiego „niedoszacowania” oznaczać będzie dłuższy czas ładowania akumulatora) i pojemność akumulatora (zbyt „nędzny” nie będzie w stanie podtrzymać wystarczająco długo napięcia zasilania komputera) UPS przejdzie wspomniany test w zdecydowanej większości przypadków.



Rys. 3

Co jednak zrobić, jeśli nie udało się nam dobrać dostatecznych parametrów użytych transformatorów i akumulatora? Nie każdego będzie stać w takiej sytuacji na wymianę tych elementów na inne, wydajniejsze. Nic straconego. Istnieje wciąż szansa na korzystanie z dobrodziejstw UPS-a. Pod jednym warunkiem: zgadzamy się na wariant „oszczędnościowy” (zob. rys. 3-wariant II). Polegać on będzie na niepodłączeniu do zbyt mało wydajnego UPS-a monitora. Skutkiem tego będzie wprawdzie wyłączenie się monitora w razie zaniku napięcia sieciowego, jednak nadal możliwe będzie zapisanie na dysku twardym stanu naszej pracy, np. pliku pisanego w arkuszu kalkulacyjnym. Wystarczy, że spiszymy na kartce skróty klawiaturowe uruchamiające zapis i wyjście z programów, z których korzystamy. Kartkę taką warto będzie mieć zawsze w pobliżu komputera. W razie zaniku napięcia sieciowego wciskamy kombinację klawiszy programu odpowiadającą za zapis, z którego ak-

tualnie korzystaliśmy – przykładowo dla WordPada Windows (i wielu innych programów) będzie to *Ctrl+S*. Za zamknięcie programu działającego pod systemem Windows odpowiada skrót *lewy Alt+F4*. Ten sam skrót odpowiada za włączenie okna zamykania systemu – wystarczy wtedy wcisnąć *Enter*, aby Windows został poprawnie zamknięty. Gdy to nastąpi (objaw: LED sygnalizująca pracę dysku twardego gaśnie) można wyłączyć UPS i tym samym zasilany za jego pośrednictwem komputer.

Decydując się na ten oszczędnościowy wariant zasilacza UPS warto przed jego podłączeniem *przećwiczyć zapisywanie plików i zamykanie aplikacji/systemu przy pomocy skrótów klawiaturowych*.

Wariant „oszczędnościowy” mogą wykonać także te osoby, których komputer pobiera dość znaczną moc z sieci 220V. W takiej sytuacji dołączenie „prądożernego”, standardowego monitora dodatkowo zwiększałoby pobór mocy. Wymagałoby to poniesienia większego wydatku związanego z nabyciem wystarczająco „mocnego” transformatora i akumulatora. W dobrej sytuacji będą posiadacze energooszczędnych monitorów z ekranem ciekłokrystalicznym (LCD). Niestety te są nadal dość kosztowne. Na wydajny wariant UPS-a mogą pozwolić sobie też ci, którzy jako akumulator zamierzają wykorzystać dość niedrogi akumulator samochodowy, np. jego najmniejszą wersję o pojemności rzędu 36Ah. Jest on wprawdzie dość duży i ciężki, dysponuje jednak znaczną pojemnością. W przypadku, gdy UPS będzie pracował jako stacjonarny nie ma to większego znaczenia.

W najgorszej sytuacji będą Ci, którzy „grubo” niedoszacowali elementów TR1, TR2 lub/i akumulatora. Wtedy problemu nie rozwiąże nawet w/w wariant. Konieczne będzie zaopatrzenie się w podzespoły o wystarczających parametrach i najprawdopodobniej nabycie/wykonanie większej obudowy.

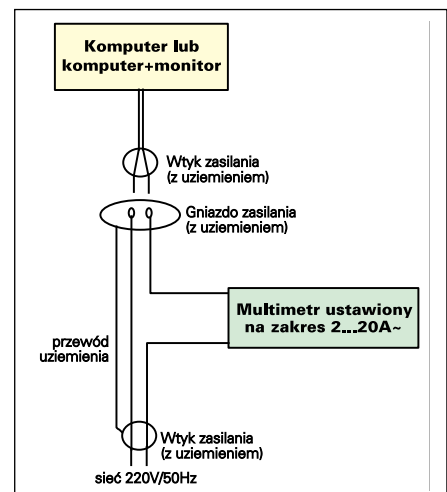
Uwagi końcowe

Jeśli obudowa nie będzie w stanie odprowadzić nadmiaru ciepła z T1, T2, trzeba zastosować większą lub/i dodatkowe radiatory. Zastosowane MOSFET-y T1, T2 charakteryzują się niską rezystancją w stanie otwarcia (0,04Ω) co pozwala na przenoszenie dużych mocy przy stosunkowo niewielkim nagrzewaniu struktury tranzystora. Maksymalnie mogą przenosić prądy do 30A. Uwzględniając pewną rezerwę i zakładając, że moc strat zostanie skutecznie odprowadzona (maksymalna temperatura złącza $T_{jmax}=150^{\circ}C$) można przyjąć, że pozwoli to na sterowanie transformatorem TR1 o mocy do 400-500W.

Jak najprościej dobrać wystarczającą moc transformatora TR1? Wystarczy w tym

celu, szeregowo z wtykiem zasilania komputera, wraz z monitorem włączyć jakikolwiek multimetr uniwersalny ustawiony na zakres pomiaru prądu zmiennego 2-20A. Otrzymany wynik z multimetru trzeba przeliczyć na moc w watach. Szacunkowo można przyjąć, że przepływ prądu (zużywanego przez zestaw komputerowy) 0,45A wymaga zastosowania jako TR2 transformatora o mocy 100W. Ze względu na wysoką sprawność i stosunkowo nieduże wymiary (oraz łatwość zamocowania) zalecam użycie transformatora toroidalnego. **Czynność pomiaru prądu powinna wykonywać doświadczona osoba dorosła** (pomocą będzie rysunek 4). Dlatego początkujący lub/i niepełnoletni powinni

Rys. 4



Wykaz elementów

R1	.....	100kΩ
C1	.....	2200μF/25V
C2	.....	47nF MKT
BR1	.....	.KBP08 (2A/800V, pionowy)
D1	.....	.LED czerwona 5-10mm
U1	.....	.stabilizator 7812 ($I_{max}=1A$), 78S12 ($I_{max}=2A$), 78T12 ($I_{max}=3A$, wtedy BR1 na 3A)
T1, T2	.....	.BUZ11(50V/30A/0,04Ω)
U2	.....	.CD4047 (MCY74047)

Pozostałe

B1, B2	.....	.2A/250V WTA-T
TR1	.....	.TST 100/35 (2x10V/5A toroid) lub inny – patrz tekst
TR2	.....	.TS 18/B1 (12V/1A) lub inny – patrz tekst
Q1	.....	.generator piezo HCM1212 lub podobny
G1	.....	.gniazdo do komputerowego kabla zasilającego (z uziemieniem)
G2	.....	.gniazdo sieciowe z bolcem uzemielającym
W1	.....	.2x10A/250V (wyłącznik z zasilacza AT lub podobny)

Akumulator 12V/7Ah (patrz tekst)
Gniazda bezpiecznikowe (wkręcane w obudowę)
Podstawka DIP14
Przewód zasilający (z uziemieniem) do komputera
REL1: R15, wersja – 4PTD 10A/250V (4 styki przełączne)
Obudowa metalowa - dobrać do wielkości zastosowanych TR1 i TR2
Gniazda i wtyki bananowe (do przyłączenia akumulatora)

poprosić o pomoc znajomego elektryka czy elektronika.

Model prototypowy zasilacza awaryjnego UPS z typami transformatorów TR1, TR2 i akumulatora jak w wykazie podzespołów był testowany do podtrzymywania zasilania komputera o następującej konfiguracji: płyta główna MVP4 (zintegrowane grafika + dźwięk + modem), procesor 6x86MX PR166, dysk twardy Seagate Medalist 6,4GB, stacja dyskietek 1,44MB, pamięć RAM 64MB/PC133, mysz, klawiatura standardowa, monitor 15" 800x600.

Pobór prądu przez komputer w w/w konfiguracji wynosił maksymalnie 0,22A (włączenie zasilania). Typowo podczas uruchamiania systemu operacyjnego Windows ME i korzystania z aplikacji tekstowo-graficznych: 0,16÷0,20A (z monitorem 0,35÷0,43A). Najnowsze komputery stacjonarne, z superszybkimi (czytaj: energochłonnymi) procesorami i kartami grafiki, będą wymagały wydajniejszego transformatora TR1. Być może okaże się konieczne zastosowanie pojemniejszego akumulatora (w modelu dla TR1=100W użyto żelowego o pojemności 7Ah), a co za tym idzie większego TR2.

Maksymalny prąd zastosowanego stabilizatora U1 wynosi, w zależności od wersji

(katalogowo) 1÷3A. Jeśli transformator TR1 będzie dysponował odpowiednią mocą, pozwoli to na naładowanie w ciągu kilkunastu-kilkudziesięciu godzin całkowicie rozładowanego akumulatora o pojemności do 15÷60Ah. W praktyce czas ten będzie dużo krótszy, gdyż akumulatory zwykle są jedynie częściowo rozładowane. Poza tym szybka reakcja użytkownika na sygnał przejścia na zasilanie awaryjne (dźwięk z generatora Q1) spowoduje jedynie niewielkie rozładowanie akumulatora przez przetwornicę UPS-a. Orientacyjne parametry transformatora TR2: napięcie wyjściowe 12÷15V mierzone pod obciążeniem prądu wynoszącego 1/10 pojemności akumulatora. Jeśli akumulator ma pojemność większą niż 20...30Ah, to należy zastosować wersję 78S12, 78T12 i odpowiednio większy TR1 dla maksymalnego prądu ładowania 2÷3A.

Dobierając akumulator bezpiecznie bę-

dzie przyjąć, aby jego pojemność nominalna była porównywalna z wielkością prądu pobieranego z sieci przez zestaw komputerowy. Minimalne wymaganie jest takie, aby pojemność akumulatora była wystarczająca do podtrzymania zasilania przez co najmniej 1-2 minuty. Tyle czasu wystarczy na zapisanie tworzonych przez nas plików i wyjście z systemu (czy „wylogowanie się”) nawet, gdy posiadamy wolny komputer.

Dariusz Knull

