

Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Lampowy wzmacniacz słuchawkowy

Projekt
080



Zaskoczeni nietypowymi rozwiązaniami zastosowanymi przez autora tego projektu nadesłany model poddaliśmy kilku testom, które przyniosły zaskakujący wynik: wbrew pozorom wzmacniacz działa! Co prawda przyjęte przez autora założenia nie należą do kanonu konstrukcji lampowo-tranzystorowych, ale ich oryginalność obudziła w nas szczerze zainteresowanie.

Wzmacniacz słuchawkowy przeznaczony jest do wbudowania w dowolne urządzenie odtwarzające HiFi, np. odtwarzacz CD lub magnetofon. Zbudowany jest z elementów łatwo dostępnych, a koszt jego wykonania nie jest wysoki.

Mimo że technologia lampowa nie jest już stosowana, to wzmacniacze lampowe wciąż znajdują zwolenników swego charakterystycznego brzmienia, a ich ceny są bardzo wysokie.

Opis działania

Schemat wzmacniacza przedstawiono na rys. 1. Zastosowałem w nim 2 lampy

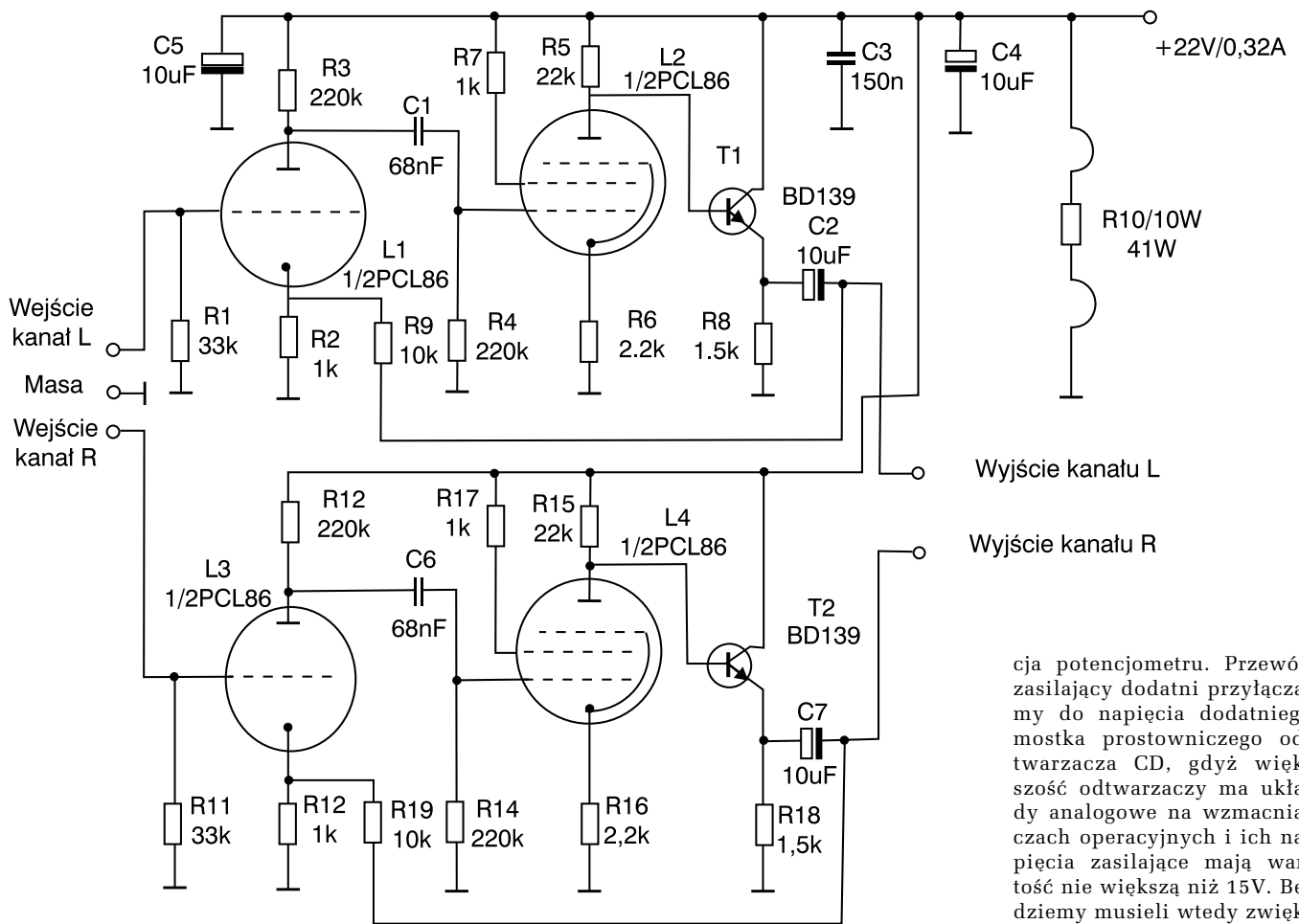
typu PCL86, natomiast w stopniu wyjściowym pracują tranzystory średniej mocy BD139. Wzmacniacz odbiega nieco budową od typowych układów, gdyż nie zawiera transformatorów końcowych i jest zasilany napięciem zaledwie 22V, w przeciwieństwie do większości lampowców, gdzie sięgają napięcia kilkuset woltów. Upraszcza to znacznie budowę, układ jest bezpieczny, no i koszty są niskie, bo nie trzeba stosować drogich transformatorów i osobnego zasilacza wysokiego napięcia.

Sygnal z odtwarzacza (np. kanału lewego) podawany jest na siatkę triody L1, będącej połówką lampy PCL86. Do wejścia przyłączony jest też rezystor R1, który ustala rezystancję wejściową na 33kΩ, wystarczająco wysoką,

by nie obciążać źródła sygnału. Ponieważ napięcie zasilania jest bardzo niskie, lampa pracuje przy napięciu siatki bliskim zeru, a to może spowodować przepływ prądu siatkowego przez ten rezystor, a w efekcie przesunięcie się punktu pracy. Dlatego nie warto zwiększać wartości tego rezystora powyżej podanej oporności. Prąd anodowy triody ustawiany jest na 40μA i zależy od jakości lampy. Napięcie z triody przez kondensator sprzęgający C1 jest podawane na siatkę drugiej połówki lampy, gdzie jest dodatkowo wzmacniane. Z anody tej lampy, poprzez tranzystor T1, wzmacniony sygnał trafia do słuchawek.

Prąd lampy L2 wynosi około 300μA i jest ustalony przez rezystor katodowy R6. Od jego wartości zależy napięcie anodowe, a tym samym punkt pracy wtórnika emiterowego T1, ponieważ baza tranzystora przyłączona jest do anody lampy bez pośrednictwa kondensatora sprzęgającego.

Z wyjścia wtórnika pobierany jest też sygnał sprzężenia zwrotnego, który przez rezystor R9 podawany jest na katodę lampy L1. Rezystor ten wraz z rezystorem R2 ustala wzmacnienie na 11V/V. Ponieważ prąd spoczynkowy wtórnika wynosi tylko 10mA można go obciążać słuchawkami o impedancji większej niż 100Ω, czyli



Rys. 1.

większością słuchawek produkowanych w kraju. W przypadku gdy nasze słuchawki mają impedancję mniejszą należy zmniejszyć wartości rezystora R8 do 750Ω, powinien mieć wtedy moc 2W. Konieczne będzie też wtedy umocowanie tranzystorów na radiatorach z blachy aluminiowej o powierzchni około 10cm². W celu uproszczenia montażu, a także z tego powodu, że zasilacz odtwarzacza, w którym zamontowałem wzmacniacz słuchawkowy nie ma napięcia odpowiedniego do wykorzystania jako napięcia zasilania, grzejniki lamp połączyłem szeregowo i poprzez rezystor R10 dołączyłem do tego samego napięcia zasilającego co resztę układu.

Nie można zastosować zamiennie lamp typu ECL86, gdyż te potrzebują napięcia o wartości 6,3V i powinny być łączone równolegle, a wtedy ich prąd obciążałby zasilacz zbyt mocno i mogłoby dojść do jego uszkodzenia.

Montaż i uruchomienie

Montaż jest prosty, gdyż całość zmontowana jest na jednej niewielkiej płytce i zasilana z wewnętrznego zasilacza odtwarzacza. Jedynie w płycie czołowej trzeba zrobić otwory pod gniazdo słuchawkowe i potencjometr regulacji siły głosu oraz zwiększyć wartość pojemności kondensatora filtrującego w zasilaczu.

Schemat blokowy montażu układu przedstawiłem na rys. 2. Podczas wierzenia otworów w płytce drukowanej pod podstawki lamp należy uważać, by lampy wchodziły w nie bez trudności, ponieważ napięcia wewnętrzne mogą spowodować ich uszkodzenie.

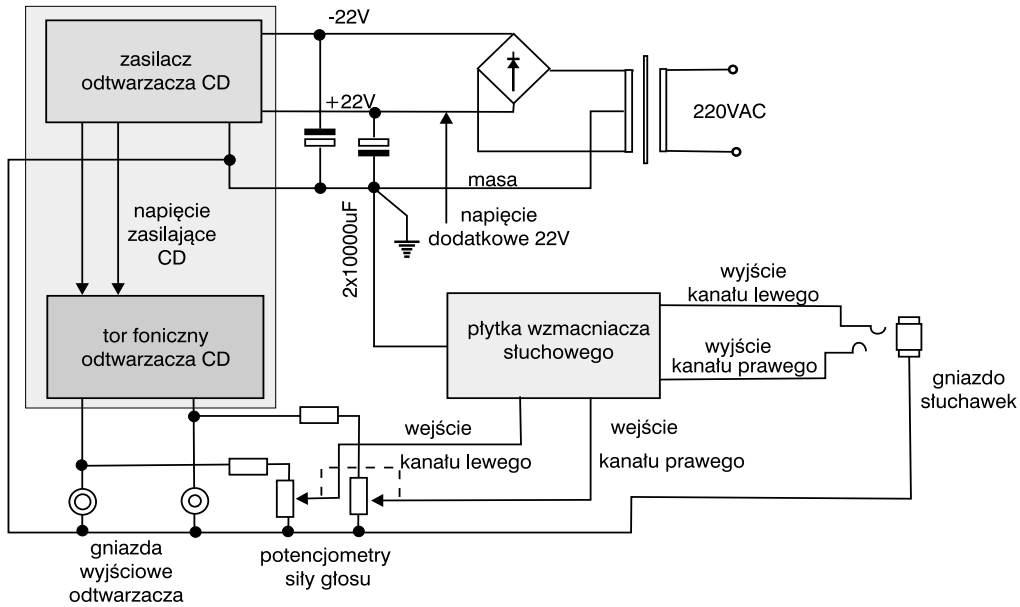
Miejsce zamontowania płytki powinno być dobrze wentylowane, bo rezystor R10 rozgrzewa się dość mocno, natomiast tranzystory wyjściowe nie mają radiatorów, gdyż ich tracona moc jest nie większa niż 0,1W. Płytkę jest połączona z odtwarzaczem 6 przewodami.

Przewody wejściowe łączymy z gniazdami wyjściowymi źródła dźwięku poprzez podwójny potencjometr (stereofoniczny) siły głosu. W niektórych przypadkach konieczne będzie włączenie między potencjometr a gniazda rezystorów szeregowych, by dostosować napięcie źródła do napięcia znamionowego wzmacniacza i impedancji słuchawek. Jeżeli wzmacniacz montujemy w magnetofonie i impedancja słuchawek jest wyższa niż 200Ω, to rezystory są zbędne, bo napięcie wyjściowe magnetofonu wynosi około 0,2V. Gdy wbudujemy go do odtwarzacza CD, rezystory te powinny być dobrane doświadczalnie tak, aby przy skręcaniu potencjometru siły głosu na minimalne tłumienie napięcie na słuchawkach pozostawało bez zniekształceń. Przykładowo, przy napięciu z odtwarzacza 2V i impedancji słuchawek 400Ω rezystor powinien mieć wartość rezystancji pięciokrotnie wyższą niż rezystan-

cja potencjometru. Przewód zasilający dodatni przyłączamy do napięcia dodatniego mostka prostowniczego odtwarzacza CD, gdyż większość odtwarzaczy ma układy analogowe na wzmacniaczach operacyjnych i ich napięcia zasilające mają wartość nie większą niż 15V. Będziemy musieli wtedy zwiększyć wartość kondensatora filtrującego do około 10000μF, by tętnienia sieciowe miały niską wartość. Może się zdarzyć, że napięcie prostownika będzie inne niż 22V, wtedy będzie trzeba zmienić wartość R10 tak, aby napięcie żarzenia na każdej lampie miało wartość 8V i nie różniło się więcej niż o 20%, gdyż wpływa to na przedłużenie czasu pracy

WYKAZ ELEMENTÓW

- Rezystory**
 R1, R11: 33kΩ/0,1W
 R2, R7, R12, R17: 1kΩ/0,1W
 R3, R13: 220kΩ/0,1W
 R5, R15: 22kΩ/0,1W
 R6, R16: 2,2kΩ/0,1W
 R9, R19: 220kΩ/0,1W
 R8, R18: 1,5kΩ/1W
 R10: 41Ω/10W
- Kondensatory**
 C1, C6: 68nF/65F
 C2, C4, C5, C7: 10μF/35V
 C3: 150nF/65V
- Lampy**
 2xPCL86
- Tranzystory**
 2xBD139



Rys. 2.

lamp. Jeżeli napięcia na emiterach tranzystorów wyjściowych będą inne niż 15V, wtedy należy zmienić rezystor R6. Po zamontowaniu wzmacniacza i włączeniu zasilania przez około pół minuty lampy się rozgrzewają, dlatego też napięcia na emiterach tranzystorów w pierwszej chwili będą takie same jak napięcie zasilające. Nie należy się tym przejmować, bo wyjścia są odseparowane kondensatorami i słuchawkom nic nie grozi.
Piotr Maćkowski

Uwaga! Podczas testów w redakcyjnym laboratorium okazało się, że wzmacniacz pracuje poprawnie tylko w zakresie sygnałów o małych amplitudach, rzędu 30..100mV.

Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Uniwersalny terminal szeregowy z klawiaturą, część 2

W drugiej części artykułu autor kończy opis budowy terminala. Szczegółowo omawia także oprogramowanie sterujące jego pracą.



Na rys. 4 przedstawiono schemat ideowy monitora LCD. Dla rozróżnienia, identyfikatory elementów na schemacie monitora poprzedzono literą „M”. Wyświetlacz LCD (MU1) został dodatkowo „obudowany” układami scalonymi MU2 i MU3A, by zapewnić buforowanie linii danych oraz umożliwić konwersję sygnałów sterujących z magistrali „Intel” (mikroprocesor) na „Motorola” (sterownik wyświetlacza). Wykorzystałem tutaj - moim zdaniem jedno z najprostszych rozwiązań. Z przeprowadzonych testów wynika, że monitor LCD dołączony do magistrali adresowej/danych mikroprocesora AT89C55 pracuje bez zarzutu z zegarem 24MHz na kablu o długości około 0,6m. Monitor jest zasilany z jednostki centralnej poprzez złącze MP1. Jako źródło ujemnego napięcia dla wyświetlacza (VEE) zastosowałem również proste i tanie rozwiązanie - układ MU4 (MAX232). Układ ten po dołączeniu wejścia T1IN (nóżka nr 11) do +5V daje na wyjściu RS1OUT (nóżka 14) napięcie około -9V, co okazało się zupełnie wystarczającą wartością dla wyświetlacza LM6061SYE. Napięcie VEE (według danych katalogo-

wych wyświetlacza) powinno pojawić się z opóźnieniem w stosunku do napięcia VCC. W tym celu zastosowano obwód RC (MR5 i MC6). Brak obwodu opóźniającego powoduje niepoprawną inicjalizację wyświetlacza przy włączaniu napięcia zasilającego i może doprowadzić do jego uszkodzenia. Rezystor MR3 i kondensator MC5 pracują w układzie zerowania wyświetlacza. Należy pamiętać, by sygnał zerowania wyświetlacza wystąpił szybciej niż procesora jednostki centralnej (większe wartości rezystancji i pojemności w obwodzie zerującym mikroprocesora U2). Do regulacji kontrastu zastosowałem potencjometr MPR1 w połączeniu z rezystorem MR2. Rezystor MR2 zastosowano w celu zmniejszenia wrażliwości wyświetlacza na regulację kontrastu potencjometrem MPR1. Na kabel połączeniowy (ekranowany) nałożyłem dodatkowo specjalne dławiki (perełki ferrytowe) celem eliminacji niepożądanych zakłóceń generowanych przez magistralę łączącą mikroprocesor z wyświetlaczem LCD. Nie są one jednak konieczne do prawidłowego działania urządzenia. Wyświetlacz oraz płytka bazową monitora umieściłem w typowej plasti-

kowej obudowie (po wycięciu odpowiednich otworów na kabel połączeniowy, ekran LCD oraz potencjometr regulacji kontrastu). Monitor ten został wydzielony w urządzeniu jako odrębny moduł z kilku powodów. Po pierwsze, ceny wyświetlaczy graficzno-znakowych są stosunkowo wysokie, a wydzielony monitor można wykorzystywać również w innych aplikacjach. Po drugie, urządzenie z małym, estetycznym monitorem jest bardziej uniwersalne i praktyczne. Można go zawiesić lub zamocować na stojaku w najdogodniejszym miejscu. Po trzecie, można łatwo zmieniać i rozbudowywać jednostkę centralną terminala bez konieczności przeróbek i narażania na uszkodzenie wyświetlacza LCD. Podstawowym trybem pracy monitora (wyświetlacza LCD) jest tryb tekstowy, który umożliwi wyświetlenie maksymalnie 8 linii po 40 znaków. Monitor posiada 2kB (2048 znaków) pamięci ekranu (jednorazowo na ekranie może się pojawić 8*40 = 320 znaków). Tym samym uzyskuje się maksymalnie 51 linii po 40 znaków, z czego jednocześnie widocznych jest 8 linii. Program terminala korzysta prawie z całego obszaru pa-

mięci ekranu (za wyjątkiem ośmiu ostatnich bajtów). Dzięki wykorzystaniu pamięci ekranu uniknąłem stosowania dodatkowej (zewnętrznej) pamięci RAM mikroprocesora na potrzeby przewijania treści ekranu. Kursor monitora (po zapisaniu całego wyświetlacza) przesuwa się z ostatniego znaku ostatniej linii (widocznej na ekranie) na następną (dziewiątą - niewidoczną linię). Aby ta linia stała się widzialna, program obsługi wyświetlacza przesuwa adres początku wyświetlania zawartości pamięci ekranu o wartość 40 (jedna linia). Tak dzieje się aż do momentu, gdy kursor znajdzie się w ostatniej - 51 linii monitora. Tu odbywa się przeskok na linię numer 1. Opisany proces ma miejsce w przypadku normalnego pisania na klawiaturze - pojawiający się na ekranie znak powoduje inkrementację pozycji kursora. W przypadku naciśnięcia jednego z podanych niżej klawiszy odbywa się wykonanie odpowiedniej czynności:

- „Enter“ - powoduje przejście do początku następnej linii (z przewijaniem po dościciu do końca ekranu) lub przejście do linii pierwszej (tu następuje czyszczenie zawartości pamięci ekranu), gdy kursor osiągnął już koniec ostatniej linii,
- „Back Space“ - powoduje skasowanie poprzednio wpisanego znaku (w linii), nie następuje natomiast przejście do poprzedniej linii (jeśli kursor był na początku jakiejś linii i naciśnięto ten klawisz),
- „Tab“ - powoduje przesunięcie kursora o 5 znaków w linii lub skok na koniec linii, gdy liczba pozostałych w tej linii pozycji jest mniejsza lub równa 5,
- „Delete“ - kasuje znak, na którym znajduje się kursor (bez przesuwania znaków znajdujących się za bieżącym znakiem),
- „Home“ - powoduje skok do początku bieżącej linii,
- „End“ - powoduje skok na koniec bieżącej linii,
- „PgUp“ - powoduje skok o jeden „ekran“ (8 linii) w górę lub na początek linii pierwszej, gdy kursor znajduje się na obszarze ekranu, który nie uległ wcześniejszemu przewijaniu,
- „PgDn“ - powoduje skok o jeden „ekran“ w dół lub

na początek linii pierwszej, gdy kursor znajduje się w liniach od 42 do 51 (bez kasowania zawartości pamięci ekranu),

- „Kursor Lewy“ - powoduje przesunięcie kursora o 1 pozycję w lewo w bieżącej linii, jeśli kursor nie znajduje się na początku linii,
- „Kursor Prawy“ - powoduje przesunięcie kursora o 1 pozycję w prawo w bieżącej linii, jeśli kursor nie znajduje się na końcu linii,
- „Kursor w Górę“ - powoduje przesunięcie kursora o 1 linię w górę lub przewinięcie ekranu o jedną linię w górę w przypadku, gdy nastąpiło wcześniejsze przewijanie ekranu w dół,
- „Kursor w Dół“ - powoduje przesunięcie kursora o 1 linię w dół (z przewijaniem ekranu) lub przejście do linii pierwszej, gdy kursor „przekroczy“ ostatnią linię.

Przekroczenie ostatniej linii innym sposobem niż za pomocą klawiszy „PgDn“ lub „Kursor w Dół“ powoduje wykasowanie całej zawartości pamięci ekranu (np. przejście klawiszem „Enter“ z linii 51 do 1), dlatego też dla przeglądania zawartości ekranu najlepiej jest stosować klawisze kursorowe oraz klawisze „PgUp“ i „PgDn“.

Oprogramowanie

Program terminalowy można podzielić na następujące części: procedury podstawowe (odpowiadające za komunikację z klawiaturą, monitorem, układem RTC oraz obsługę portu szeregowego), interpreter rozkazów oraz procedury wykonywane na podstawie rozpoznanego rozkazu. Po włączeniu zasilania następuje wstępne ustawienie parametrów pracy terminala (wywołanie procedur podstawowych). Po zainicjowaniu parametrów łącza szeregowego i procedur obsługi przerwań następuje test działania wyświetlacza w trybie graficznym polegający na zapisaniu do pamięci ekranu wartości „1“ - zapalenie wszystkich pikseli, a następnie ich wygaszenie. Później wyświetlacz zostaje ustawiony w tryb tekstowy, odbywa się test klawiatury (komunikat na monitorze i mrugnięcie kontrolki klawiatury) i następuje „wejście“ terminala w tryb „interpretacja rozkazów“ (pętla główna). Interpreter rozkazów

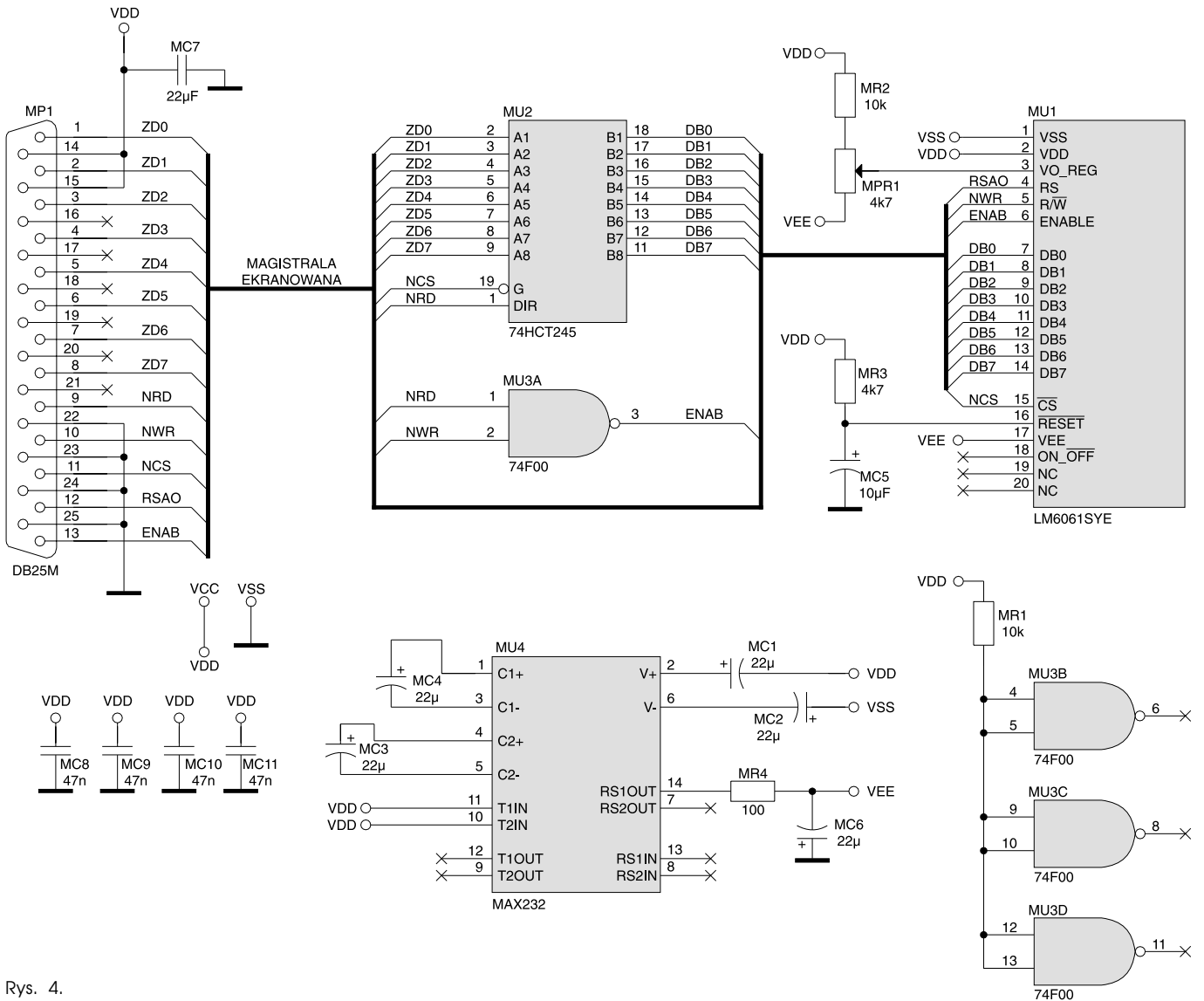
zajmuje się obsługą pętli głównej programu - wywołuje procedurę odpowiadającą za zbieranie kolejnych znaków rozkazu oraz wywoływaniem procedury obsługi alarmu jeśli wystąpił. Wciśnięcie jakiegokolwiek klawisza z wyjątkiem klawiszy: „Shift“, „Alt“, „Ctrl“, „Back Space“, „Enter“, „Caps Lock“, „Num Lock“, „Print Screen“, „Scroll Lock“, „Pause“, „Home“, „End“, „PgUp“, „PgDn“, kursorów oraz klawiszy funkcyjnych (F1..F12) powoduje wpisanie kodu (ASCII) tego klawisza do bufora rozkazów. Każdy następny znak jest również wpisywany do tego bufora aż do momentu jego zapełnienia lub wciśnięcia klawisza „Enter“. Bufor rozkazów ma rozmiar 16 bajtów. Po wpisaniu takiej liczby znaków rozkaz zostaje automatycznie zinterpretowany. Opisana sytuacja normalnie nie powinna mieć miejsca (zapobiega preadresowaniu tablicy przy wprowadzaniu rozkazu) - zwykle każdy rozkaz należy zakończyć klawiszem „Enter“ i wtedy odbywa się jego interpretacja. Użycie klawisza „Back Space“ podczas wprowadzania rozkazów powoduje usunięcie z kolejki rozkazów (i z ekranu) znaku przed kursorem, co umożliwia wprowadzanie poprawek w czasie wydawania rozkazów. Użycie kursora w celu przesunięcia w lewo i nadpisanie poprzedniego znaku nie spowoduje zamazania znaku w kolejce rozkazów. Interpretacja rozkazu polega na skoku do odpowiedniej procedury obsługi wpisanego rozkazu.

Lista dostępnych poleceń (wciśnięcie klawisza funkcyjnego F1 powoduje wypisanie listy poleceń na ekranie monitora LCD) jest następująca:

- „alarm“ - wpisanie polecenia lub wciśnięcie klawisza **F3** powoduje wyświetlenie ustawień związanych z alarmem. Jeśli poprzednio alarm nie był ustawiony, na ekranie zostanie wypisany komunikat: „Alarm nieaktywny!“ z możliwością wpisania godzin, minut i sekund nowego alarmu. Wciśnięcie samego klawisza „Enter“ powoduje rezygnację z wpisania nowego alarmu. W przypadku, gdy alarm był wcześniej ustawiony pojawia się dokładny czas, kiedy się wywoła (również z możliwością wprowadzenia nowego alar-

mu). Wywołanie alarmu (zgłoszenie przerwania z układu PCF8583P) powoduje naprzemienne włączenie i wyłączenie generatora akustycznego, aż do momentu wciśnięcia np. klawisza „Enter“. Dodatkowo następuje zanegowanie linii portu P1.3 (ALARM). Linia ta może być wykorzystana dowolnie (np. sterowanie przekaźnika), gdyż można programować jej stan przed włączeniem alarmu (rozka-zy: „ustawal“ i „zerujal“). Ustawienie bądź wyzerowanie linii ALARM ma bardzo duże znaczenie i jest zależne od funkcji realizowanej przez klucz Q2.

- „cls“ - powoduje wyczyszczenie zawartości pamięci ekranu oraz skok do jego górnego lewego rogu (początku pierwszej linii). Wartości wszystkich zmiennych skojarzone z ekranem zostają wyzerowane.
- „czas“ lub „time“ - powoduje wypisanie na ekranie czasu według następującego formatu: *Godziny:Minuty:Sekundy*. Możliwe jest wprowadzenie nowego czasu wg podanego formatu. Podobnie jak w przypadku alarmu, wciśnięcie samego klawisza „Enter“ powoduje rezygnację z wpisania nowego czasu. Jeśli czas zostanie podany w niewłaściwym formacie lub zakres godzin, minut, sekund będzie wykraczał poza dopuszczalne wartości, zostanie wypisany odpowiedni komunikat. Czas należy podawać w formacie 24-godzinnym.
- „data“ lub „date“ - powoduje wypisanie na ekranie daty wg następującego formatu: Dzień tygodnia, Dzień miesiąca, Miesiąc, Rok. Możliwe jest wprowadzenie nowej daty wg podanego formatu. Podobnie jak w przypadku alarmu, wciśnięcie samego klawisza „Enter“ powoduje rezygnację z wpisania nowej daty. Jeśli data zostanie podana w niewłaściwym formacie lub zakres dni, miesięcy, lat będzie wykraczał poza dopuszczalne wartości, zostanie wypisany odpowiedni komunikat.
- „dzien“ lub „day“ - umożliwia wprowadzenie aktualnego dnia tygodnia (tolerowane są wartości od 0 - Niedziela do 6 - Sobota).



Rys. 4.

- „**klnorm**“ - powoduje ustawienie domyślnych (rozkaz klawiatury o kodzie = 0xF6) wartości opóźnienia pomiędzy nadawanymi z klawiatury (częstotliwość repetycji) znakami oraz okresu powtórzeń nadawania kodu klawisza, gdy jest cały czas wciśnięty.
- „**klszybk**“ - ustawia (rozkaz klawiatury o kodzie = F3h) najkrótszy możliwy okres repetycji.
- „**klwoln**“ - ustawia (rozkaz klawiatury o kodzie = F3h) najdłuższy możliwy okres repetycji.
- „**kody**“ lub „**codes**“ - powoduje przejście terminala w tryb wyświetlania wszystkich kodów (wciśnięcia i zwolnienia) przesyłanych z klawiatury do jednostki centralnej (wyświetlanie kodów odbywa się w postaci szesnastkowej). Rozkaz ten umożliwia proste i szybkie rozpoznanie kodów wszystkich klawiszy np. w nietypowych klawiaturach. Wyjście z podprogramu realizującego tę funkcję odbywa się poprzez naciśnięcie klawisza „Esc“ i zostaje potwierdzone komunikatem „O.K.“.
- „**petla wl**“ lub „**loop on**“ lub klawisz funkcyjny **F6** - powoduje zamknięcie pętli układu obsługi łącza szeregowego pracującego w trybie RS485 (U4). Zamknięcie pętli może być stosowane dla celów diagnostycznych lub sprawdzania czy nie wystąpił konflikt na współdzielonej magistrali RS 485 podczas wysyłania znaku.
- „**petla wyl**“ lub „**loop off**“ lub klawisz funkcyjny **F7** - powoduje otwarcie pętli układu obsługi łącza szeregowego pracującego w trybie RS 485.
- „**szybkosc**“ lub „**speed**“ lub klawisz funkcyjny **F5** - umożliwia wyświetlenie aktualnych parametrów pracy łącza szeregowego (częstotliwość rezonatora kwarcowego mikroprocesora i szybkość transmisji) oraz wprowadzenie nowych ustawień tych parametrów. Procedura ustawiająca szybkość sprawdza wartość częstotliwości podanego rezonatora kwarcowego: w przypadku, gdy częstotliwość pracy będzie równa 11059000Hz, do taktowania portu szeregowego zostanie automatycznie wybrany licznik/czasomierz T1 mikroprocesora. Jeśli częstotliwość rezonatora kwarcowego jest różna od 11059000Hz, do taktowania portu szeregowego zostanie automatycznie wybrany licznik/czasomierz T2.
- „**lszybkosc**“ lub „**lspeed**“ - ładuje z pamięci programu do pamięci konfiguracji (RTC) domyślne wartości ustawień dla portu szeregowego (częstotliwość rezonatora=24000000, szybkość=2400b/s). Zapis tych ustawień do procesora wymaga wywołania dodatkowo polecenia „szybkosc“ i zatwierdzenia wartości wyświetlanych parametrów.
- „**modem**“ - przejście urządzenia w tryb współpracy z modemem FSK (ang. *Frequency Shift Keying*), np. układem TCM3105. Wymagane jest ustawienie (lub potwierdzenie) wartości parametrów pracy modemu FSK (maksymalna szybkość transmisji). Modem może współpracować np. z radiotelefonem VHF/UHF. Do sterowania nadajnika (PTT) można wykorzystać klucz Q3 sterowany linią T0 mikroprocesora (kolektor tranzystora Q3 - pin nr 7 złącówki P1). Linia T0 zmie-

nia swój stan na „1“ w momencie naciśnięcia klawisza w trybie pracy „modem“. Stan linii utrzymuje się przez około 1,2 sekundy (dla zegara 24MHz) od naciśnięcia klawisza. W przypadku ciągłego pisania (odstęp pomiędzy kolejnym wciskaniem klawiszy <1,2s) linia T0 będzie podtrzymywana w stanie „1“ utrzymując klucz Q3 w stanie przewodzenia. Włączenie PTT sygnalizowane jest zieloną diodą LED (D4). W momencie, gdy użytkownik przestanie nadawać (pisać), radiotelefon przejdzie w tryb nasłuchu (odbiór informacji z modemu). Interpretacja znaków z klawiatury i przychodzących z zewnątrz jest taka sama jak w przypadkach „**term232**“ i „**term485**“.

Wyjście z tego trybu pracy odbywa się przez naciśnięcie klawisza „Esc“.

- „**term232**“ lub „**term485**“ - wpisanie tych poleceń powoduje wywołanie programu ustawiającego szybkość transmisji. Po zatwierdzeniu lub wpisaniu nowych wartości dotyczących szybkości transmisji zostaje wyświetlony komunikat „O.K.“. Urządzenie przechodzi w tryb pracy podobny do programu „Terminal Emulator“ w nakładce „Norton Commander“. Od tej chwili znaki z klawiatury, oprócz wyświetlenia na monitorze, pojawiają się również na wyjściu łącza szeregowego (TXD), a po konwersji na odpowiednie poziomy napięcie (RS 232 lub RS 485) zostają wysłane do innych urządzeń (komputerów, terminali czy urządzeń testowanych). Oprócz standardowych znaków (cyfr, liter alfabetu itp.), przesyłane są również kody klawiszy sterujących takich jak „Enter“ (czyli „powrót karetki“) oraz „Back Space“. W przypadku, gdy na wejściu RXD mikroprocesora pojawia się informacja pochodząca od innego urządzenia - trafia ona znak po znaku na monitor terminala. Przychodzące z linii kody sterujące takie jak „Enter“ czy „Back Space“ są obsługiwane tak samo, jakby pochodziły z lokalnej klawiatury. Szybkość z jaką następuje wysyłanie i odbieranie znaków jest ustalana przez wywołanie wymienionych wcześniej

rozkazów. Rozkazy takie są przyjmowane tylko w trybie „interpretera rozkazów“. W dowolnej chwili wciskając np. klawisz F5 można zmienić szybkość transmisji. Do sprawdzenia czy znaki, które wpisujemy z klawiatury pojawiają się na wyjściu (tylko RS485), możliwe jest „programowe“ zapięcie pętli na wyjściu bufora ADM485JN (U4). W ten sposób można sprawdzić np. czy linie wyjściowe nie zostały zwarte. Gdy nadaje więcej urządzeń na linii RS 485, można w prosty sposób rozpoznać czy nie wystąpił konflikt - czyli równoczesne wysłanie znaku przez 2 lub więcej nadajników na łącze RS 485. Terminal po nadaniu pojedynczego znaku ustawia swój nadajnik w stan wysokiej impedancji (linia DE układu scalonego U4), umożliwiając w ten sposób nadawanie innym terminalom. Wyjście z trybu „terminal“ do trybu „interpreta rozkazów“ odbywa się po naciśnięciu klawisza „Esc“ i zostaje potwierdzone komunikatem „O.K.“.

- „**ustawal**“ - powoduje ustawienie linii P1.2 (ALARM); wywołanie alarmu powoduje wyzerowanie tej linii.
- „**zerujal**“ - powoduje wyzerowanie linii P1.2 (ALARM); wywołanie alarmu powoduje ustawienie tej linii.

Należy pamiętać, że polecenia są rozpoznawane prawidłowo tylko wtedy, gdy są wprowadzane za pomocą małych liter. Niepoprawnie wprowadzone polecenie powoduje wypisanie na ekranie odpowiedniego komunikatu. W trybach pracy „modem“, „term232“, „term485“ nie są obsługiwane rozkazy (tylko klawisze funkcyjne, którym przypisano jakąś funkcję). Znacznik zgłoszonego alarmu (a tym samym podjęcie odpowiednich czynności) jest przeglądany tylko w trybie „interpreta rozkazów“, dlatego też należy pamiętać, by urządzenie zostało przełączone w ten tryb (wyjście z trybu „terminal“).

Montaż

Jednostka centralna oraz monitor LCD zostały zmontowane na płytkach uniwersalnych, gdyż oba układy nie są zbyt skomplikowane. Wszystkie układy scalone zalecam umieścić w podstawkach. Nie w każdym zastoso-

waniu będzie potrzebne montowanie układów obsługi RS232 czy RS485. Możliwe jest również opcjonalne montowanie klucza Q2 (lub zastosowanie innego obwodu sterującego). Mikroprocesor steruje tylko linią „ALARM“, a interpretacja jest już zależna od aplikacji użytkownika. Jako złącza klawiatury można także użyć gniazda stosowanego w płytach głównych PC AT. Zastosowałem złącze PS/2 ze względu na mniejszy rozmiar oraz większą popularność klawiatur z tym złączem. Podczas montażu jednostki centralnej należy pamiętać, aby złącze P2 umieścić jak najbliżej magistrali procesora U2. Konieczne jest również podwieszenie linii portu P1 (drabinka DR3) i P3 (drabinka DR4). W celu łatwej wymiany zaleca się umieścić rezonator Y1 w podstawce (mogą to być po prostu 2 piny z podstawki typu „gold“) lub zastosować „zworkę wybierającą“ odpowiedni rezonator. Urządzenie nie pracuje poprawnie z rezonatorami o częstotliwości poniżej 8 MHz (występują problemy z odbiorem znaków z klawiatury).

Przy montażu obwodów monitora LCD zaleca się stosowanie jak najkrótszych połączeń. Przewód połączeniowy z jednostką centralną powinien być bezwzględnie ekranowany i nie powinien przekraczać długości 0,6m. Układ scalony MU3 powinien być z serii „Fast“ (74F00). Nóżki nie wykorzystanych bramek (B, C, D) układu MU3 należy podwiesić przez rezystor 10k do +5V. Przetwornica napięcia MU4 (MAX232) może być zastąpiona dowolnym źródłem napięcia o wartości z przedziału -9V do -15V. Nie należy podłączać układu monitora LCD do napięcia zasilającego bez ustawienia jego parametrów przez jednostkę centralną. Podłączenie napięcia (dotyczy to napięcia VEE) zasilającego dla matrycy bez inicjalizacji parametrów wyświetlacza może spowodować jej uszkodzenie.

Uruchomienie

Po zmontowaniu układu (jednostki centralnej i monitora LCD) należy sprawdzić czy nie ma zwarców w układzie - najważniejsze jest sprawdzenie rezystancji pomiędzy Vcc (Vdd) i GND (Vss). Wartość rezystancji pomiędzy Vcc i GND (po naładowaniu się

kondensatorów) powinna być większa od 1kΩ (rezystancja podana wyłącznie dla orientacji - może być zależna od parametrów układów scalonych, kondensatorów oraz omomierza). Po sprawdzeniu czy nie ma zwarców w układzie, można dołączyć napięcie zasilające na końcówki zasilające poszczególnych układów. Powinno ono być zbliżone do wartości +5V oraz powinna świecić się czerwona dioda LED (D6). Należy również sprawdzić wartość napięcia (+5V) pomiędzy nóżkami 22, 23, 24, 25 (masa) a 14 i 15 (zasilanie dla monitora LCD). Następnie należy umieścić poszczególne układy w podstawkach (oczywiście przy wyłączonym zasilaniu), dołączyć monitor do złącza P2 jednostki centralnej i klawiaturę do złącza J1. Potencjometr MPR1 należy ustawić w pozycji środkowej. Trzeba także pamiętać o wcześniejszym zaprogramowaniu mikroprocesora U2 (kod programu dla AT89C55 w postaci binarnej - dostępny poprzez redakcję EP). Następnie ponownie włączamy napięcie zasilające. Potencjometrem MPR1 należy ustawić odpowiedni kontrast wyświetlacza LCD. Urządzenie po samoczynnym wyzerowaniu powinno wykonać test wyświetlacza LCD i klawiatury (sygnalizacja kontrolki LED na klawiaturze). W przypadku poprawnej komunikacji z klawiaturą zostanie wyświetlony komunikat „Test klawiatury“ i „... O.K.“. W przeciwnym przypadku nie zostanie wyświetlony komunikat „... O.K.“ i nastąpi zatrzymanie pracy programu. Po poprawnym teście klawiatury terminal powinien przejść w tryb „interpreta rozkazów“ i powinno się cyklicznie (co 1 s) pojawiać przerwanie od alarmu. Po wyskalowaniu RTC (patrz opis RTC i pamięci konfiguracji) należy ustawić odpowiedni czas, datę i próbną alarm. Po takich ustawieniach układ RTC powinien przestać generować cyklicznie przerwania. Kolejną czynnością jest zapis pamięci konfiguracji. W tym celu należy wywołać rozkaz „**lszybkosc**“ lub „**lspeed**“, który zapisuje w pamięci konfiguracji domyślne ustawienia pobrane z pamięci programu. Zatwierdzenie lub zmianę tych parametrów można wykonać wprowadzając rozkaz

„szybkosc“ lub „speed“. Teraz należy wyłączyć i ponownie włączyć urządzenie. Jeśli urządzenie nie generuje przeobrażeń pochodzących od alarmu oraz pamięta ustawienia czasu, daty oraz parametry transmisji, należy założyć, że RTC współpracuje prawidłowo z obwodem podtrzymania pamięci. Sprawdzenia czy poprawnie funkcjonują układy transmisji szeregowy należy dokonać w następujący sposób:

- **Terminal RS 232** - połączyć (przy wyłączonym zasilaniu) jednostkę centralną terminala z komputerem PC (np. przez port szeregowy COM 1) za pomocą kabła dla RS 232 (końcówki 2, 3, 5 łączówki P1). Zamiast komputera można oczywiście wykorzystać „bliźniaczy terminal“. Włączyć terminal szeregowy i komputer. W terminalu wywołać rozkaz „**term232**“ i nacisnąć klawisz „Enter“, zatwierdzić lub wprowadzić nową częstotliwość zastosowanego rezonatora kwarcowego w [Hz] np. 24000000. Wprowadzić szybkość transmisji np. 2400. Terminal wypisze na ekranie obliczoną (możliwą do uzyskania) szybkość transmisji BD (dla podanych wartości wyliczona szybkość BD = 2403b/s) i komunikat O.K. (oznaczający, że terminal RS232 jest gotowy do pracy). Jeśli dysponujemy drugim terminalem, należy w nim ustawić takie same parametry i wykonać próbę nadawania i odbierania znaków z klawiatury po RS232. W przypadku, gdy do terminala podłączony jest komputer PC, należy w nim wywołać dowolny program termina-

lowy. Przy próbach korzystałem z anglojęzycznej wersji programu „*Norton Commander*“ (w wersji 5.0). Znaki wprowadzone w komputerze powinny pojawiać się na ekranie terminala i odwrotnie. Zamiast drugiego terminala (komputera) do testu można wykorzystać pętlę (połączenie pinów 2 i 3 w łączówce P1).

- **Terminal RS485** - do testu należy wywołać rozkaz „**term485**“, ustawić parametry pracy portu i włączyć pętlę testową (rozkaz „pętla w1“ lub klawisz „F6“). Wpisane znaki powinny zwrotnie pojawiać się (po raz drugi) na monitorze LCD.

- **Modem** - należy wywołać rozkaz „**modem**“, ustawić parametry pracy portu i połączyć nóżkę 1 z 4 łączówki P1 (zamknięcie pętli). Efekt powinien być podobny do pętli w trybach RS 485 i RS 232. Każdemu wysyланemu znakowi powinno towarzyszyć napięcie około 0V (PTT) na nóżce 7 łączówki P1 (sygnalizacja aktywności - świecenie diody D4). Interfejs ten można wykorzystać dowolnie w zależności od potrzeb.

Nie rozwiązane problemy

Opisywane urządzenie jest usprawniane przeze mnie w miarę wykrywania usterek. W oprogramowaniu terminala zrezygnowałem z wielu zabezpieczeń, przede wszystkim ze względu na oszczędność pamięci programu oraz pamięci danych. Do tego typu niedociągnięć można zaliczyć kłopoty przy ustawianiu szybkości transmisji - użytkownik musi być świadomy tego co ustawia. Dla przykładu, ter-

minal pozwala na wprowadzenie szybkości transmisji równej 115200b/s przy częstotliwości 11059000Hz, lecz wyliczone wartości pokazują, że nie można ustawić takiej szybkości transmisji (z podanym rezonatorem kwarcowym). W przypadku, gdy wyliczona szybkość transmisji w dużym stopniu odbiega od zamierzonej, może dochodzić do błędów podczas transmisji danych (nie dotyczy sytuacji, gdy po obu stronach łącza szeregowego znajdują się terminale z parametrami ustawionymi w ten sam sposób).

Kolejnym problemem jest obsługa niektórych klawiszy. Nie wszystkie kody klawiszy są „tłumaczone“ (oraz wyświetlane) w programie, lecz mimo to ich kody trafiają do kolejki rozkazów. Dotyczy to przede wszystkim takich klawiszy jak „Esc“, „Scroll Lock“ oraz klawiszy funkcyjnych. W przypadku np. klawisza „Ins“, z tzw. klawiatury rozszerzonej, wprowadzony zostaje znak „0“ (przy włączonej klawiaturze numerycznej).

Aktualną datę w RTC należy wprowadzać co 4 lata, gdyż funkcja wyświetlająca korzysta z wartości (tysiąclecie, stulecie, dziesięciolecie i rok) zapisanych w podtrzymywanej pamięci RAM - kalendarz w PCF8583 działa modulo 4 lata. Program musi więc pamiętać np. część dekad (pierwsze 4 lata, drugie 4 lata, pierwsze dziesięciolecie itd.). Wprowadzenie aktualnej daty nie spowoduje ustawienia odpowiedniego dnia tygodnia - należy go niezależnie ustawić rozkazem „**dzien**“ lub „**day**“.

Nie wykonywałem prób z innymi modelami wyświet-

WYKAZ ELEMENTÓW

Monitor LCD

Rezystory

MR1, MR2: 10kΩ
MR3: 4,7kΩ
MR4: 100Ω

Kondensatory

MC1..MC4, MC6, MC7:
22μF/16V (tantalowy)
MC5: 10μF/16V (tantalowy)
MC8..MC11: 47nF

Półprzewodniki

MU1: wyświetlacz LCD graficzno-znakowy LM6061SYE (240 x 64)
MU2: 74HCT245
MU3: 74F00
MU4: MAX232

Różne

MPR1: 4,7kΩ (potencjometr)
MP1: złącze DB25M (męskie)

laczy LCD za wyjątkiem opisywanego w artykule i nie daję gwarancji, że urządzenie będzie współpracowało z nimi prawidłowo. Zastosowanie wyświetlacza np. o większej liczbie wyświetlanych linii wiąże się ze zmianami w oprogramowaniu terminala.

Po sprawdzeniu działania wszystkich trybów pracy, terminala szeregowego można już używać jako niezależnego sterownika urządzeń w domu (konfiguracja typu punkt-wielopunkt z wykorzystaniem RS485), radiowego terminala komunikacyjnego (np. z wykorzystaniem interfejsu modemowego) czy też innego urządzenia w Waszym laboratorium. Wszelkie zapytania, spostrzeżenia i komentarze dotyczące opisywanego urządzenia proszę kierować na adres e-mail: andi@atr.bydgoszcz.pl.
Andrzej Urbanowicz