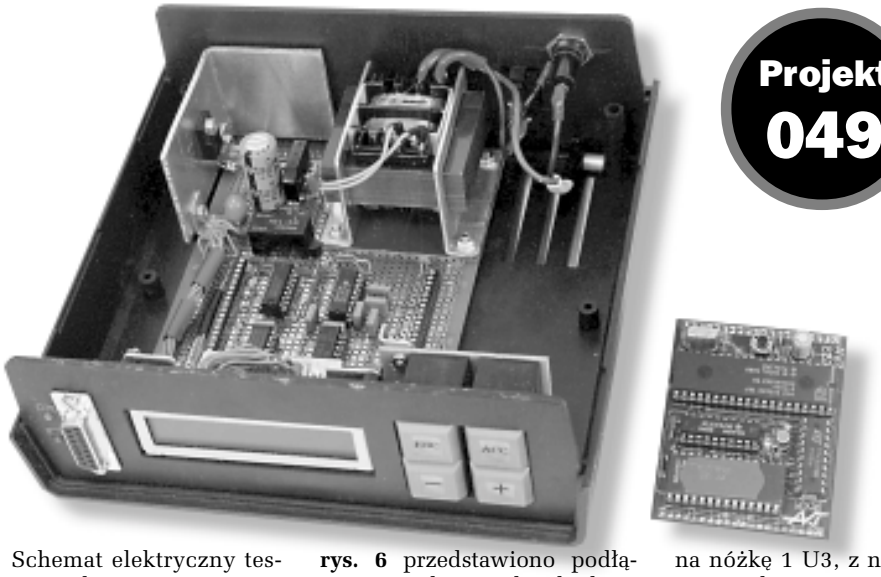
Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

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 200,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przysyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.*

Tester łącza RS-232

Projekt 049

Prosta budowa i łatwa obsługa łącza szeregowego spowodowała, że stało się bardzo popularne i jest często stosowane do wymiany informacji w systemach cyfrowych. Producenci popularnych mikrokontrolerów wykorzystali to i wbudowali w mikrokontrolery porty szeregowe, co znacznie uprościło programową obsługę transmisji. Pomimo tak wielu zalet konstruktorzy napotykają pewne trudności przy projektowaniu i uruchamianiu urządzeń z łączem szeregowym. Polegają one na braku możliwości łatwej kontroli jakości transmisji. Można ją zweryfikować wykorzystując port szeregowy PC-ta lub za pomocą oscyloskopu cyfrowego. Można też użyć opisanego w artykule testera.



Schemat elektryczny testera przedstawiono na **rys. 1**. Ponieważ wymiana informacji w wielu przypadkach odbywa się w dwóch kierunkach, np. w sekwencji: polecenie/potwierdzenie wykonania polecenia, niezbędne jest, aby tester był „przezroczysty“ dla urządzeń wymieniających informacje. Żeby było to możliwe, nadawana informacja wchodzi do układów testera i jednocześnie jest kierowana do odbiornika, tak jak pokazano to na **rys. 2**.

Bufory separują układy testera od wejścia i wyjścia i zapobiegają nadmiernemu obciążeniu linii wejściowej. Na **rys. 3** i **4** pokazano, jak przykładowo można podłączyć tester do dwu urządzeń wymieniających ze sobą informację łączem szeregowym. Ponieważ oprócz linii RxD i TxD często wykorzystuje się pozostałe linie standardu RS232, to kabel powinien zawierać także te linie (pełny kabel RS-232).

Na **rys. 5** przedstawiono podłączenie testera dla sygnałów o poziomie TTL. Oprócz odczytu, możliwe jest też wysyłanie informacji z bufora testera. Bufor ten można dowolnie modyfikować, zależnie od potrzeb. Sygnał wyjściowy może mieć poziom TTL lub RS232. Na **rys. 6** przedstawiono podłączenie odpowiednich linii sygnałowych przy wysyłaniu zawartości bufora testera.

Opis układu

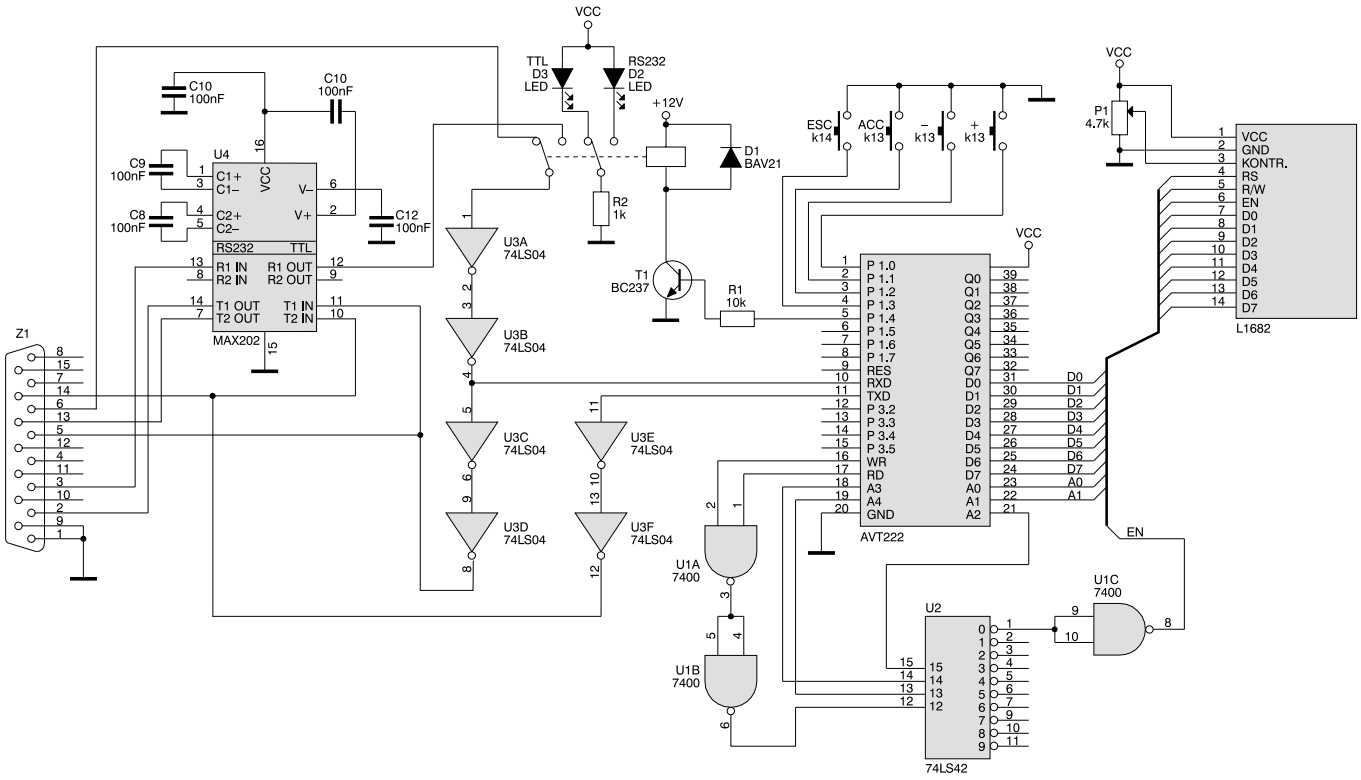
Podstawowym blokiem wykonawczym testera jest minimoduł 8051 (kit AVT-222), opisany w EP11/94. Został on częściowo zmodyfikowany. Sygnały A8, A9, A10 zostały odłączone od złącza J2, a na ich miejsce podłączono: A0 na nóżkę 23, A1 na nóżkę 22, A2 na nóżkę 21 złącza J2.

Ze złącza J1 odłączono sygnały A12 i A11, a na ich miejsce podłączono A3 na nóżkę 18 i A4 na nóżkę 19. Jako U1 został zastosowany układ 8032 firmy INTEL z kwarcem X1 o częstotliwości 12 MHz. Można też nie montować układu U4, tranzystora T1 i rezystorów R2 i R3 (oznaczenia z opisu kitu AVT-222).

Działanie układu jest następujące: po włączeniu zasilania program sterujący testera ustawia poziom niski na nóżce 5 złącza J1 minimodułu 8051. Przez tranzystor T1 nie płynie prąd i styki przekaźnika są w położeniu jak na rys. 1. Świeci się dioda D2 sygnalizująca, że źródłem jest sygnał o poziomie TTL. Sygnał wejściowy z pinu 6 złącza Z1 jest podawany na nóżkę 1 U3, z nóżki 4 U3 na nóżkę 10 minimodułu 8051 i jednocześnie występuje na nóżce 8 U3 i pinie 5 złącza Z1. Nóżka 10 minimodułu 8051 podłączona jest do nóżki 10 procesora 8032 (RxD).

Jeżeli program sterujący wystawi na nóżkę 5 minimodułu 8051 stan wysoki, to styki przekaźnika przełączą się. Wtedy zaświeci się dioda D3 (sygnał RS), a na nóżkę 1 U3 zostanie podany sygnał z nóżki 12 U4 (MAX202). Droga sygnału jest wtedy następująca: pin 3 złącza Z1, nóżka 13 U4, nóżka 12 U4. Po przejściu przez inwertery U3, tak jak to opisano wyżej, sygnał z nóżki 8 U3 jest podawany na nóżkę 11 U4 i z nóżki 14 U4 jest podawany na pin 2 złącza Z1. Jak wynika z rys. 1, sygnał wyjściowy jest podawany jednocześnie na pin 5 Z1 (sygnał TTL) i na pin 2 Z1 (sygnał RS232), niezależnie od stanu styków przekaźnika.

Gdy wysyłana jest zawartość bufora testera (funkcja nadawania informacji), to sygnał pojawia się na nóżce 11 minimodułu 8051. Podawany jest na układy U3E i U3F (inwertery separujące z rys. 2) i z nóżki 13 U3 na pin 14 złącza Z1 oraz na nóżkę 10 U4. Po zamia-



Rys. 1.

nie na poziom RS232 sygnał pojawia się na nóżce 7 U4 i dalej na pinie 13 Z1.

Układy U1A, U1B, U1C oraz U2 (rys. 1) tworzą dekoder adresu. Na nóżce 1 U2 pojawia się stan niski przy kombinacji sygnałów:

!RD	!WR	A4	A3	A2	A1	A0
x	0	0	0	0	x	x
0	x	0	0	0	x	x

Widać więc, że jeżeli na liniach adresowych wystąpią adresy od 00h do 03h i nastąpi zapis lub odczyt rozkazem MOVX, to na nóżce 1 U2 wystąpi „0". Na nóżce 8 U1 połączonej z wejściem EN modułu wyświetlacza L1682 wystąpi wówczas "1". Linia adresowa A0 połączona jest z wejściem R/W modułu, linia A1 z wejściem RS, a linie AD0..AD7 z liniami D0..D7 modułu. Operacje zapisu i odczytu rejestrów sterownika modułu LCD są następujące:

!RD	!WR	A4	A3	A2	A3	A1	A0	Operacja
1	0	0	0	0	0	0	0	zapis do rejestru I
0	1	0	0	0	0	0	1	odczyt z rejestru I
1	0	0	0	0	0	1	0	zapis do rejestru D
0	1	0	0	0	0	1	1	odczyt z rejestru D

Pozostałe wyjścia U2 mogą być wykorzystane jako wyjścia sygnałów CS układów peryferyjnych. Układ 82C51 można wykorzystać np. do transmisji znaków o długości 5, 6, 7 lub 8 bitów.

Program testera został napisany w języku C i skompilowany kompilatorem firmy KEIL. Po skompilowaniu zajmuje ok. 6,5kB.

Do taktowania prędkości transmisji użyty został licznik T2. Transmisja realizowana jest przez port szeregowy (przerwanie 23h). Licznik T0 pracuje jako czasomierz w trybie 1 (przerwanie 0bh). Program obsługi przerwania od licznika T1 (tryb 1) obsługuje klawiaturę i realizuje funkcję migania znaku na ekranie LCD. Przepełnienie T1 powoduje zgłoszenie przerwania co 30 ms, co zupełnie wystarczy by zlikwidować skutki drgań styków klawiatury.

Klawiatura ma tylko 4 klawisze: +, -, *ACC*, *ESC*. Takie rozwiązanie trochę utrudnia posługiwanie się testerem, ale znakomicie upraszcza konstrukcję.

Po nabraniu niewielkiej wprawy można bardzo sprawnie wykorzystywać wszystkie funkcje urządzenia.

Obsługa testera

Po włączeniu zasilania na ekranie pojawia się napis „*tester łącza szeregowego*" i zapala się LED „TTL" (sygnał wejściowy ma mieć poziom TTL). Naciśnięcie dowolnego klawisza powoduje wejście do menu głównego. Z tego poziomu można wywołać wszystkie funkcje testera:

- *PARAMETRY TRANSMISJI;*
- *PRZEGLĄDANIE BUFORA;*
- *ODBIÓR START*;
- *ZNAKI STARTU;*
- *USTAW BUFOR NADAWANIA;*
- *NADAWANIE BUFORA.*

Ekran wyboru funkcji ma postać następującą:

FUNKCJA ->(AC,+,-)
nazwa funkcji

Klawiszami + i - można kolejno wywoływać nazwy funkcji. Za pomocą klawisza *ACC* uruchamia się funkcję, której nazwa jest aktualnie wyświetlana.

Funkcja *PARAMETRY TRANSMISJI*

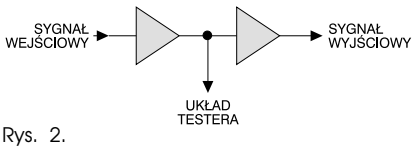
Jest to pierwsza funkcja, którą należy wywołać po włączeniu testera. Po jej wybraniu pojawia się na ekranie napis:

Prędkość transm.
1200Bd->(AC,+,-)

Klawiszami + i - można wybrać sekwencyjnie następujące prędkości transmisji: 50, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 Bd. Klawiszem *ACC* wprowadza się aktualnie wyświetlaną prędkość i pojawia się napis:

tryb->(AC,+,-)
<1>znaki 8bit.

Wykorzystywane są 2 tryby pracy portu szeregowego procesora 8032. Tryb 1 (znaki 8-bitowe) i tryb 3 (znaki 9-bitowe). W trakcie



Rys. 2.

odbioru w trybie 3 nie jest sprawdzana wartość bitu 9 odbieranego znaku. Klawisz *ACC* wprowadza aktualnie ustawiony tryb i pojawia się napis:

sygnał
TTL->(AC,+,-)

Klawiszami + i - sekwencyjnie wprowadzany jest poziom sygnału wejściowego TTL lub RS232, a klawiszem *ACC* wprowadzany jest ustawiony poziom (zapala się wtedy odpowiednia dioda LED) i wyświetlone zostają nastawione parametry. Klawiszem *ACC* zapamiętywane są nastawy i następuje wyjście z programu funkcji. Klawisz *ESC* powoduje natomiast powrót do ustawiania prędkości transmisji.

Funkcja *ODBIÓR*

Po wywołaniu funkcji ODBIÓR na ekranie pojawia się:

odebr.<00>znaków
ESC-przerwanie.

Bufor testera ma pojemność 32 znaków i jest zerowany w momencie uruchomienia funkcji. Tester czeka teraz na odbierane znaki i kiedy bufor się zapełni to odbiór jest przerywany i pojawia się komunikat:

odebr.<32>znaków
bufor pełny! (AC)

Jeżeli odbierana informacja ma długość mniejszą niż 32 znaki, to można odbiór przerwać w dowolnym momencie klawiszem *ESC*. Pojawi się wtedy np. napis

odebr.<06>znaków
przerwana tr. (AC).

Klawisz *ACC* powoduje wyjście z funkcji.

Funkcja *PRZEGLĄDANIE BUFORA*

Po wywołaniu tej funkcji na ekranie pojawia się np.:

ADR<00> (+-ESC)
00,00,<01>,20,1E.

W polu ADR< > jest wyświetlony adres znaku (z zakresu 00h..1Fh). Znak o tym adresie jest wyświetlany w dolnej linii w polu < >. Pierwszy znak w dolnej linii ma adres ADR-2, drugi ADR-1, trzeci (w polu < >) ADR, czwarty ADR+1, piąty ADR+2. Jeżeli ADR=0, to ADR-2=1Eh, ADR-1=1Fh, ADR+1=1, ADR+2=2. Klawiszami + i - można zmieniać adres modulo 1Fh i za każdym razem wyświetlane są 2 znaki wcześniejsze, znak wskazywany i 2 znaki następne. Pod adresem 00 umieszczony jest pierwszy prawidłowo odebrany znak po uruchomieniu funkcji *ODBIÓR*, lub pierwszy znak sekwencji startu funkcji *ODBIÓR START*. Klawisz *ESC* kończy przeglądanie bufora.

Funkcja *ODBIÓR START*

Często zdarza się, że z ciągu znaków chcemy wyłowić pewną charakterystyczną sekwencję. W tym celu należy użyć funkcji *ODBIÓR START*. Wywołanie tej funkcji należy poprzedzić wywołaniem funkcji *ZNAKI STARTU*. Jeżeli nie zostanie zaprogramowana sekwencja startu, to pojawi się komunikat: „znaki startu nie określone" i nastąpi wyjście z funkcji.

Po prawidłowym wywołaniu funkcji pojawia się w górnej linii napis:

znaki startu (AC)

a w dolnej zaprogramowane wcześniej znaki startu. Przyciśnięcie klawisza *ACC* spowoduje wyświetlenie

odebr.<00>znaków
ESC przerwanie

W tym momencie rozpoczyna się odbiór i sprawdzanie odbieranych znaków. Jeżeli kolejno odbierane znaki są równe zaprogramowanym, to są one wpisywane do bufora i następuje odbiór kolejnych znaków aż do zapełnienia bufora lub do przerwania klawiszem *ESC*. Jeżeli zaprogramowana sekwencja równa się 81h, 19h, CCh, a odbierane znaki mają wartość 81h, 19h, 00h, CCh, to nie są one traktowane jako odebrana sekwencja startu.

Funkcja *ZNAKI STARTU*

Wywołanie tej funkcji powoduje wyświetlenie na ekranie:

liczba z. startu
<1>max5(AC,+,-).

Klawiszami + i - należy wprowadzić maksymalnie 5 znaków sekwencji startowej. Klawisz *ACC* wprowadza ustawioną liczbę znaków i w górnym wierszu wyświetlacza pojawia się tyle znaków *??* ile wynosi wcześniej zaprogramowana długość sekwencji startu. Jeżeli długość ta równa się 2, to w górnej linii pojawi się:

?? ??

a w dolnej linii pojawi się:

znak<00>(AC,+,-).

Młodsza cyfra bajtu w polu < > migocze. Klawiszami + i - ustawia się jej wartość. Po wciśnięciu klawisza *ACC* zaczyna migotać starsza cyfra ustawianego bajtu. Klawiszami + i - ustawia się jej wartość. Klawisz *ACC* powoduje wyświetlenie w dolnej linii wyświetlacza np.:

<A7>(ACC,ESC-kor).

Klawisz *ACC* powoduje wyświetlenie ustawionego bajtu w górnej linii, tak jak to jest pokazane w przykładzie:

liczba znaków 2
znaki startu 81h, 2Ah

ekran wyświetlacza po ustawieniu 81h:

?? ??
znak<81>(ACC,+,-)

klawisz *ACC*:

?? ??
<81>(AC,ESC-kor)

klawisz *ESC* - powrót do ustawiania bajtu:

klawisz *ACC*:

81 ??
znak<00>(ACC,+,-)

po ustawieniu 2Ah:

81 ??
znak <2A>(ACC,+,-)

klawisz *ACC*:

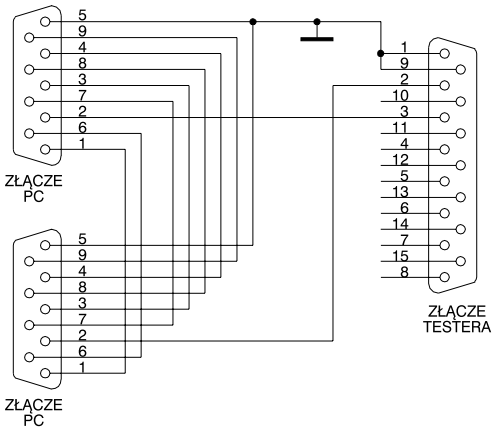
WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 10kΩ/0,25W
R2: 1kΩ/0,25W
PR: 4,7kΩ

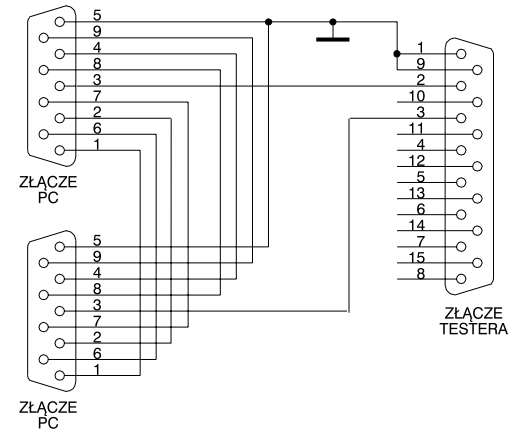
Kondensatory
C1: 4700µF/16V
C2, C4..C12: 100nF/63V blokujące
C3: 33µF/35V tantalowy

Półprzewodniki
U1: 74LS00
U2: 74LS42
U3: 74LS04
U4: MAX202
U5: 7805
T1: BC237
D1: BAV21
D2, D3: LED 3mm zielona
mostek prostowniczy 1,5A/100V

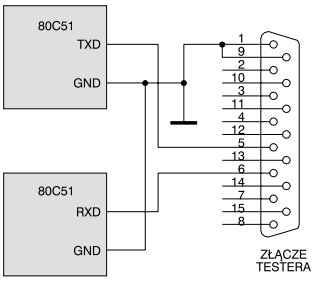
Różne
Złącze ELTRA 881 015 (15pin żeńskie)
Transformator TS6/63 (12V 0,5A)
Przekaźnik MEISEI M4-12H
Podstawka 40pin (do podłączenia kitu AVT-222)
Bezpiecznik 100mA
Gniazdo bezpiecznikowe
Wyłącznik sieciowy
Kabel sieciowy
Płytka uniwersalna 100x160mm
Wyświetlacz LCD L1682 SEIKO
Rezonator kwarcowy 12MHz
Kompletny minimoduł 8051 (kit AVT-222)



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

81 ??
<2A>(AC,ESC-kor)
klawisz *ESC* - powrót do ustawiania bajtu, natomiast klawisz *ACC*:
81 2A
(AC-ok ESC-kor)

Klawiszem *ACC* kończy się ustawianie i następuje wyjście z funkcji, klawisz *ESC* powoduje powrót na początek do ustawiania liczby znaków.

Funkcja *USTAW BUFOR NADAJNIKA*

Po wywołaniu tej funkcji na ekranie pojawi się:
ADR<00>->(AC,+,-)
(ESC-koniec)
Jeżeli w tym momencie przyciśniemy klawisz *ESC*, to na ekranie pojawi się:
nie ustawiony
bufor (AC)
Klawiszem *ACC* kończy się funkcję.

Należy zatem najpierw klawiszami + i - ustawić adres modyfikowanego bajtu. Bufor nadajnika ma rozmiar 32 znaków i ustawia się adres 1Fh. Ustawienie potwierdza się klawiszem *ACC* i na ekranie pojawia się:
ADR<00>
znak<00>(ACC,+,-).

Tak jak to było opisane w poprzedniej funkcji, bajt modyfikowany jest poprzez ustawianie migającej najpierw młodszej, a potem starszej cyfry. Po ustawieniu pojawi się np. napis:
ADR<00>
<1F>(AC,ESC-kor).
Klawisz *ESC* powoduje przejście do poprzedniego ekranu i ponowne ustawianie bajtu, natomiast klawisz *ACC* powoduje wpisanie ustawionego bajtu pod wyświetlany adres i wyświetlenie:
ADR<01>->(AC,+,-)
(ESC-koniec).
Klawiszami + i - można ustawić następny dowolny adres z przedziału 00..1Fh. *ACC* go akceptuje i program wchodzi do procedury ustawiania bajtu, jak to zostało opisane powyżej. Klawisz *ESC* powoduje wyjście z procedury ustawiania bufora i pojawia się na ekranie:
liczba z. do
nad.<01>(+,-AC).
Klawiszami + i - ustawia się właściwą liczbę, a klawiszem *ACC* jest ona akceptowana. Pojawia się wtedy:
czy przeglądać
bufor N(+,-AC).
Klawiszami + i - ustawia się T lub N. Przy ustawionym T wywoływana jest funkcja PRZEGLĄDANIE BUFORA. Ustawienie N powoduje wyjście z funkcji.

Funkcja *NADAWANIE BUFORA*

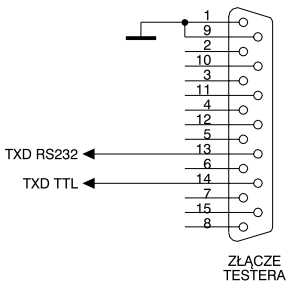
Jeżeli w funkcji *PARAMETRY TRANSMISJI* został ustawiony tryb 3 (znaki 9-bitowe), to po wywołaniu nadawania bufora pojawi się:
wybrano tryb3
ustaw bit 9 (AC),
a po naciśnięciu klawisza *ACC*:
bit9 0 (+,-,AC).
Klawiszami + i - można ustawić *0-bit 9* ma wartość 0 niezależnie od zawartości wysyłanego znaku *1-bit 9* ma wartość 1 niezależnie od zawartości wysyłanego znaku (np. gdy chcemy uzyskać 2 bity stopu) *PA-bit 9* jest bitem parzystości *NP-bit 9* jest bitem nieparzystości.

Po ustawieniu bitu 9 i naciśnięciu klawisza *ACC* będzie nadana taka liczba bajtów, jaka została ustawiona w funkcji *USTAW BUFOR NADAWANIA* (od adresu 00h). Prędkość transmisji i tryb określany jest w funkcji *PARAMETRY TRANSMISJI.*

Po nadaniu wszystkich znaków pojawia się (np. dla liczby znaków do wysłania równych 8):
bufor nadany
do adr.<07>(AC).
Klawiszem *ACC* kończy się funkcję. Jeżeli w funkcji *PARAMETRY TRANSMISJI* wybrany został tryb 1, to pomijany jest fragment ustawiania bitu 9.

Uwagi końcowe

Po prawidłowym zmontowaniu urządzenie nie wymaga praktycznie żadnych regulacji i działa poprawnie. Jedynie potencjometrem P1 należy ustawić odpowiedni kontrast wyświetlacza LCD. Wyświetlacz może być dowolnego



Rys. 6.

typu o organizacji 2x16znaków, lub 2x20 znaków (sterownik zgodny z HD44780). Przekaźnik może być dowolnego typu o napięciu przełączania 12V (najlepiej miniaturowy). Jako U4 można użyć MAX 232, ale trzeba zmienić C8..C12 na wartości 1µF. Kondensatory C4..C7 należy montować na płytce uniwersalnej jak najbliżej układów U1, U2, U3 i U4. Zastosowanie metalowej obudowy wymaga użycia kabla zasilającego 3-żyłowego. Żyłę zerową należy połączyć z obudową.

Tomasz Jabłoński

LITERATURA

1. A.Rydzewski, „Mikrokomputery jednoukładowe rodziny MCS-51“, WNT 1992.
2. M.Lach, „Minimoduł 8051“, EP11/94.
3. Nota aplikacyjna wyświetlacza L1682 Seiko.
4. Katalog USKA 1/95 - Mikroprocesory i pamięci: „Programowany interfejs komunikacyjny SAB82C51A“
5. New releases data book, vol. III, Maxim 1994.