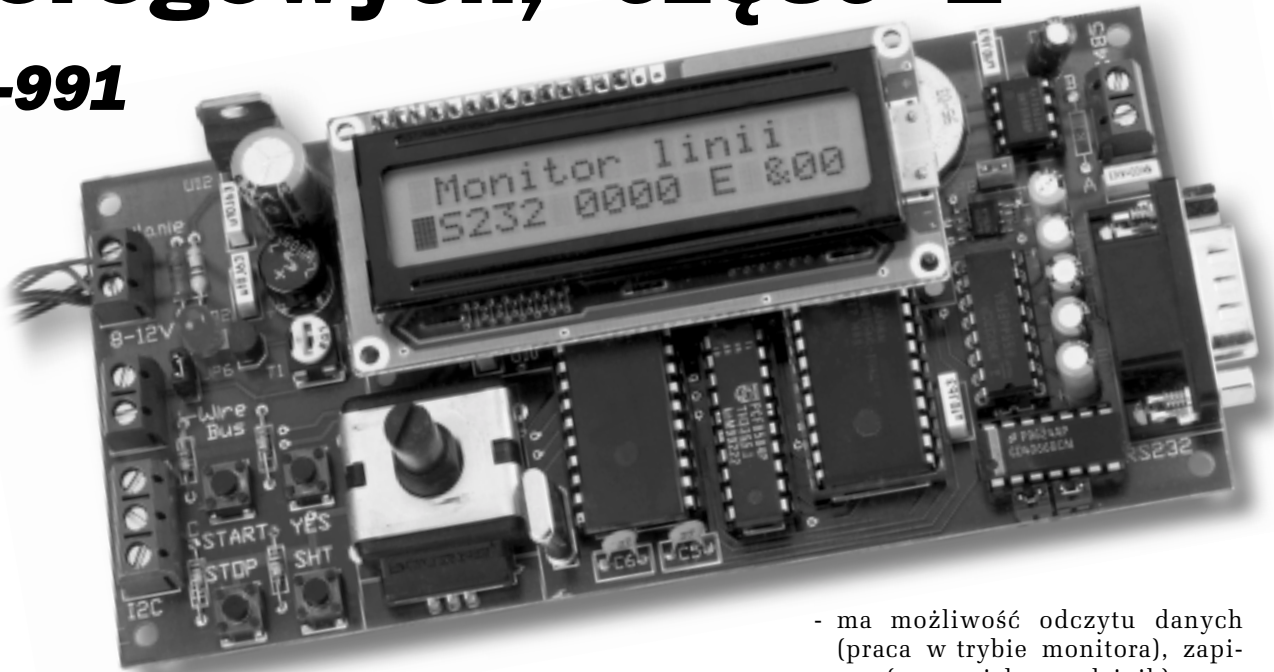


Monitor magistrali szeregowych, część 1

AVT-991



Przedstawiamy projekt urządzenia o tzw. „wąskiej specjalizacji“. Możliwość „podglądania“ przesyłanych danych może się przydać osobom zajmującym się konstruowaniem, naprawą i konserwacją urządzeń współpracujących z szeregowymi magistralami transmisyjnymi.

Artykuł może też zainteresuje tych dociekliwych Czytelników, którzy patrząc na płaczące się zwoje kabli, chcą wiedzieć „jak to działa i do czego służy“.

Do czego przyda się ten przyrząd

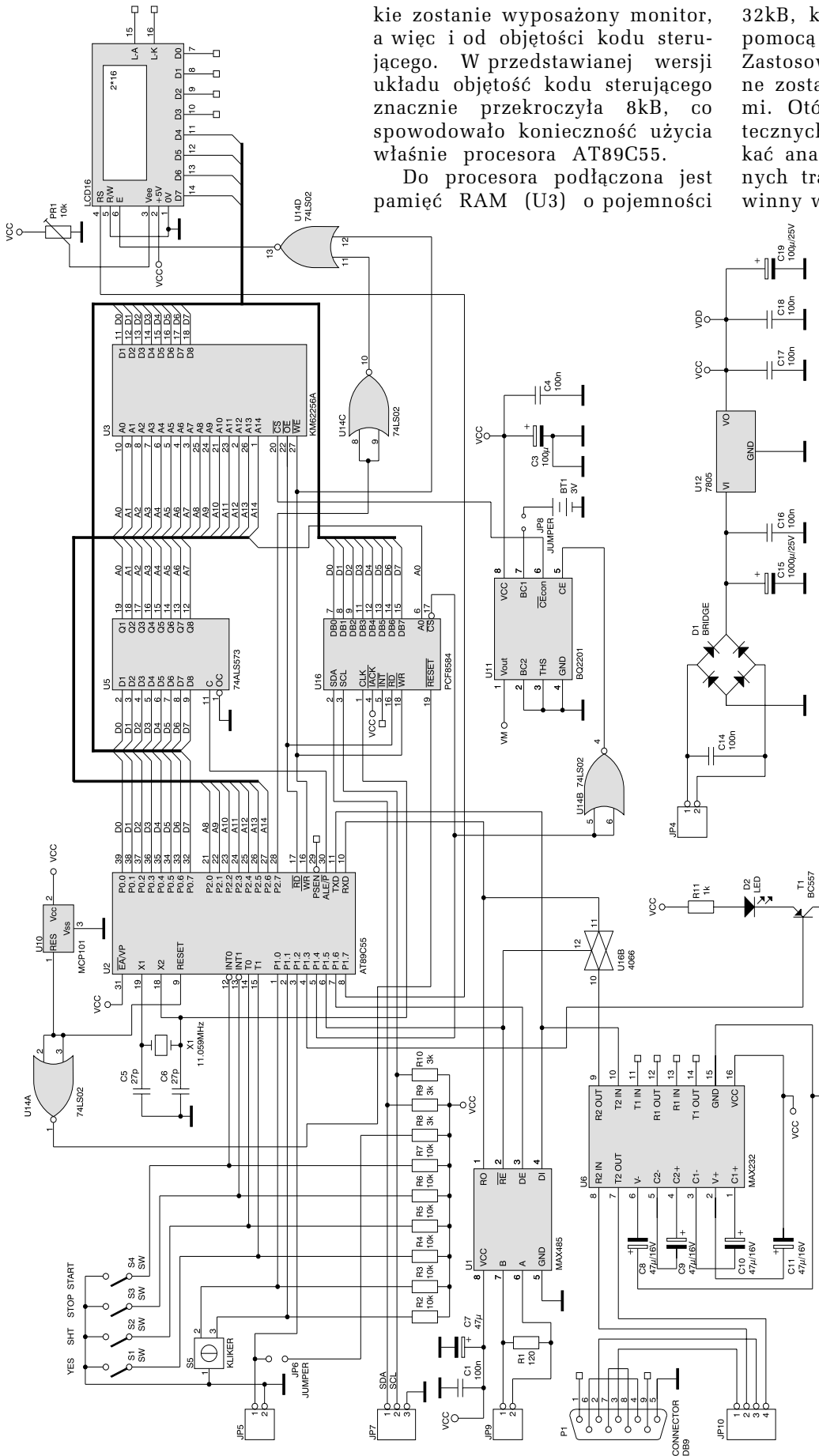
Pomysł monitora powstał w czasie pracy nad pewnym układem, w którym nieustannie pojawiały się kłopoty z transmisją magistrali I²C. Marzyłem, by mieć możliwość podejrzenia danych, które są poprzez tę magistralę w rzeczywistości przesyłane, gdyż w ten sposób łatwo mógłbym znaleźć dokuczliwy błąd. A kiedy przypomniałem sobie wcześniejsze podobne sytuacje, doszedłem do wniosku, że tego typu monitor bardzo by mi się przydał. Gdyby jeszcze mieć do dyspozycji układ, który nie tylko śledzi przesyłane informacje, ale może także udawać nadawcę i podłączony do linii będzie wysyłał ustalone wcześniej sekwencje danych. I oczywiście dobrze by było wyposażać monitor w interfejsy innych linii, nie tylko I²C. Proste z pozoru zadanie okazało się nieco trudniejsze niż na początku sądziłem, jednak w końcu powstał działający prototyp monitora magistrali szeregowych (i rzeczywiście pomógł rozwiązać moje problemy). Jego możliwości są następujące:

- współpracuje z interfejsami RS232, RS485, I²C, 1-Wire,

- ma możliwość odczytu danych (praca w trybie monitora), zapisu (praca jako nadajnik) oraz edycji danych odczytanych lub przeznaczonych do wysłania,
- ma możliwość zapamiętania do 250 plików w pamięci nieulotnej RAM,
- ma opcję transmisji wybranego pliku jeden raz lub wielokrotnie oraz możliwość określenia liczby danych, które mają być odczytane z monitorowanej linii,
- ma opcję tropu, tzn. określenie sekwencji danych, po identyfikacji której układ rozpocznie rejestrację strumienia danych,
- ma możliwość pracy autonomicznej dzięki wykorzystaniu do wyświetlania danych 2-liniowego wyświetlacza LCD oraz zasilania zarówno napięciem stałym, jak i zmiennym.

Schemat elektryczny układu

Schemat elektryczny monitora przedstawiono na rys. 1. Pracą urządzenia steruje oczywiście procesor jednoukładowy z nieśmiertelnej rodziny '51. W monitorze zastosowany został procesor AT89C55 z wewnętrzną pamięcią programu o pojemności 20kB. Jednak równie dobrze można zastosować AT89C51 lub AT89C52. Zależy to od liczby funkcji, w ja-



kie zostanie wyposażony monitor, a więc i od objętości kodu sterującego. W przedstawianej wersji układu objętość kodu sterującego znacznie przekroczyła 8kB, co spowodowało konieczność użycia właśnie procesora AT89C55. Do procesora podłączona jest pamięć RAM (U3) o pojemności

32kB, którą procesor adresuje za pomocą rejestru równoległego U5. Zastosowanie pamięci podyktowane zostało względami praktycznymi. Otóż często najwięcej użytecznych informacji można uzyskać analizując dane z kilku kolejnych transmisji. Po odczycie powinny więc zostać one zachowane jako oddzielne pliki, aby później móc je z sobą porównać w trybie edycji danych. Pamięć RAM przechowuje nie tylko odczytane dane, ale i pewne informacje konfiguracyjne systemu, a jej zawartość nie ulega wymazaniu nawet po odłączeniu zasilania dzięki podtrzymaniu baterijnemu. Litowa bateria (o napięciu 3V) za pośrednictwem układu U11 zasila jedynie pamięć RAM, gdy odłączone zostanie napięcie zasilające. Ponieważ w tym stanie pamięć nie jest ani zapisywana, ani odczytywana, pobierany przez nią prąd jest minimalny i pojemność baterii wystarczy na bardzo długi okres pracy. Żeby jeszcze dodatkowo przedłużyć jej czas „życia“, można w czasie gdy przyrząd jest nie używany rozłączyć zwrę JP8, odcinając tym samym awaryjne zasilanie pamięci RAM.

Ponieważ urządzenie pomyślane zostało jako przenośne, do komunikacji z użytkownikiem wykorzystany został wyświetlacz LCD. Okazało się, że wystarczający komfort obsługi zapewnia wyświetlacz z dwiema 16-znakowymi liniami. Dzięki temu górna linia może pełnić rolę pola edycji, a dolna pola statusu, w którym wyświetlane są podstawowe informacje o aktualnym stanie urządzenia. Zarówno pamięć RAM, wyświet-

Rys. 1. Schemat elektryczny monitora linii szeregowych.

lacz, jak i układ U16 traktowane są przez procesor jako część zewnętrznej przestrzeni adresowej, z której można zarówno odczytywać, jak i zapisywać dane poprzez port P0. Ponieważ przestrzeń ta jest wspólna, to może zainteresować dociekliwych gdzie w przedstawionym na rys. 1 układzie znajduje się dekodery adresów, za pomocą którego procesor wybiera układ, do którego chce się odwołać. Rolę takiego dekodera pełnią bramki U14C i D, linia /WR procesora oraz port P1.4. Przyjęto, że procesor chcąc wypisać do wyświetlacza nowe dane odwołuje się do adresu FFFFh. Ponieważ pamięć RAM używa tylko 15 linii adresowych (od A0 do A14), wpisując jakiegokolwiek dane do wyświetlacza pod adres FFFFh, jednocześnie wpisujemy je do pamięci RAM pod adres 7FFFh. Oznacza to, że komórka pamięci o tym adresie nie powinna być używana do przechowywania informacji, gdyż adres ten jako jedyny jest współdzielony przez oba układy. Natomiast adresy od 0000h do 7FFEh służą wyłącznie do zapisu i odczytu danych do/z pamięci RAM. W ten sposób układ dekodera adresów został znacznie uproszczony.

Należy jeszcze wyjaśnić, co będzie się działo z układem U16, gdy połączony jedynie z linią adresową A0 będzie reagował na zapis i odczyt danych spod dowolnego adresu, co mogłoby zakłócić pracę układu monitora. Problem ten rozwiązano przez użycie portu P1.4. Wysoki poziom na tej linii powoduje ustawienie wyprowadzeń DB0..7 układu U16 w stan wysokiej impedancji. Jednocześnie sygnał ten, po zanegowaniu przez bramkę U14B, poprzez układ U11 podawany jest na wejście /CS pamięci, powodując jej uaktywnienie. Zmiana poziomu portu P1.4 powoduje z kolei zablokowanie pamięci i odblokowanie układu U16. W efekcie kilka układów może korzystać ze wspólnej magistrali portu P0 procesora i być bezkolidyjnie obsługiwanych.

Oprócz układów niezbędnych do gromadzenia i wyświetlania danych, w skład monitora wchodzi układy scalone interfejsów, przekształcające sygnały z podglądanych linii na sygnały o poziomie

akceptowanym przez procesor. W przypadku linii RS232 służy do tego układ U6, którego połączenia z gniazdem P1 konfigurują zwory ustawiane w gnieździe JP10. Sposób użycia tych zwór zostanie opisany dalej, w części poświęconej obsłudze linii łącza RS232. Z kolei, jako interfejs 2-przewodowej linii RS485 zastosowano układ U1. Zarówno U1, jak i U16 dołączone są do tych samych linii Tx i Rx procesora. O tym, który z nich aktualnie łączy się z linią Rx decyduje poziom sygnału na wyprowadzeniu P1.5 procesora. Do komunikacji z magistralą I²C służy wspomniany już wcześniej układ U16. Jedynie 1-przewodową magistralę 1-Wire układów DALLAS-a obsługuje bezpośrednio procesor za pomocą portu P1.2.

Do sterowania pracą monitora służą 4 mikroprzyciski oraz obrotowy impulsator, który w skrócie będzie nazywany „klikerem“. Funkcja poszczególnych przycisków zależy oczywiście od programu sterującego. W opracowanej wersji urządzenia przyciski START i STOP służą zazwyczaj do inicjacji i zakończenia procesu (np. monitorowania linii), przycisk SHT wybiera poszczególne opcje pracy, a naciśnięcie YES powoduje akceptację wyboru. Za pomocą klikera dokonuje się ustawienia wartości parametru. Ponieważ w układzie monitora brak jest klawiatury cyfrowej, użycie pokręcanego klikera ułatwia wybranie wartości z obszernego przedziału liczb od 0 do 255.

W celu zapewnienia prawidłowego startu układu po włączeniu zasilania układ U10 generuje kilkumilisekundowy impuls RESET, podawany do niektórych z pozostałych układów scalonych. Dioda LED D2 służy do sygnalizacji faktu odczytu danych z wybranej linii, natomiast stabilizator U12 dostarcza napięcia zasilającego +5V.

Oprogramowanie procesora sterującego

Przedstawiony układ elektryczny można traktować jako ramę, w której można umieścić niemal dowolny program sterujący. W programie tym można zrezygnować z części możliwości monitora, np. z obsługi niektórych linii, albo dodać nowe,

specyficzne funkcje, w zależności od potrzeb konstruktora. Ja chciałbym teraz przedstawić swoją wersję oprogramowania układu, którą dostosowałem do własnych potrzeb, związanych z pracą.

Oprogramowanie monitora w tej wersji umożliwia pracę układu w trzech trybach: Edycji, Odczytu i Zapisu. Informacje prezentowane przez wyświetlacz zmieniają się w zależności od wybranego trybu. Przykładowy wygląd wyświetlacza (i znaczenie wyświetlanych informacji) może być następujący:

```
*****
```

```
* Monitor linii * -1
```

```
*RS232 0000 E &00 * -2
```

```
*****
```

```
-3 -4 -5 -6 -7
```

- 1 pole edycji,
- 2 pole statusu,
- 3 wskaźnik aktywnej linii (RS232, RS485, I²C, 1-Wire),
- 4 licznik odczytanych bajtów lub pozycja kursora w edytowanym pliku,
- 5 wskaźnik aktywnego trybu,
- 6 symbol wyboru opcji,
- 7 numer aktywnego pliku.

Tryb Edycji

Tryb ten stanie się aktywny po wyświetleniu na pozycji 5 litery „E“. Korzystając z klikera należy przesunąć migocący kursor na pozycję 5, nacisnąć klawisz SHT, następnie klikerem wybrać nazwę trybu pojawiającą się w polu edycji i potwierdzić wybór klawiszem YES. Po naciśnięciu klawisza START w polu edycji wyświetlona zostanie zawartość pliku, którego numer widoczny jest na pozycji 7. Jeżeli plik jest pusty, wyświetlona zostanie wartość 00h i można przystąpić do samodzielnego wpisywania pliku. Zmiany wartości wpisywanych bajtów w zakresie 0..FFh dokonuje się za pomocą klikera. Po naciśnięciu SHT pojawia się migocący kursor i znowu korzystając z pomocy klikera można go przesunąć nad dowolnie wybrany bajt, którego zawartość można zmieniać w opisany przed chwilą sposób. Oprócz zmiany wartości bajtu możliwe są jeszcze dwie operacje w trybie edycji. Kręcąc klikerem w lewo doprowadzimy do pojawienia się symbolu „in“, co oznacza, że w miejscu wskazywanym przez kursor plik zostanie

rozsunięty i zostanie wstawiony dodatkowy bajt. Z kolei symbol „cl“ oznacza, że bajt wskazywany przez kursor zostanie skasowany, a rozmiar pliku zmniejszony o 1. Oprócz tego, w zależności od rodzaju interfejsu, w edytowanym pliku mogą pojawić się dodatkowe symbole oznaczające operacje związane z danym typem linii. Przy każdym, opisanym trochę dalej typie linii zamieszczony zostanie wykaz dodatkowych symboli i funkcji. Zamykanie trybu edycji, tak jak i zamykanie pozostałych trybów następuje po naciśnięciu klawisza STOP.

Tryb Odczytu

Tryb ten stanie się aktywny po wyświetleniu na pozycji 5 litery „R”. W tym trybie, w zależności od wybranego typu linii (co wyświetlane jest na pozycji 3) aktywny jest jeden z interfejsów. Układ pracuje wtedy jako monitor - odczytuje dane pojawiające się na linii i zapisuje je do pamięci

RAM. Działanie układu w tym trybie może być modyfikowane poprzez zmianę jego parametrów. Do opcji zmiany parametrów wchodzi się po ustawieniu kursora w pozycji 6 i naciśnięciu SHT. Wtedy mamy możliwość zaprogramowania:

- Szybkości transmisji, co jest niezbędne w przypadku współpracy z liniami RS232 i RS485. Ustawiane szybkości transmisji to: 600, 1200, 2400, 4800, 9600 i 19200 bodów.
- Liczby bajtów, które w trybie odczytu zostaną zapisane w pamięci RAM. Istnieje możliwość zaprogramowania zapisu od 1 do 255 bajtów lub ilości ograniczanej jedynie dostępną pamięcią RAM, co oznacza symbol „xx”.
- Wyświetlania znaków w formacie heksadecymalnym lub alfanumerycznym. To ustawienie dotyczy wszystkich trybów pracy.
- Wybrania opcji tropu. Ta możliwość wymaga trochę dokładniejszego opisu. Często się zda-

rza, że podczas podglądania danych interesująca jest tylko pewna ich część, która powinna zostać zapamiętana do późniejszej, dokładnej analizy. Jeżeli taki istotny fragment poprzedzony bywa zawsze taką samą znaną sekwencją znaków, np. „abcd”, to włączenie opcji tropu spowoduje, że monitor rozpocznie rejestrację danych dopiero po zidentyfikowaniu wspomnianej wcześniej sekwencji. Tropem będzie właśnie przykładowa sekwencja „abcd”. Oprogramowanie monitora pozwala ręcznie zapisać sekwencję znaków tropu (do 60 znaków) oraz włączyć lub wyłączyć opcję tropu. Każdorazowy zapis danych do pamięci RAM powoduje świecenie diody LED.

Tryb Zapisu

Tryb ten stanie się aktywny po wyświetleniu na pozycji 5 litery „W”. W trybie zapisu układ symuluje nadajnik, wysyłając wybranym wcześniej typem linii zawartość pliku, który ustawiony jest jako aktywny. Jako parametry tego trybu można ustawić szybkość transmisji i liczbę powtórzeń: transmisję jednokrotną lub ciągle wysyłanie zawartości pliku do momentu naciśnięcia klawisza STOP.

W trybie zapisu istnieje możliwość natychmiastowego przejścia do trybu odczytu. Przydaje się to w sytuacjach, gdy nadajnik i odbiornik pracują w trybie przesyłania z potwierdzeniem i zależy nam na zarejestrowaniu odpowiedzi odbiornika. Jeżeli na końcu wysyłanej sekwencji w trybie zapisu umieszczony zostanie symbol „/i”, monitor natychmiast przejdzie do trybu odbioru i zgodnie z ustawionymi wcześniej warunkami (liczbą znaków do odczytu i poszukiwaniem tropu, o ile taka opcja jest włączona) utworzy i zapisze nowy plik o numerze starszym od dotychczas istniejących.

Ryszard Szymaniak, AVT
ryszard.szymaniak@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP01/2001 w katalogu PCB.

Monitor magistrali szeregowych, część 2

AVT-991



Łącze RS232

Standard transmisji RS232 opracowany został wiele lat temu z myślą o przesyłaniu danych pomiędzy terminalem a modemem. Z tego powodu oprócz linii danych zdefiniowanych zostało wiele dodatkowych linii sygnałowych i sterujących. Obecnie najczęściej używa się mocno zubożonej wersji tego łącza ograniczonej do linii Tx (linia transmisji danych z komputera do urządzenia zewnętrznego), Rx (linia odbioru danych przez komputer z urządzenia zewnętrznego) oraz linii masy. Jako złącza używa się najczęściej 9-końcówkowych wtyków i gniazd (DB9) lub rzadziej ich 25-stykowych odpowiedników. W celu zapewnienia prawidłowej komunikacji z komputerem klasy PC należy zwrzeć ze sobą wyprowa-

dzenia 6 i 4 oraz 7 i 8 (numeracja dla wtyku typu DB9). Łącząc ze sobą dwa urządzenia wyposażone w łącza do transmisji RS232 należy pamiętać, aby wyjście Tx pierwszego łączyło się z wejściem Rx drugiego, a wejście Rx pierwszego z wyjściem Tx drugiego (linie danych są skrzyżowane). W standardzie RS232 sygnały liniach transmisyjnych przyjmują następujące poziomy napięcie:

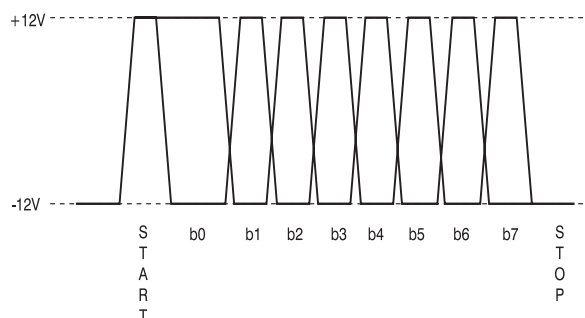
- logiczne 0 (lub poziom niski) to napięcie w zakresie $+6..12V$,
- logiczna 1 (lub poziom wysoki) to napięcie w zakresie $-6..12V$.

Każdy bajt danych przesyłany jest w postaci tzw. ramki, na którą składa się bit startu, 8 bitów danych i bit stopu. Na rys. 2 pokazano taką ramkę danych. Szybkość przekazywania danych nie może zmieniać się w czasie transmisji i musi odpowiadać jednej z wcześniej ustalonych dla nadajnika i odbiornika wartości. Długość kabla, którym przesyłane są dane w standardzie RS232 nie może przekraczać zazwyczaj kilkunastu metrów.

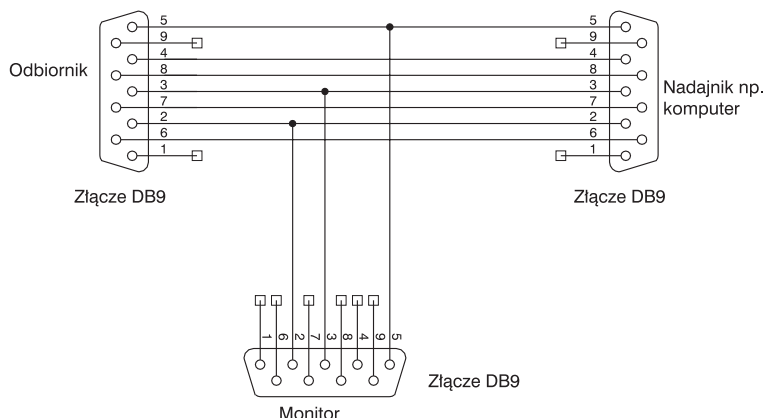
Układ monitora pozwala śledzić dane na liniach Rx i Tx, a także symulować urządzenie nadawcze, np. komputer. Współpraca z linią typu RS232 odbywa się poprzez gniazdo P1, którego wyprowadzenia konfigurowane są zworkami w gnieździe JP10. Jeżeli przyjmujemy, że do styku P1-2

Kończymy opis testera łączy szeregowych zgodnych ze standardami I2C, RS232, RS485 i 1-Wire.

Dzięki bardzo dużej uniwersalności przyrządu, dużych możliwościach diagnostycznych i łatwej obsłudze można go stosować zarówno w laboratoriach pomiarowych, jak i podczas uruchamiania własnych opracowań w domu.



Rys. 2. Ramka danych w protokole I²C.



Rys. 3. Schemat elektryczny przejściówki monitora linii.

dołączony będzie sygnał Rx podsłuchiwanego komputera, a do styku P1-3 sygnał Tx, to konfiguracja zwór powinna być następująca:

- JP10-1 z JP10-2 monitorowanie linii Tx,
- JP10-2 z JP10-3 monitorowanie linii Rx,
- JP10-1 z JP10-2 i JP10-3 z JP10-4 symulacja urządzenia nadawczego, np. komputera.

Aby umożliwić dołączenie monitora do linii RS232, najlepiej użyć do tego przelotki składającej się z kilku gniazd i wtyków oraz przewodów połączeniowych. Na rys. 3 pokazano schemat takiego przyłącza. Szybkość transmisji ustawia się korzystając z pola opcji. Monitor pracuje w trybie 8 znaków danych bez bitu parzystości z 1 bitem stopu. W trybie edycji danych standardu RS232 pojawiają się następujące symbole dodatkowe: „cl” - kasowanie znaku, „in” - wstawianie znaku i „/i” - przejście z trybu zapisu do trybu odczytu.

Łącze RS485

W standardzie RS485, podobnie jak w opisanym wcześniej standardzie RS232, w czasie transmisji używa się identycznej ramki danych. Standardy różnią elektryczne parametry sygnałów. W RS232 do określenia stanu logicznego używany jest poziom napięcia, natomiast w RS485 i pokrewnym RS422 o poziomie logicznym decyduje różnicowa wartość napięć wywoływanych przez prąd płynący w obwodzie linii danych. Każda linia danych składa się z pary przewodów łączących dwa różnicowe wyjścia urządzenia nadawczego z dwoma różnicowymi wejściami urządze-

nia odbiorczego. Taki sposób transmisji danych pozwala stworzyć połączenie, w którym jedną parą przewodów można transmitować dane naprzemiennie, od i do urządzenia. Dodatkowo, do jednej pary przewodów można podłączyć wiele urządzeń, które będą zarówno odbiornikami jak i nadajnikami danych. Pozwala to stworzyć sieć pomiędzy np. kilkoma komputerami. Oczywiście

nie należy dopuścić do sytuacji, gdy jednocześnie nadają dwa urządzenia nawzajem się zakłócając, ale o to powinien zadbać programowy protokół transmisji. Zależnie od warunków zewnętrznych i użytych przewodów długość linii może sięgać kilkuset i więcej metrów.

Układ monitora może być dołączany do takiej dwuprzewodowej linii RS485 za pośrednictwem gniazda JP9. Układ może pracować jako monitor (odbiornik) i jako nadajnik. Pokazany na schemacie opornik R1 o wartości 120Ω ma za zadanie dopasować oporność wejścia układu do oporności falowej linii, co może mieć znaczenie przy długich liniach transmisyjnych. Przy krótkich liniach można ten opornik pominąć.

W trybie edycji danych standardu RS485 pojawiają się następujące symbole dodatkowe: „cl” - kasowanie znaku, „in” wstawianie znaku i „/i” - przejście z trybu zapisu do trybu odczytu.

Zestawienie wszystkich funkcji układu monitora

Funkcja	Pozycja kursora	Naciskany klawisz
Kasowanie całej zawartości pamięci	w czasie włączania zasilania naciskać STOP i zatwierdzić YES	
Wybór aktywnej linii	pozycja -3	nacisnąć SHT, "klikierem" wybrać rodzaj linii i zatwierdzić YES
Wybór funkcji	pozycja -5	nacisnąć SHT, "klikierem" wybrać rodzaj funkcji i zatwierdzić YES
Wybór opcji	pozycja -6	nacisnąć SHT, "klikierem" wybrać rodzaj opcji i zatwierdzić YES
Do ustawiania parametrów poszczególnych opcji przechodzi się po powtórnym naciśnięciu SHT, gdy kursor pojawia się w polu edycji.		
a/ opcja wyboru prędkości transmisji	"klikierem" wybrać prędkość transmisji i zatwierdzić naciśnięciem YES	
b/ opcja wyboru ilości danych do odczytu lub liczby powtórzeń zapisu	"klikierem" wybrać ilość znaków do odczytu z zakresu 1-255 lub liczbę powtórzeń zapisu i zatwierdzić naciśnięciem YES. Symbole "xx" oznaczają, że zarówno odczyt, jak i zapis będą trwały do momentu jego przerwania przez naciśnięcie klawisza STOP lub zapełnienie pamięci.	
c/ opcja tropu	"klikierem" wybrać włączenie opcji tropu (TAK), wyłączenie (NIE) lub edycję danych tropu. Do edycji danych tropu przechodzi się po kolejnym naciśnięciu SHT. Zakończenie edycji po naciśnięciu STOP i YES.	
d/ opcja HEX/ASCII	"klikierem" wybrać parametr HEX lub ASCII i zatwierdzić naciśnięciem YES	
Wybór numeru pliku	pozycja -7	nacisnąć dwukrotnie SHT, "klikierem" wybrać numer pliku, który stanie się aktywny. Wybór zatwierdzić dwukrotnym naciśnięciem YES.
Kasowanie wybranego pliku	pozycja -7	wybrać numer kasowanego pliku jak wyżej i potwierdzić jednokrotnym naciśnięciem YES, "klikierem" wybrać opcję kasowania, nacisnąć SHT i potwierdzić YES.
Edycja danych pliku	po wybraniu funkcji edycji nacisnąć START. W polu edycji zostanie wyświetlona zawartość pliku a kursor będzie wskazywał edytowany znak. Po naciśnięciu SHT można zmieniać edytowany znak, usuwać go lub dodawać do pliku nowy znak. Naciśnięcie SHT kończy edycję znaku, naciśnięcie STOP kończy funkcję edycji aktywnego pliku.	
Odczyt danych z wybranej linii	po wybraniu funkcji odczytu nacisnąć START. Zakończenie odczytu po naciśnięciu STOP lub zapełnieniu pamięci. Zapis odczytanych danych do pamięci sygnalizuje świecenie diody LED.	
Wysyłanie danych na wybraną linię	po wybraniu funkcji zapisu nacisnąć START. Zakończenie funkcji po wysłaniu określonej wcześniej liczby znaków lub naciśnięciu STOP.	

Magistrala I²C

Wymyślona przez PHILIPS-a 2-przewodowa magistrala przewodząca została do wymiany danych pomiędzy wieloma układami scalonymi tego samego urządzenia. Magistrala składa się z linii danych SDA i linii zegara SCL. Podstawę transmisji stanowi specjalny protokół, w którym każdemu układowi w obrębie magistrali przyporządkowany jest pewien unikalny adres.

Najczęściej spotykaną konfiguracją układów wykorzystujących protokół I²C jest konfiguracja: 1 układ nadrzędny (np. mikroprocesor) i wiele układów podrzędnych (np. pamięci, wyświetlaczy, portów itp). Transmisję inicjuje zawsze układ nadrzędny wysyłając najpierw sekwencję START, a potem adres wywołwanego układu, w którym wartość najmłodszego bitu decyduje o tym czy będzie to zapis danych, czy odczyt. Ponieważ o transmisji I²C zainteresowani mogli już wcześniej przeczytać (np. w naszym piśmie), ograniczę się jedynie do pokazania na **rys. 4** przebiegów sygnałów w czasie zapisu jednego bajtu danych do przykładowej pamięci EEPROM. Długość magistrali I²C może dochodzić do kilkudziesięciu centymetrów.

W trybie monitora urządzenie dołączone do linii SDA i SCL ogranicza się jedynie do rejestracji wymiany danych pomiędzy układem nadzorczym a układami podrzędnymi. Do połączenia z magistralą używane jest gniazdo JP7, w którym styk 1 pełni rolę wyprowadzenia SDA, a styk 2 wyprowadzenia SCL. Ponieważ transmisja danych magistralą może odbywać się dosyć szybko (zegar taktujący linię SCL może osiągać częstotliwość do 100kHz), z powodu ograniczeń technicznych układ monitora może jednorazowo zarejestrować do 64 bajtów danych. Tak jak w przypadku pracy z innymi liniami, można ustawić ogranicze-

nie liczby odbieranych bajtów na mniej niż 64 oraz zastosować opcję tropu.

W trybie nadajnika monitor pełni rolę układu nadrzędnego w stosunku do dołączonych do magistrali układów podrzędnych. W tej sytuacji generuje impulsy zegara oraz wysyła sekwencje START, STOP, adresu i danych. Następujący przykład ilustruje zawartość pliku danych, którego wysłanie do dołączonej do magistrali I²C pamięci EEPROM (np. 24C02 ze wszystkimi wejściami adresowymi zwartymi do masy) spowoduje odczytanie jej zawartości począwszy od adresu 07H: /s,A0,07,/p,/s,A1,i.

W pliku symbol „/s“ oznacza wygenerowanie sekwencji START, następnie wysłanie adresu pamięci „A0h“ z wyzerowanym najmłodszym bitem. Dzięki temu następny bajt „07H“ zapisany zostanie do pamięci jako adres pierwszej komórki do odczytu. Symbol „/p“ spowoduje wygenerowanie przez układ monitora sekwencji STOP, a następnie znów wygenerowana zostanie sekwencja START i adres układu z ustawionym najmłodszym bitem oznaczającym odczyt danych z pamięci. Symbol „/i“ (opcjonalnie) spowoduje przejście monitora do pracy jako układu nadrzędnego odbiorczego. Odczytana zostanie taka liczba bajtów, która wcześniej została określona w opcji liczby bajtów do odczytu.

W trybie edycji danych standardu I²C pojawiają się następujące symbole dodatkowe: „cl“ - kasowanie znaku, „in“ - wstawianie znaku „/i“ - przejście z trybu zapisu do trybu odczytu, „/s“ - sekwencja START i „/p“ - sekwencja STOP.

Magistrala 1-Wire

Standard transmisji 1-Wire Bus został opracowany w firmie DAL-LAS. Jego najważniejsze zalety to: maksymalne uproszczenie budo-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

PR1, R2..R7: 10kΩ

R1: 120Ω

R8..R10: 3kΩ

R11: 1kΩ

Kondensatory

C1, C4, C14, C16..C18: 100nF

C3: 100μF/16V

C5, C6: 27pF

C7..C11: 47μF/16V

C15: 1000μF/25V

C19: 100μF/25V

Półprzewodniki

D1: mostek prostowniczy

D2: LED

T1: BC557

U1: MAX485 lub SN7517

U2: AT89C55 zaprogramowany

U3: KM62256A

U5: 74ALS573

U6: MAX232

U10: MCP101 lub DS1812

U11: BQ2201 kontroler podtrzymania bateryjnego firmy BENCHMARQ

U12: 7805

U13: wyświetlacz LCD 2x16 znaków

U14: 74LS02

U15: 4066

U16: PCF8584

Różne

BT1: bateria litowa 3V

włutowywana do druku

JP4, JP5, JP9: złącze do druku typu ARK2

JP6, JP8: zwora

JP7: złącze do druku typu ARK3

JP10: piny 2 zwory

P1: gniazdo DB9 męskie do druku

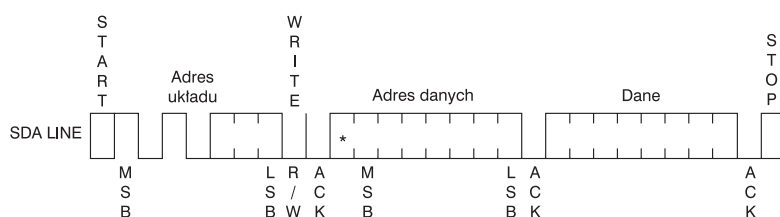
S1, S2, S3, S4: przycisk miniaturowy

S5: impulsator typ ECWOJ-B24 firmy BOURNS

X1: 11.59MHz

podstawki pod układy scalone U1, U2, U3, U6, U16

wy magistrali (1 linia danych i masa), możliwość dołączenia do magistrali wielu układów oraz zasilanie układów tą samą linią, którą przesyłane są dane. W tym standardzie transmisję zawsze inicjuje kontroler magistrali. Ponieważ struktura danych przesyłanych magistralą 1-Wire była już wielokrotnie opisywana (także na łamach naszego pisma), pominię ten temat.



Rys. 4. Przykładowa sekwencja odczytu zawartości pamięci z interfejsem I²C.

Urządzenie pracując w trybie monitora dołączone jest do linii 1-Wire za pośrednictwem gniazda JP5. Monitor rejestruje impulsy RESET i PRESENT pojawiające się na magistrali, jednak do momentu rozpoczęcia transmisji danych żadne informacje nie są zapisywane do pamięci RAM. Jednorazowo układ odczytuje do 64 bajtów danych. W tym trybie także można ograniczyć liczbę odczytywanych bajtów i zastosować opcję tropu.

W trybie nadajnika układ generuje impuls RESET, oczekuje na impuls PRESENT i wysyła dane z aktywnego pliku. Po wysłaniu danych układ można programowo natychmiast przełączyć w tryb odbioru. Dzięki temu łatwo można odczytać np. numer seryjny z ROM-u pastylki DALLAS-a. W pliku do wysłania należy zapisać następującą sekwencję:

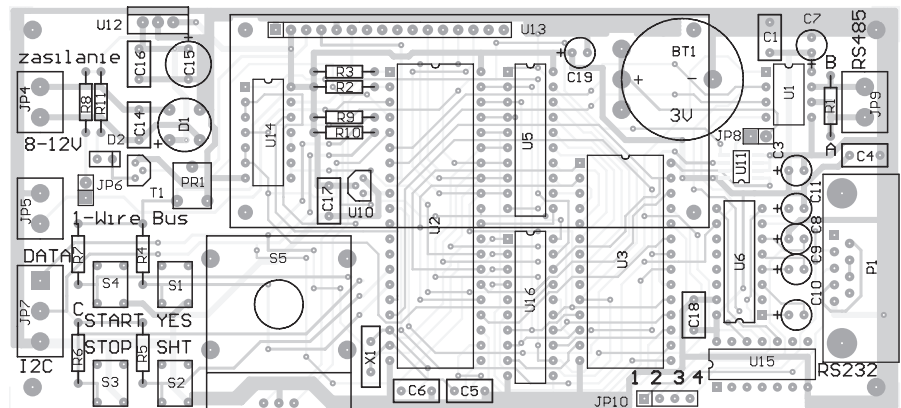
/r, 33, /i.

Odczytanych zostanie tyle bajtów, ile zostało wcześniej określone w opcji liczby bajtów do odczytu (w przypadku numeru seryjnego należy odczytać 8 bajtów).

W trybie edycji danych standardu 1-Wire pojawiają się następujące symbole dodatkowe: „cl” - kasowanie znaku, „in” - wstawianie znaku „i” - przejście z trybu zapisu do trybu odczytu, „/r” - generacja impulsu RESET i „/p” - odbiór impulsu PRESENT.

Montaż i uruchomienie

Zmontowany przez mnie układ, dla wygody i lepszego dostępu do gniazd, nie został zamknięty w obudowie. Montaż przeprowadziłem na płytce, której schemat montażowy przedstawi-



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

no na rys. 5. W takim przypadku wskazane jest jednak przymocowanie do płytki niewielkich nóżek, aby uniemożliwić przypadkowe zwarcia układu od strony lutowań. Układ U11 zarządzający zasilaniem baterijnym jest mały i przeznaczony do montażu powierzchniowego, więc warto go wlutować na płytkę na samym początku. Układy o podobnym działaniu oferuje np. firma MAXIM, jednak w przypadku zamienny mozaika ścieżek musi zostać skorygowana. Z kolei baterię BT1 warto wlutować jako ostatnią, aby w czasie montażu uchronić ją przed przypadkowymi zwarciami i rozładowaniem. Warto zaopatrzyć w podstawki większość układów, a na pewno: U1, U2, U3, U6, U16. Wyświetlacz można zamontować za pomocą złącza wykonanego z listwy tzw. „goldpinów” i listwy zgodnych z nimi wtyków. Będzie można go rozłączać i w czasie, gdy przyrząd nie będzie używany stosować w innych urządzeniach potrzebujących wyświetlacza.

Do zasilania potrzebne jest źródło dostarczające napięcia 8..12V i prądu co najmniej 180mA. Należy zewrzeć zworę JP8 dołączającą baterię do układu U11. Po włączeniu zasilania wyświetlacz powinien się zaświecić (o ile jest podświetlany) i powinna ukazać się winieta powitalna. W razie jej braku należy pokręcić potencjometrem PR1 w prawo i ustawić właściwy kontrast. Zdarza się niekiedy, że źle wyzerowany wyświetlacz nie chce niczego wyświetlić. Układ należy wyłączyć, chwilę odczekać i włączyć ponownie.

W przypadku zbyt wysokiego napięcia zasilającego stabilizator U12 może się nadmiernie grzać i w takim przypadku będzie konieczne zastosowanie radiatora.

Ryszard Szymaniak, AVT
ryszard.szymaniak@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/luty01.htm> oraz na płycie CD-EP02/2001B w katalogu PCB.