

Alfanumeryczny wyświetlacz LCD z interfejsem 1-Wire

AVT-392

W artykule opisujemy sposób redukcji linii sterujących wyświetlaczem LCD. Interfejs 1-Wire stanowi tu znakomitą pomoc pozwalając zaoszczędzić liczbę portów mikrokontrolera.

Rekomendacje:

ten artykuł jest cenną pomocą dla użytkowników mikrokontrolerów stosujących w swoich projektach wyświetlacze LCD. Przedstawione rozwiązanie stanowi gotową receptę w przypadku trudności wynikających z braku wolnych portów mikrokontrolera lub też pozwoli zastosować „mniejszy” mikrokontroler do realizacji tego samego zadania.



Aby do systemu mikroprocesorowego móc dołączyć popularny wyświetlacz alfanumeryczny potrzebnymi jest minimum 6 wolnych linii mikrokontrolera. Zdarzają się i to dość często przypadki, że przy próbie dołączenia do systemu mikroprocesorowego wyświetlacza alfanumerycznego brakuje kilku wyprowadzeń. Najczęściej taka sytuacja wymagać będzie wymiany mikrokontrolera na większy (o większej liczbie portów). Czasami może to być nieekonomiczne jeśli brakowało tylko jednej linii portu. W artykule przedstawiono projekt wyświetlacza alfanumerycznego, którym można sterować tylko za pomocą jednej linii mikrokontrolera! Otóż wyświetlacz został wyposażony w interfejs zgodny z popularnym 1-Wire. Tak więc do jego przyłączenia do systemu mikroprocesorowego potrzebna będzie jedna linia portu oraz linie zasilające wyświetlacz. Co ważne na tej jednej linii tworzącej interfejs 1-Wire może pracować nie tylko wyświetlacz LCD, ale inne układy mające tenże interfejs. Nie będzie żadną przeszkodą zrobienie prostego termometru, którym będzie sterował mikrokontroler w obudowie DIP8. Stosując w termometrze wyświetlacz z interfejsem 1-Wire oraz czujnik DS1820, który także może być dołączony do linii 1-Wire (sterującej wyświetlaczem) do realizacji pełnowartościowego termometru

Tab. 1. Wybrane parametry wyświetlacza z interfejsem 1-Wire

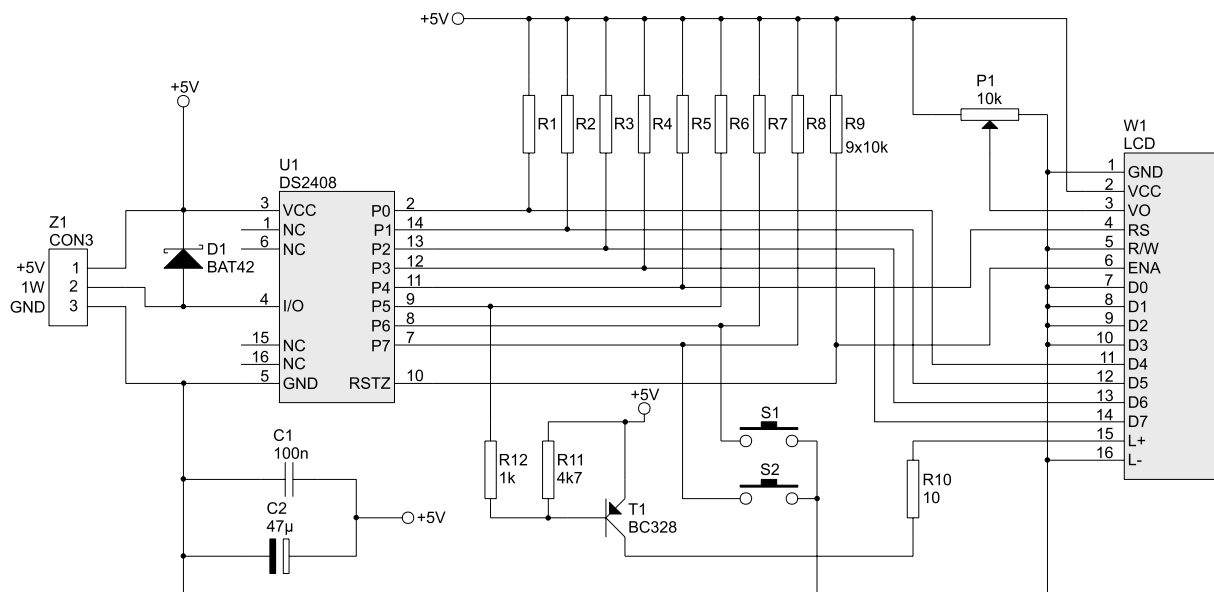
Napięcie zasilania +5 V
Możliwość współpracy z wyświetlaczami alfanumerycznymi z kontrolerem HD44780 (1*16, 2*16 itp.)
Możliwość sterowania podświetleniem w trybie włącz/wyłacz
Możliwość odczytu stanu dwóch lokalnych przycisków
Prostota budowy

potrzebna będzie tylko jedna linia mikrokontrolera. Wiadomo, że do jednej linii 1-Wire może być dołączonych dosyć dużo różnorodnych układów z interfejsem 1-Wire. Więc nie stoi nic na przeszkodzie by w prosty sposób zrealizować dosyć rozbudowany np. system pomiarowy nawet z kilkoma wyświetlaczami LCD dołączonymi do tej samej magistrali. Zaprojektowany wyświetlacz, który tak naprawdę jest konwerterem 1-Wire<->port 8 bitowy posiada dodatkowe cechy takie, jak możliwość włączenia lub wyłączenia podświetlenia wyświetlacza. Wyposażony został także w dwa lokalne przyciski, których stan można odczytywać nie kolidując z wyświetlaczem LCD. Bez problemu można je wykorzystać w sposób taki, jakby były dołączone bezpośrednio do linii mikrokontrolera. Przyciski mogą być wykorzystane do dowolnego sterowania zbudowanym systemem mikroprocesorowym. W konwerterze można

PODSTAWOWE PARAMETRY

Płytki o wymiarach 96 x 37 mm
Zasilanie +5 V
Obsługa wyświetlaczy alfanumerycznych wyposażonych w kontroler HD44780
Możliwość sterowania podświetleniem wyświetlacza
Możliwość odczytu stanu dwóch przycisków

Wszystkie listingi do tego artykułu są umieszczone na płycie CD EP5/2005 oraz na stronie <http://www.ep.com.pl>.



Rys. 1. Schemat ideowy wyświetlacza z interfejsem 1-Wire

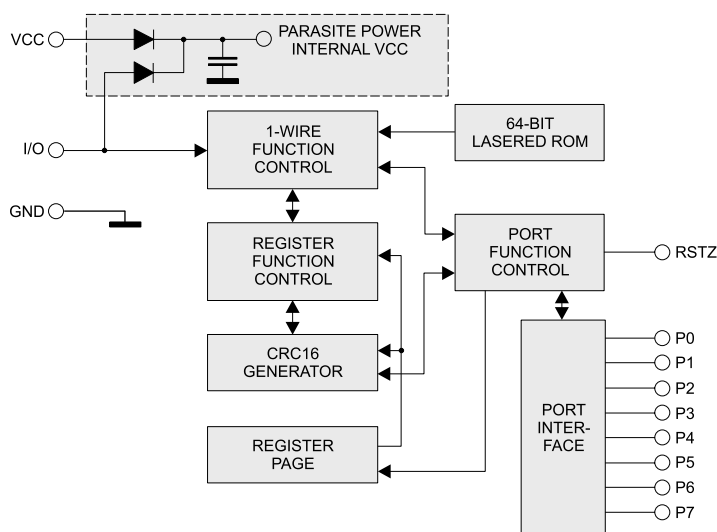
zastosować dowolne wyświetlacze alfanumeryczne, którymi steruje kontroler HD44780. Czyli mogą to być wyświetlacze 1*16, 2*16, 4*16 znaków itp. W **tab. 1** przedstawiono podstawowe parametry wyświetlacza z interfejsem 1-Wire.

Dla przykładu obsługi tego typu wyświetlacza zostanie przedstawionych kilka rozkazów sterujących jego pracą oraz dwie proste aplikacje. Pierwsza aplikacja będzie przeprowadzała test wyświetlacza oraz dwóch lokalnych przycisków, natomiast druga aplikacja będzie prostym termometrem w którym zastosowano czujnik z interfejsem 1-Wire dołączony do tej samej linii co wyświetlacz LCD.

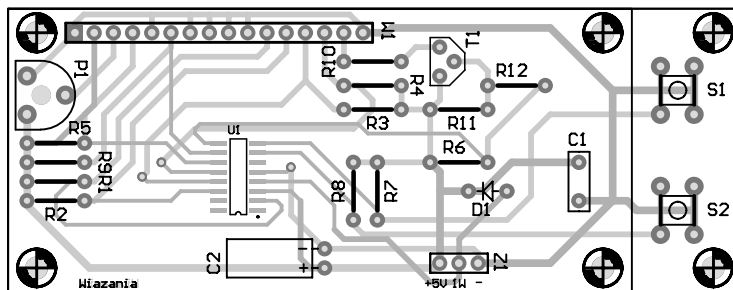
Opis działania układu

Na **rys. 1** przedstawiono schemat ideowy wyświetlacza z interfejsem 1-Wire w którym głównym układem sterującym jest DS2408. Układ DS2408 jest 8-bitowym portem z interfejsem 1-Wire. Na **rys. 2** przedstawiono schemat blokowy układu DS2408. Jak w przypadku innych układów z interfejsem 1-Wire posiada on niepowtarzalny 64-bitowy numer identyfikacyjny (ID), generator CRC, itp. Może on być zasilany poprzez linie komunikacyjną lub z zewnętrznego napięcia zasilającego. Ponieważ wyświetlacz, a zwłaszcza jego podświetlenie potrzebuje sporego prądu, tak więc niemożliwe było zasilenie go wprost z linii komunikacyjnej 1-Wire. Ze względu na te okoliczności wyświetlacz jest zasilany osobnym napięciem o war-

tości +5 V. Ponieważ linie portu Px układu DS2408 są typu otwarty dren więc potrzebne okazało się zastosowanie rezystorów podciągających R1 – R9. Także linia RSTZ jest typu otwarty dren. Wyprowadzenie RSTZ może zostać skonfigurowane jako wejście zerujące układ DS2408 lub jako wyjście strobuujące dane wyjściowe, sygnalizujące zakończenie zapisu lub odczytu z portu pojawieniem się krótkiego impulsu o stanie niskim. W układzie wyświetlacz pracuje w trybie pracy 4-bitowej, czyli do jego sterowania jest potrzebnych 6 linii, a wyprowadzenie RSTZ zostało skonfigurowane jako strobujące (zapisujące) dane wysyłane do wyświetlacza LCD. Wyprowadzenie R/W wyświetlacza zostało na stałe dołączone do masy więc będzie możliwy tylko zapis danych bez możliwości odczytu. Stan linii RS wyświetlacza wskazuje czy będą do niego zapisywane dane sterujące (konfigurujące) czy znaki do wyświetlenia, natomiast potencjometr P1 umożliwi regulację kontrastu wyświetlacza. Jak wspomniano układ ma możliwość załączania i wyłączania podświetlenia które jest sterowane za pomocą linii P5 układu U1. Podświetlenie jest załączane za pośrednictwem tranzystora T1, którego prąd jest ograniczony przez rezystor R10. Stan dodatkowych przycisków S1, S2 jest odczytywany poprzez linie P6, P7 układu U1. Kondensatory C1, C2 filtrują napięcie zasilające wyświetlacz, natomiast dioda D1 zabezpiecza linię komunikacyjną



Rys. 2. Schemat blokowy układu DS2408



Rys. 3. Schemat montażowy płytki drukowanej

1-Wire przed mogącymi się pojawić przepięciami.

Montaż i uruchomienie

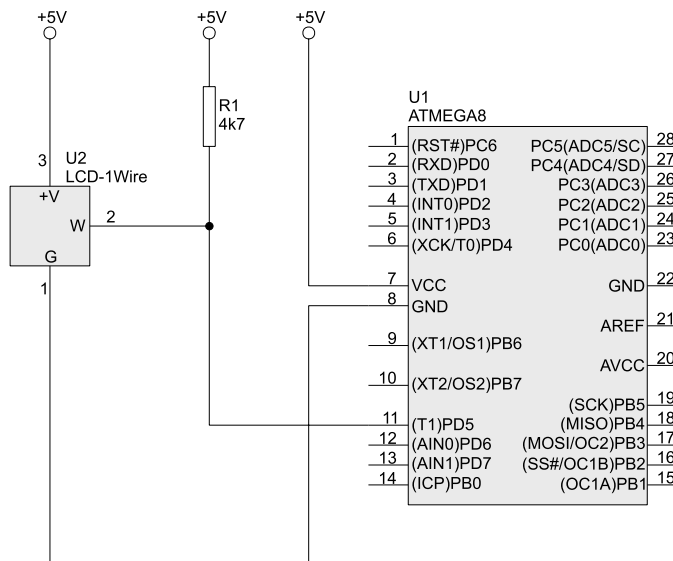
Schemat montażowy wyświetlacza z interfejsem 1-Wire przedstawiono na rys. 3. Ma on niezwykle prostą budowę, a jedyną trudnością podczas montażu będzie wlotowanie układu U1 który jest w obudowie SMD. Ale jest to obudowa z dość dużym jak na elementy SMD rozstawem wyprowadzeń, więc za pomocą cienkiego grota oraz cienkiego lutownia nie powinno być problemu. Po zmontowaniu wyświetlacz od razu powinien poprawienie pracować. Gdyby nic na wyświetlaczu się nie pojawiało, należy potencjometrem P1 wyregulować jego kontrast. W przeprowadzeniu testu wyświetlacza pomocne będą przykłady programów przedstawione w dalszej części artykułu. Jeżeli zamontowany wyświetlacz alfanumeryczny nie będzie podświetlany, to można nie montować elementów R10, R11, R12 i T1 odpowiedzialnych za sterowanie podświetleniem. Gdy w danej aplikacji niepotrzebne będą dodatkowe przyciski S1, S2 także można ich nie montować, a płytkę drukowaną przyciąć wzdłuż zaznaczonej kreski. Płytkę drukowaną będzie miała wtedy wymiary wyświetlacza LCD. Jasność podświetlenia można dobrać zmieniając wartość rezystora R10. Przy przyłączaniu wyświetlacza do systemu mikroprocesorowego należy zadbać o poprawną polaryzację napięć zasilających, gdyż ich odwrotne podłączenie może skończyć się uszkodzeniem wyświetlacza. Przedstawiony wyświetlacz nie musi być zintegrowany w jednej obudowie z systemem mikroprocesorowym, ale dzięki 1-Wire może pracować od niego w znacznej odległości, a sterowanie urządzeniem umożliwią lokalne przyciski S1, S2. Do ukła-

du można dołączyć różnego rodzaju wyświetlacze z kontrolerem HD44780. Aby w prosty sposób sterować wyświetlaczem 1-Wire można sobie przygotować procedury sterujące (stworzyć bibliotekę) wszystkimi parametrami tego typu wyświetlaczy (ze sterownikiem HD44780). W przedstawionych przykładach stworzono tylko kilka procedur niezbędnych do obsługi wyświetlacza z interfejsem 1-Wire, które można rozbudować lub dodać nowe odpowiedzialne za jego sposób działania.

Przykłady obsługi

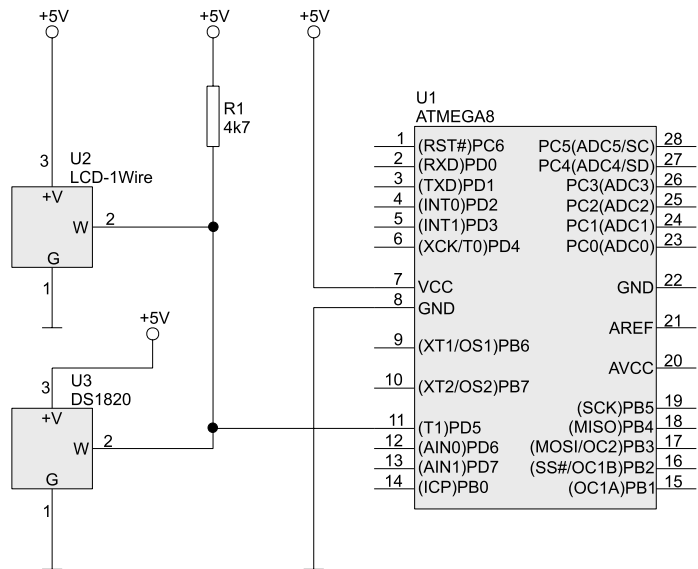
Podstawą do stworzenia własnych procedur sterujących wyświetlaczem z interfejsem 1-Wire w dowolnym języku mogą być przedstawione dwa przykłady. W pierwszym przypadku wyświetlacz został dołączony do mikrokontrolera zgodnie z rys. 4. Czyli do magistrali 1-Wire dołączony jest tylko jeden układ, a więc można pominąć w programie etap identyfikowania układu na magistrali poprzez jego unikalny numer ID. Na list. 1 przedstawiono program testujący

LCD wraz z przykładowymi procedurami sterującymi wyświetlaczem. Procedura *Init_1* inicjalizuje układ DS2408 tak, by jego linia RSTZ była linią strobojącą dane, a nie linią zerowania. Rozkaz &HCC jest rozkazem przeskoczenia zapisu kodu ID identyfikującego układ na magistrali 1-Wire. Procedura *Zap_1w* zapisuje dane do portu układu DS2408 podane jako parametr *Dana*. Natomiast funkcja *Odcz_1w* zwraca stan linii portu układu DS2408, czyli możliwy jest za pośrednictwem tej funkcji odczyt stanu przycisków S1, S2. W tab. 2 przedstawione zostały, wraz z opisem, zaimplementowane w programie procedury sterujące wyświetlaczem LCD. Prócz wspomnianej funkcji *Odcz_1w* pozostałe służą do obsługi samego wyświetlacza. Procedura *Init_lcd* służy do inicjacji wyświetlacza. Odbywa się w niej konfiguracja wyświetlacza do pracy w trybie 4-bitowym, wyłączone zostaje miganie kursora oraz sam kursor, a także następuje czyszczenie ekranu wyświetlacza. Także w tej procedurze zostaje włączony wyświetlacz. Procedura *Lcdcls* służy do czyszczenia ekranu wyświetlacza. Zawarto w niej także dodatkowe ustawienie kursora w lewym górnym rogu ekranu wyświetlacza. Procedurą odpowiedzialną za dowolne ustawienie kursora na ekranie wyświetlacza jest *Lcdxy*, której pierwszy parametr określa wiersz a drugi kolumnę wyświetlacza. Numer wiersza jak i kolumny są numerowane od wartości 1. Procedura *Wys_lcd* wysyła do wyświetlacza tekst przekazany jako jej parametr. Podświetlenie wyświe-



Rys. 4. Sposób dołączenia wyświetlacza z interfejsem 1Wire do mikrokontrolera

tlacza można załączyć lub wyłączyć wywołując procedurę *Podsw*, której parametr określa stan podświetlenia. Przy parametrze równym 0, podświetlenie jest wyłączone, a przy wartości 1 załączane. Wymienione procedury sterujące wyświetlaczem wysyłają do niego dane sterujące oraz dane do wyświetlenia za pośrednictwem procedury *Zap_lcd*, której parametr *R* określa czy jest to dana do wyświetlenia, czy dana sterująca. Przy wartości 0 parametru *R* (który odpowiada stanowi linii RS wyświetlacza) będzie zapisywana wartość kontrolna, a przy 1 wartość do wyświetlenia w kodzie ASCII. Drugi parametr tej procedury jest wartością zapisywaną do LCD danej. Aby przetestować działanie wyświetlacza LCD o rozdzielczości 2*16 znaków wyświetlony zostaje na 2 sekundy w jego pierwszej linii tekst ****LCD**** a w drugiej 1-Wire. W pętli głównej programu zrealizowane zostały funkcje załączania i wyłączania podświetlenia lokalnym przyciskiem S1. Stan przycisku S2 jak i stan podświetlenia są prezentowane na ekranie wyświetlacza. Na podstawie przedstawionych procedur (ze sporą ilością komentarzy) można dodać nowe, które umożliwią skorzystanie z pozostałych funkcji wyświetlacza LCD z kontrolerem HD44780 jak przykładowo z możliwością definiowania własnych znaków, włączania/wyłączania kursora itp. Z przygotowaniem tego typu procedur na przykładzie już zaimplementowanych nie powinno być większych kłopotów choć przedstawione w tab. 2 procedury umożliwiają już wykorzystanie wyświetlacza w większości tworzonych aplikacji. Jak wspomniano wyświetlacz może współpracować z kilkoma układami dołączonymi do tej samej magistrali 1-Wire, czego przykładem będzie prosty termometr którego schemat ideowy przedstawiono na **rys. 5**. Jako mikrokontroler sterujący termometrem można zastosować mikrokontroler nawet w obudowie DIP8 lub jeszcze innej o mniejszej liczbie wyprowadzeń. Na **list. 2** przedstawiono niektóre elementy programu realizującego termometr. Procedury sterujące wyświetlaczem są identyczne jak na list. 1 i zgodne z tab. 2, a cały program sterujący termometrem załączam do artykułu. W przypadku termometru, w którym do jednej magistrali dołączone zostały dwa układy, do ich



Rys. 5. Interfejs może współpracować z innymi układami 1Wire

wyboru trzeba użyć odczytanych wcześniej numerów ID. W programie termometru na jego początku następuje odczyt liczby układów na magistrali 1-Wire oraz odczyt ich 64 bitowych numerów ID, które zostają zapisane w tablicach ID1 i ID2. Procedura *Zap_id* umożliwia wybór układu dołączonego do magistrali 1-Wire, z którym odbywać się będzie komunikacja. Przy wartości 0 jej parametru będzie wybierany wyświetlacz, a przy 1 termometr DS1820. W tej procedurze tak termometr, jak i układ DS2408 sterujący wyświetlaczem jest identyfikowany na podstawie kodu rodziny układu, którym jest pierwszy odczytany bajt numeru ID. Układ DS2408 ma kod &H29, a DS1820 kod &H10. Przy wyborze do komunikacji układu termometru DS1820 zawsze należy go identyfikować jego numerem, natomiast w przypadku DS2408 (wyświetlacza LCD) wystarczy go raz wybrać (zaadresować), a następnie używać rozkazu &HA5, który jest rozkazem przywrócenia poprzedniego numeru ID. Układ zostanie zaadresowany ostatnio wysłanym numerem ID. Rozkazem &HA5 zastąpiono rozkazy przeskoku numeru ID (&HCC), co widać w procedurze *Init_1w*. Rozkaz &HA5 znacząco zwiększa szybkość komunikacji mikrokontrolera z wyświetlaczem LCD, gdyż za każdym wysłanym bajtem do wyświetlacza nie jest potrzebne wysyłanie 8 bajtowego numeru ID. W procedurze *Pom_temp* następuje pomiar, odczyt oraz przeliczenie zmierzonej przez czujnik DS1820 temperatury. W pę-

tli głównej programu prócz funkcji sterującej podświetleniem przez przycisk S1 (identycznej jak na list. 1) wywoływana jest procedura pomiaru i wyświetlana temperatura. W pierwszej linii wyświetlacza zostaje pokazana liczba znalezionych układów na magistrali 1-Wire, a w drugiej linii zmierzona przez czujnik temperatura. Jak widać obsługa wyświetlacza z magistralą 1-Wire nie powinna nastęrczać większych problemów, więc tego typu wyświetlacz może znaleźć miejsce w wielu nie tylko prostych urządzeniach, ale i większych systemach, znacząco upraszczając ich budowę.

Wiązania Marcin, EP
marcin.wiazania@ep.com.pl

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R9: 10 kΩ

R10: 10 Ω

R11: 4,7 kΩ

R12: 1 kΩ

P1: Potencjometr montażowy leżący mały 10 kΩ

Kondensatory

C1: 100 nF

C2: 47 μF/16 V

Półprzewodniki

U1: DS2408

T1: BC328

D1: BAT42

W1: Wyświetlacz alfanumeryczny LCD 2*16 znaków

Inne

S1, S2: Przycisk typu Microswitch

Z1: Goldpin 3x1

Z2A: Goldpin 1x16

Z2B: Gniazdo na goldpin 1x16