

Uniwersalny szeregowy sterownik wyświetlacza LCD, część 1

AVT-577

Standardowe podłączenie wyświetlacza LCD „zajmuje“ od sześciu nawet do jedenastu wyprowadzeń mikrokontrolera. W przypadku prostego układu nie ma to znaczenia, jeśli jednak w budowanym układzie zaczyna brakować portów warto zastosować wyświetlacz z interfejsem szeregowym.
Rekomendacje: dla twórców systemów wykorzystujących zdalne panele operatorskie, których typowym elementem są wyświetlacze alfanumeryczne.

Pozwoli to na zmniejszenie liczby wyprowadzeń sterujących nawet do jednego, a dodatkowo umożliwi oddalenie wyświetlacza od głównego układu. Takie rozwiązanie zwalnia główny mikrokontroler z konieczności konfiguracji wyświetlacza, gdyż wszystkie procedury wykonuje sterownik wyświetlacza.

Przedstawiony w artykule sterownik wyświetlacza umożliwia sterowanie wyświetlaczem alfanumerycznym o organizacji 2x16 znaków z podświetlaniem poprzez interfejs szeregowy. Przy czym możliwa jest komunikacja w trzech popularnych standardach:

- szeregowy asynchroniczny, zgodny z RS232, z możliwością ustawienia prędkości transmisji w zakresie 2400...5700 bd. W tym trybie wyświetlacz można dołączyć bezpośrednio do mikrokontrolera sterującego lub poprzez prosty tranzystorowy konwerter napięć do złącza szeregowego komputera.
- I²C z możliwością wybrania jednego z czterech adresów układu magistrali, co pozwoli na uniknięcie konfliktów, w przypadku dołączenia kilku układów do magistrali.
- SPI z wykorzystaniem linii wyboru układu (*Slave Select*)- wykorzystywane są trzy linie lub bez wyboru układu - komunikacja odbywa się po dwóch liniach (zegarowej i danych).

W każdej z wymienionych wersji transmisja odbywa się jednokierunkowo (z układu sterującego do wyświetlacza) z maksymalną częstotliwością sygnału zegarowego równą 100 kHz (dla RS232 57600 Hz). Sterownik umożliwia także zdalne sterowanie podświetlaniem wyświetlacza, oprócz jego włączenia lub wyłączenia możliwe jest także ustawienie intensywności podświetlania. Intensyw-

ność może być regulowana w dzieściu krokach i jest regulowana poprzez modulację PWM z wykorzystaniem sprzętowego sterownika.

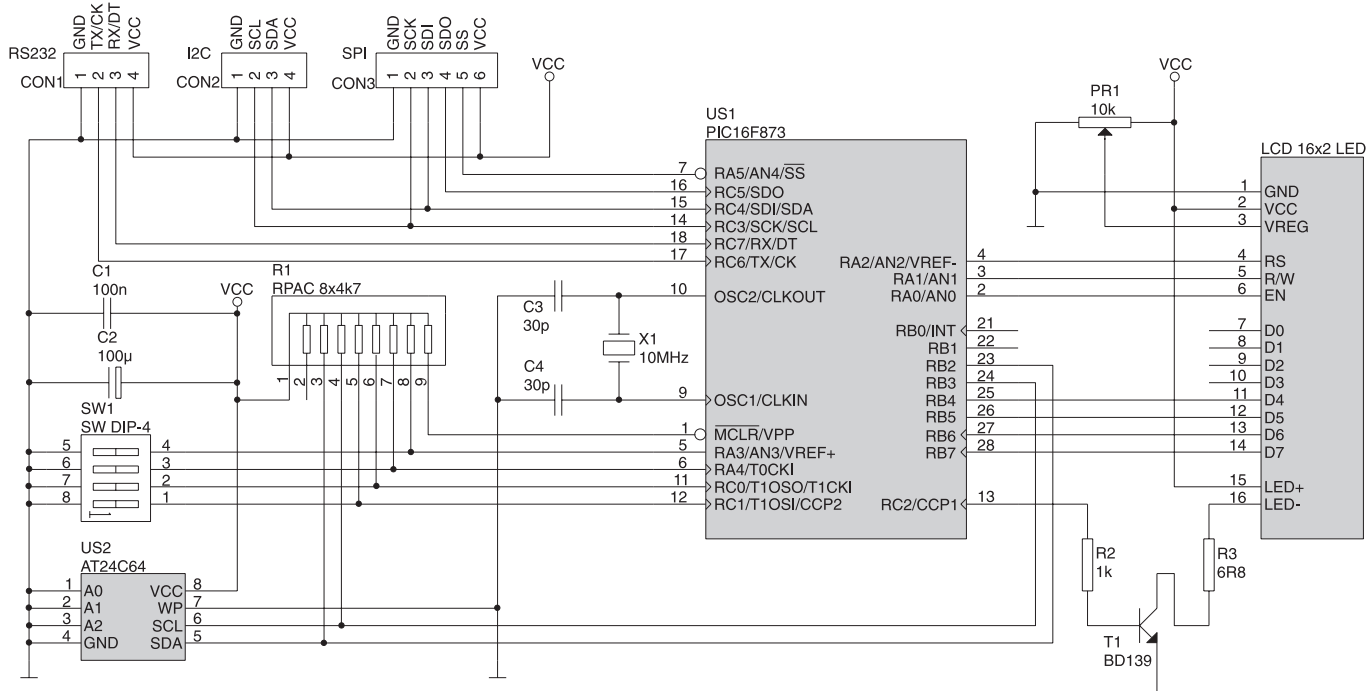
Dodatkowo w układzie sterownika wyświetlacza zastosowana została pamięć EEPROM o pojemności 8 kB służąca do zapisania gotowych komunikatów. Pozwala to na zapisanie w pamięci sterownika maksymalnie 256 gotowych komunikatów, które następnie mogą zostać wyświetlone na wyświetlaczu. Ma to szczególne znaczenie budowie wielopoziomowego menu, gdzie zachodzi potrzeba wyświetlania dużej ilości informacji. Zapisanie ich w pamięci sterownika pozwoli na znaczne zredukowanie potrzebnej pamięci programu mikrokontrolera sterującego. Zapis komunikatów do pamięci wyświetlacza może być wykonane przez interfejs szeregowy lub przy zastosowaniu zewnętrznego programatora pamięci EEPROM.

W pamięci wyświetlacza zapisane są także polskie znaki diakrytyczne, jednak ze względu na ograniczoną pamięć definiowanych znaków mogą być wyświetlane tylko małe znaki z pominięciem „Ź“.

Podstawowe funkcje wyświetlania komunikatów realizowane są przy pomocy znaków ASCII, co w połączeniu z konwerterem RS232->TTL umożliwia obsługę wyświetlacza poprzez dowolny terminal, natomiast zaawansowane funkcje wymagają danych binarnych.

Opis budowy

Schemat elektryczny uniwersalnego sterownika wyświetlacza LCD przedstawiono na **rys. 1**. Elementem sterującym całym układem jest mikrokontroler typu PIC16F873, który pracuje z zewnętrznym rezonatorem kwarcowy-



Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika wyświetlacza LCD

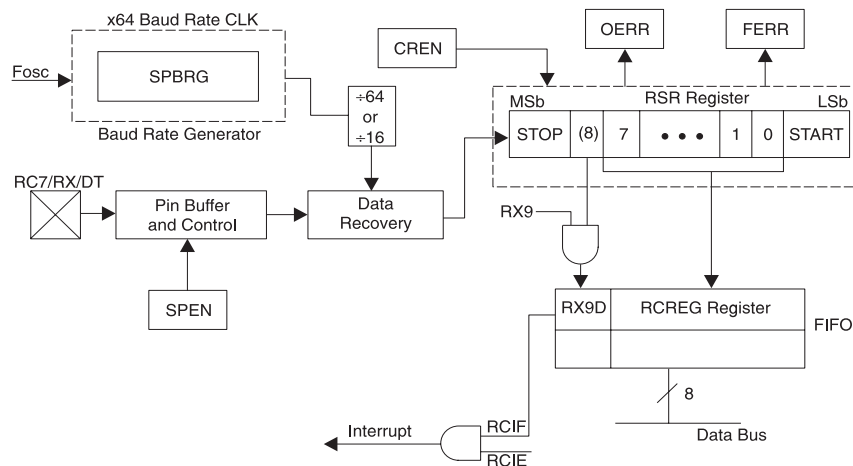
wym X1. Wyświetlacz dołączono do portów RA i RB i pracuje w trybie czterobitowym. Do regulacji kontrastu wyświetlacza służy potencjometr PR1. Jako wzmacniacz prądowy sterujący diodami podświetlającymi wyświetlacz pracuje tranzystor T1, szeregowo włączony rezystor R3 ogranicza maksymalny prąd do wartości około 140 mA. Komunikaty zapisywane są w pamięci EEPROM typu AT24C64 z interfejsem I²C dołączoną do portu RB. Do wyboru sposobu komunikacji sterownika z układem nadrzędnym służy przełącznik SW1. Drabinka rezystorów R1 podciąga wejścia, do których podłączony oraz pamięć EEPROM do plusa zasilania. Linie mikrokontrolera służące do poszczególnych rodzajów transmisji zostały wyprowadzone na złącza odpowiednio: RS232 na złącze CON1, I²C na złącze CON2, SPI na złącze CON3. Na złączu CON1 został wyprowadzony sygnał wyjścia danych RS232 TX/CK jednak nie jest on wykorzystywany ze względu na transmisję jednokierunkową (do wyświetlacza). Również złącze transmisji SPI zawiera sygnał danych wyjściowych SDO, który nie jest wykorzystywany. Dodatkowo, jeśli przy transmisji SPI mnie będzie używane wejście !SS, to układ nadrzędny może zostać dołączony do złącza CON2

przystosowanego do transmisji I²C. W tym przypadku linia SCL jest linią zegarową, a linia SDA linią danych transmisji SPI.

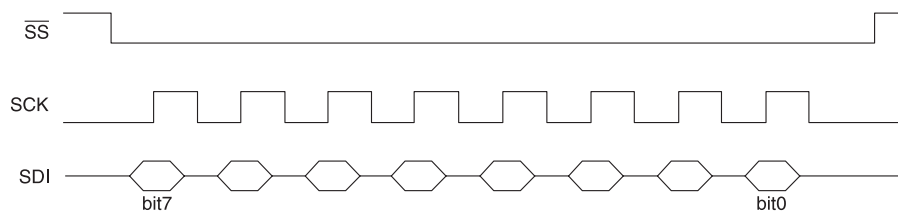
A wszystko sprzętowo

Programowa realizacja obsługi szybkiego interfejsu szeregowego, generowanie sygnału PWM oraz obsługa wyświetlacza wymaga od mikrokontrolera dużej szybkości pracy. Zastosowanie nawet szybkiego mikrokontrolera może i tak nie przynieść pożądanego efektu, gdyż podczas odbioru strumienia danych należy je także analizować i w zależności od wartości poszczególnych bajtów wykonać odpowiednie polecenia i dodatkowo

prześłać je do stosunkowo wolnego wyświetlacza. Aby spełnić wszystkie wymagania czasowe w przestawionym układzie został zastosowany mikrokontroler, który wszystkie operacje związane z transmisją szeregową wykonuje sprzętowo. Dodatkowo posiada sprzętowy sterownik generujący sygnał o zmiennej szerokości impulsu (PWM). Takie rozwiązanie powoduje 8-krotne przyspieszenie jego pracy. Wynika to z faktu, że mikrokontroler nie musi odbierać poszczególnych bitów transmitowanych danych, ale jest informowany o odebraniu całego bajtu przez sterownik sprzętowy. Dzięki temu mikrokontroler ma więcej



Rys. 2. Budowa sprzętowego sterownika transmisji szeregowej USART skonfigurowanego jako odbiornik



Rys. 3. Przebiegi wymagane do poprawnej pracy wyświetlacza w trybie SPI

czasu na analizę danych i obsługę wyświetlacza. Dane są przetwarzane jednakowo dla wszystkich rodzajów interfejsów, a różny jest tylko sposób „składania” bitów w jeden bajt, jednak od strony programowej nie ma to większego znaczenia.

Budowa sprzętowego sterownika dla transmisji RS232 przedstawiono na rys. 2. Po ustawieniu prędkości transmisji poprzez wpis do rejestru SPBRG generowane jest przerwanie gdy odebrany zostanie cały bajt danych. Odebrany bajt znajduje się w rejestrze RCREG.

Odbiór danych w standardzie SPI odbywa się przez moduł MSSP (*Master Synchronous Serial Port*). Ponieważ dane są wysyłane tylko do wyświetlacza wykorzystywane jest tylko wejście danych szeregowych SDI. W takt sygnału zegarowego podawanego przez układ nadrzędny poszczególne bity zapisywane są do rejestru SSPSR, a po odebraniu całego bajtu następuje jego przepisanie do rejestru SSPBUF i wygenerowany zostaje sygnał przerwania,

aby jednostka centralna mikrokontrolera mogła przetworzyć odebrany bajt. W opisywanym układzie sterownik SPI skonfigurowano do pracy z narastającym zboczem sygnału zegarowego, to znaczy stan wejścia SDI jest zapisywany do rejestru SSPSR w momencie zmiany stanu z niskiego na wysoki na wejściu SCK. Dodatkowo istnieje możliwość wyboru, czy dane mają być odbierane przez cały czas, czy dopiero po wybraniu układu (stan niski na wejściu !SS), co umożliwi podłączenie kilku układów z szyną SPI do jednej magistrali. Przebiegi czasowe wymagane do poprawnej pracy są przedstawione na rys. 3. Sygnał !SS jest wymagany tylko przy wyborze takiego trybu pracy. Maksymalna częstotliwość sygnału zegarowego wynosi 100 kHz, ograniczenie to nie wynika z właściwości modułu MSSP, gdyż jest on w stanie odbierać dane z dużo większą prędkością, jednak przy szybszej transmisji mikrokontroler „nie zdąży” ich przetworzyć.

Komunikacja w standardzie I²C odbywa się również przy pomocy

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: RPAC 8*4,7kΩ
- R2: 1kΩ
- R3: 6,8Ω
- PR1: Potencjometr montażowy 10kΩ

Kondensatory

- C1: 100nF
- C2: 100μF/16V
- C3, C4: 30pF

Półprzewodniki

- T1: BD139
- US1: PIC16F873-20MHz zaprogramowany
- US2: AT24C64

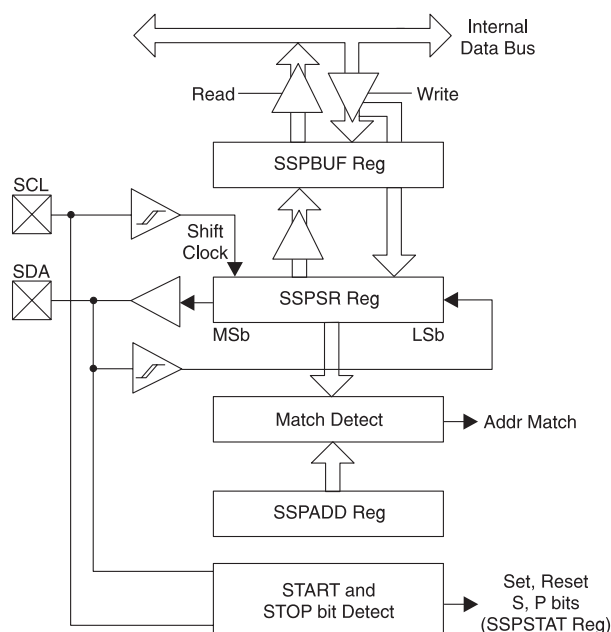
Różne

- CON1, CON2: Goldpin 1x4
- CON3: Goldpin 1x6
- SW1: przełącznik DIP4
- X1: Kwarc 10MHz
- Wyświetlacz LCD 2x16 (GDM1602A)

modułu MSSP, który należy nieco zmodyfikować, schemat blokowy tego modułu przystosowanego do pracy jako I²C Slave jest przedstawiony na rys. 4. Wykorzystywane są także te same rejestry robocze SSPSR i SSPBUF. Praca w trybie Slave jest w pełni kompatybilna ze standardem I²C i dlatego przedstawiony wyświetlacz może zostać dołączony do magistrali wraz z innymi układami, na przykład z pamięcią EEPROM. Adres, pod którym mikrokontroler będzie się zgłaszał na magistrali I²C zależy od wartości wpisanej do rejestru SSPADD. Wszystkie sygnały zgodne ze specyfikacją magistrali I²C są wykrywane i generowane przez sterownik, dzięki czemu jednostka centralna jest „powiadamiana” przerwaniem dopiero w momencie odebrania bajtu danych, co może nastąpić tylko wtedy, gdy adres układu podany na magistrali jest zgodny z zapisanym w rejestrze SSPADD. Jak widać upraszcza to znacznie procedurę obsługi magistrali, a co za tym idzie zajmuje znacznie mniej czasu procesora.

Krzysztof Pławiuk, EP
krzysztof.plawiuk@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: pcb.ep.com.pl oraz na płycie CD-EP5/2004B w katalogu PCB.



Rys. 4. Budowa modułu MSSP w trybie I²C (Slave)