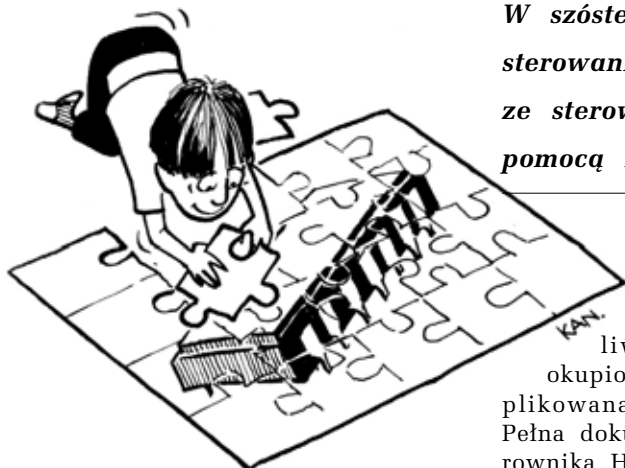


# Podstawy projektowania systemów mikroprocesorowych, część 6



*W szóstej części naszego cyklu przedstawiamy sposób sterowania wyświetlaczem alfanumerycznym zintegrowanym ze sterownikiem HD44780 oraz podstawy sterowania za pomocą mikrokontrolera urządzeniami dużej mocy.*

Często dołączony do systemu mikroprocesorowego wyświetlacz siedmiosegmentowy jest niewystarczający z punktu widzenia liczby znaków możliwych do wyświetlenia oraz liczby wyświetlanych pozycji. O wiele większe możliwości daje zastosowanie wyświetlacza znakowego LCD/OLED lub VFD zintegrowanego ze sterownikiem. Wyświetlacze takie (wykorzystujące najczęściej sterownik HD44780 lub z nim kompatybilny) umożliwiają wyświetlenie - w zależności od modelu - od jednej linii szesnastu znaków, do czterech linii po czterdzieści znaków. Sposób dołączenia wyświetlacza przedstawiono na **rys. 22**. Jak widać, do sterowania wyświetlacza znakowego stosuje się trzy sygnały sterujące oraz magistralę danych, która może mieć - w zależności od konfi-

guracji - cztery lub osiem (jak na rysunku) linii danych. Duże możliwości wyświetlacza są okupione nieco bardziej skomplikowaną obsługą programową. Pełna dokumentacja techniczna sterownika HD44780 jest dostępna na stronie internetowej <http://www.ep.com.pl> w dziale *Download>Dokumentacje*, w artykule przedstawimy jedynie ogólną zasadę współpracy wyświetlacza z mikrokontrolerem oraz zaprezentujemy przykładowe podprogramy obsługi takiego wyświetlacza.

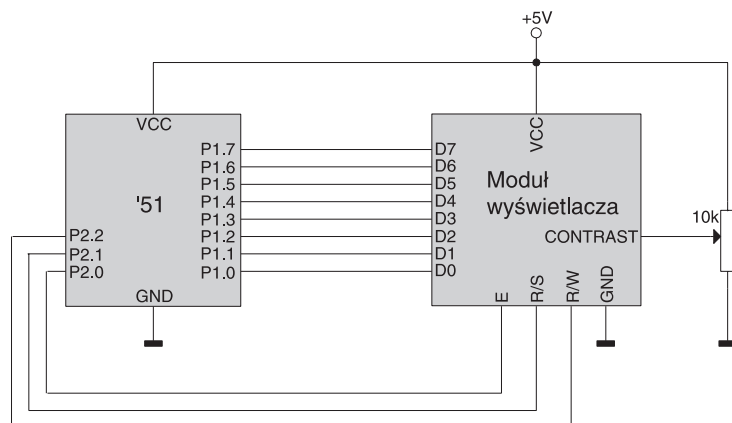
Jak już wspomniano, oprócz ośmio- lub czterobitowej magistrali danych mikrokontroler jest sprzęgnięty z wyświetlaczem za pośrednictwem trzech linii sterujących: E - linia sygnału strobującego podczas transmisji między wyświetlaczem a mikrokontrolerem, R/S - linia informująca sterownik wyświetlacza o tym, czy przesyłana informacja jest znakiem przeznaczonym do wyświetlenia, czy też jednym z rozkazów konfiguracyjnych, R/W - linia informująca o kierunku transmisji (odczyt/zapis). Po włączeniu zasilania konieczne jest przesłanie

do wyświetlacza odpowiedniej sekwencji rozkazów sterujących ustalających parametry jego pracy. Przykładowy program inicjujący zamieszczono na **list. 6** (wykorzystywano wyświetlacz 1 linia x 16 znaków).

Wyświetlanie danych na wyświetlaczu polega na przesyłaniu do sterownika kodów ASCII znaków przeznaczonych do wyświetlenia. W najprostszym przypadku konfiguracyjnym, wyświetlacz może działać w ten sposób, że po przesłaniu kolejnego znaku kursor (widoczny lub niewidoczny) przesuwany jest automatycznie na następną pozycję. Dzięki temu zmiana wyświetlanego tekstu wymaga wpisania ich kodów do pamięci sterownika, resztą zajmuje się sterownik bez żadnej ingerencji współpracującego mikrokontrolera. Na **list. 7** przedstawiono podprogram przesyłający pojedynczy bajt (kod ASCII znaku) do sterownika wyświetlacza. Wykorzystano w nim przedstawiony wcześniej podprogram sprawdzania zajętości.

Podobnie wygląda obsługa programowa wyświetlacza znakowego LCD pracującego z magistralą 4-bitową. Jediną różnicą jest sposób przesyłania danych: następuje transmisja dwóch słów czterobitowych, każdorazowo strobowanych sygnałem E. Jako pierwsza przesyłana jest starsza połowka bajtu. Magistrala danych ogranicza się do linii D4...D7, natomiast linie D0 do D3 pozostają nie podłączone. Oczywiście konieczne jest przeprowadzenie odpowiedniej inicjalizacji wyświetlacza przygotowującej go do pracy z czterobitową magistralą danych.

Przedstawiony powyżej opis jest jedynie zarysem problemu obsługi wyświetlacza znakowego



Rys. 22

List. 6. Procedura inicjująca sterownik wyświetlacza LCD 1x16

```

INIC_WYS:

    CLR P2.0           ;wyzerowanie linii strobujujacej
    MOV R7,#0FFH
OPLCD:                ;realizacja opoznienia koniecznego
    MOV R6,#0FFH      ;do wewnetrznej inicjalizacji wywietlacza
    DJNZ R6,$          ;po wlaczeniu zasilania
    DJNZ R7,OPLCD

    CLR P2.1           ;przeslanie rozkazu konfiguracyjnego
    CLR P2.2           ;(patrz specyfikacja HD44780)
    MOV P1,#0FH
    SETB P2.0          ;impuls
    CLR P2.0           ;strobujujacy

    LCALL CLR_LCD      ;wywołanie procedury czyszczacej wywietlacza

    LCALL SPR_BUSY     ;sprawdzenie zajetosci wywietlacza
    CLR P2.1
    CLR P2.2
    MOV P1,#38H        ;przeslanie kolejnego rozkazu konfiguracyjnego
    SETB P2.0
    CLR P2.0

    LCALL SPR_BUSY     ;sprawdzenie zajetosci

    CLR P2.1           ;kolejny rozkaz konfiguracyjny
    CLR P2.2
    MOV P1,#0CH
    SETB P2.0
    CLR P2.0

    RET                ;powrot do programu glownego

SPR_BUSY:              ;podprogram sprawdzajacy zajetosc wywietlacza

    MOV P1,#0FFH      ;ustawienie linii portu - praca jako wejście
    CLR P2.1           ;odczyt bajtu
    SETB P2.2          ;statusu wywietlacza
    SETB P2.0
    MOV A,P1           ;odczyt szyny danych
    CLR P2.0
    JB ACC.7,SPR_BUSY ;pozostanie w petli jezeli zajety
    RET                ;powrot do programu glownego

CLR_LCD:               ;podprogram czyszczenia zawartosci wywietlacza

    LCALL SPR_BUSY     ;sprawdzenie czy zajety

    CLR P2.1
    CLR P2.2
    MOV P1,#01H        ;wyslanie rozkazu zerowania
    SETB P2.0
    CLR P2.0

    RET                ;powrot do programu glownego

```

LCD. Przedstawienie pełnej specyfikacji tego typu wyświetlaczy wykracza poza ramy tego artykułu. Jest to związane m.in. z tym, że przedstawiony tutaj sposób obsługi wyświetlacza LCD może być nieskuteczny w przypadku zastosowania wyświetlacza innego rodzaju (inna liczba znaków i linii, niekiedy wystarczy tylko inny producent), co wiązałyby się

z przedstawieniem ogromnej liczby procedur w celu zapewnienia współpracy z każdą możliwą konfiguracją. Wydaje się jednak, że przedstawione tutaj informacje w połączeniu z notą katalogową sterownika HD44780 pozwolą średnio doświadczonemu programiście opracowanie podprogramów odpowiednich dla danego, używanego przez niego, modelu.

List. 7.

```

;ZNAK - zmienna bajtowa przechowujaca kod znaku do wywietlenia

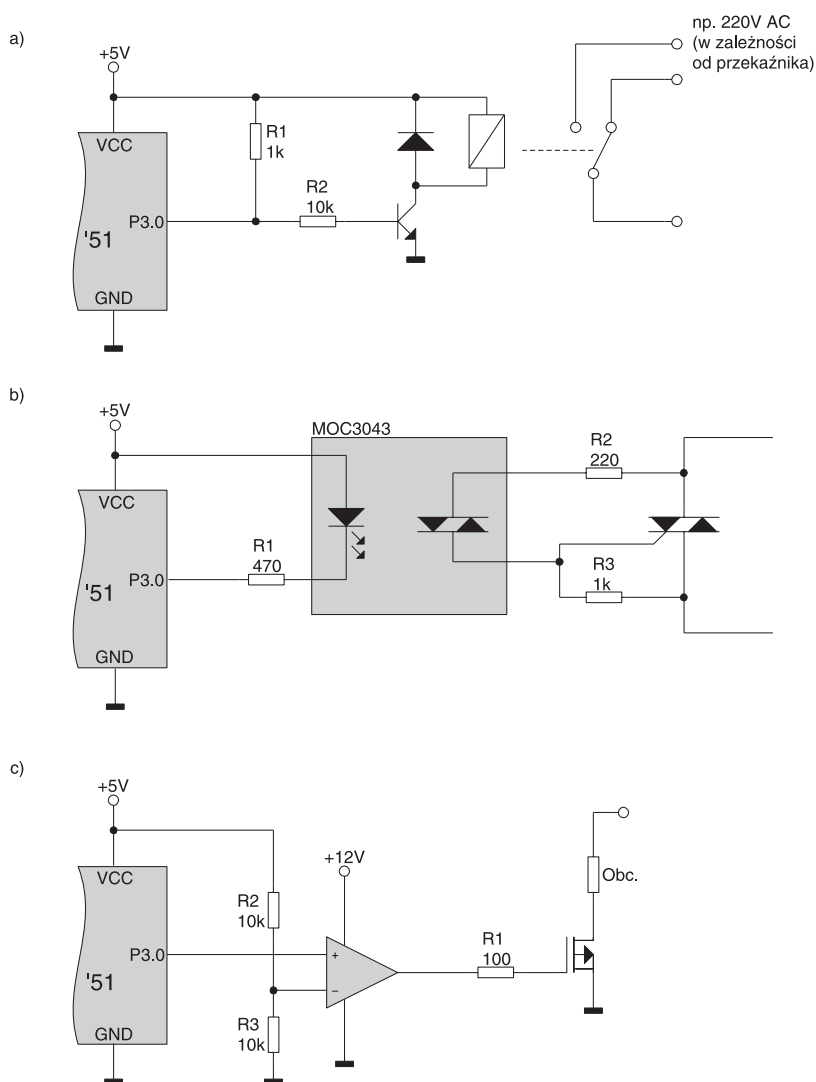
WYSW_ZNAK:
    LCALL SPR_BUSY     ;sprawdzenie zajetosci
    SETB P2.1          ;tryb zapisu
    CLR P2.2           ;danej
    MOV P1,ZNAK        ;wyslanie kodu znaku na szyne danych
    SETB P2.0          ;impuls
    CLR P2.0           ;strobujujacy
    RET                ;powrot do programu glownego

```

## Sterowanie urządzeniami dużej mocy

Budując sterownik mikroprocesorowy często powierzamy mu zadanie sterowania urządzeniami dużej mocy i/lub urządzeniami zasilanymi bezpośrednio z sieci. Z oczywistych względów nie możemy obciążyć wyprowadzeń mikrokontrolera prądami rzędu amperów, a tym bardziej nie możemy podłączyć do niego bezpośrednio napięcia sieciowego 220V. Najprostszym sposobem sterowania urządzeniami dużej mocy i równocześnie metodą na zapewnienie separacji galwanicznej od sieci 220V jest zastosowanie przekaźnika. Układ sprzęgnięcia przekaźnika z mikrokontrolerem pokazano na **rys. 23a**). Jako element pośredniczący zastosowano tranzystor NPN z linii mikrokontrolera. Zastosowanie rezystora R1 jest konieczne w przypadku sterowania dużych przekaźników o znacznym prądzie wzbudzenia - zwiększa on prąd bazy tranzystora, dzięki czemu nie trzeba stosować elementu o bardzo dużym wzmocnieniu. Oczywiście przekaźnik nie musi być zasilany z napięcia zasilającego mikrokontroler (+5 V na rysunku) - można stosować przekaźniki na dowolne napięcia jednak tylko z przedziału napięć tzw. bezpiecznych (poniżej 50V) ze względu na brak separacji galwanicznej między obwodem cewki przekaźnika a mikrokontrolerem (do którego może być podłączona np. klawiatura). Dioda dołączona równolegle do cewki przekaźnika zabezpiecza tranzystor przed przepięciami powstającymi w chwili wyłączenia. Zaletą tego układu jest możliwość sterowania bardzo dużymi mocami - w praktyce ograniczeniem jest tylko wytrzymałość styków zastosowanego przekaźnika. Wadą jest natomiast stosunkowo powolność (nie od uniknięcia w układach z elementami mechanicznymi - czas potrzebny na zadziałanie przekaźnika) oraz skończona liczba przełączeń (związana ze zużyciem się zestyków).

Jeżeli zależy nam na sterowaniu całkowicie elektronicznym, to w przypadku sterowania urządzeniami na napięcie sieciowe korzystne będzie zastosowanie optotriaka (dokładniej transoptora z optotriakiem jako elementem światłoczułym)



Rys. 23

wraz z trakiem, w układzie jak na rys. 23b). Od strony mikrokontrolera sterowanie odbywa się w identyczny sposób jak sterowanie diody LED - można wykorzystać przeznaczony do takich zastosowań port mikrokontrolera lub w razie potrzeby bufor z tranzystorem. Od strony wysokiego napięcia występuje triak mocy sterowany przez optotriak wbudowany do transoptora. Na przedstawionym schemacie umieszczono optotriak MOC3043, który jest wyposażony w układ wykrywania przejścia przez zero napięcia sieci, co umożliwi eliminację zakłóceń wnoszonych do sieci przy włączaniu triaka. Rezystory R2 i R3 polepszają warunki pracy układu wykrywania zera. Jeśli zastosujemy optotriak z serii MOC3023 (bez układu wykrywania zera), to powyższe rezystory nie są niezbędne. Warto jednak zostawić rezystor R2 - zabezpiecza on trans-

optor przed przeciążeniem w przypadku uszkodzenia triaka głównego - wówczas cały prąd obciążenia mógłby popłynąć przez optotriak i spowodować jego zniszczenie. Za-

stosowanie transoptora zapewnia izolację galwaniczną do napięcia rzędu 5000 V (w zależności od producenta).

W przypadku sterowania elektronicznego urządzeniami pracującymi przy niskim napięciu stałym, najlepiej jest zastosować włączanie obciążenia przy pomocy tranzystora MOSFET dużej mocy. Sytuację taką przedstawiono na rys. 23c. Tranzystor mocy MOS z kanałem N sterowany jest tutaj przez wzmacniacz operacyjny pracujący w układzie komparatora. Jako napięcia wejściowe do wzmacniacza operacyjnego doprowadzono potencjał równy połowie napięcia zasilania mikrokontrolera, wytworzony za pomocą rezystorów R2 i R3 oraz napięcie z linii portu mikrokontrolera. Zasilanie wzmacniacza napięciem 12 V jest niezbędne ze względu na napięcie progowe tranzystora MOS, które dla elementów dużej mocy może sięgać nawet 8 V. Sterowanie takiego elementu bezpośrednio z wyprowadzenia mikrokontrolera (napięcie sterujące max. 5V) doprowadziłoby do znacznych strat mocy na tranzystorze, wskutek niepełnego otwarcia jego kanału. Zastosowany rezystor R1 ogranicza prąd związany z przeładowaniem pojemności bramki tranzystora MOS (rzędu nawet 10 nF). W prezentowanym układzie wystąpienie jedynki logicznej na wyprowadzeniu portu doprowadzi do załączenia tranzystora (napięcie wyjściowe wzmacniacza równe napięciu zasilania).

**Paweł Hadam, AVT**  
pawel.hadam@ep.com.pl