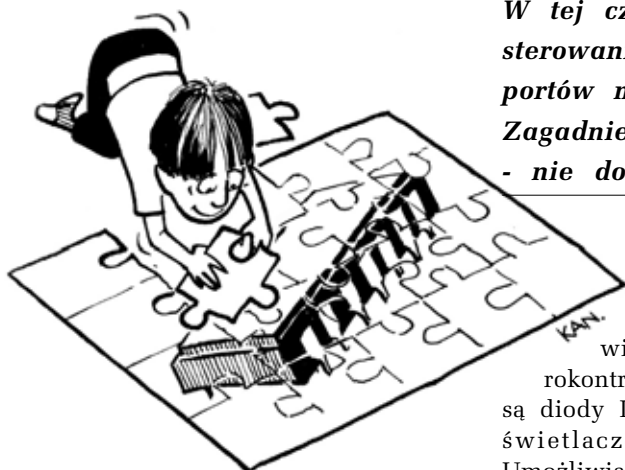


# Podstawy projektowania systemów mikroprocesorowych, część 4

*W tej części kursu przedstawiamy sposoby statycznego sterowania diodami i wyświetlaczami LED za pomocą portów mikrokontrolera.*

*Zagadnienie niby dość proste, ale - jak pokazuje praktyka - nie do końca poznane.*



## Urządzenia wyjściowe - statyczne sterowanie wyświetlaczami i diodami LED

System mikroprocesorowy zazwyczaj realizuje zadania, w wyniku których otrzymywany jest jakiś wynik. Wynik ten jest bezużyteczny tak długo, dopóki nie znajdziemy sposobu aby przesłać go na zewnątrz systemu. Do realizacji tego zadania służą w systemach mikroprocesorowych urządzenia wyjściowe. W zależności od formy w jakiej ma być ów wynik przekazany, mogą to być różnego rodzaju wskaźniki i wyświetlacze, układy transmisji cyfrowej w określonym protokole, czy inne systemy przekazywania danych.

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem obrazowania pracy niewielkich systemów z mikrokontrolerami jednokładowymi są diody LED i oparte na nich wyświetlacze siedmiosegmentowe. Umożliwiają one szybki, bezpośredni odczyt parametrów pracy urządzenia, a ich zaletą jest czytelność, nawet w całkowitych ciemnościach.

Jednym z podstawowych parametrów charakteryzujących wyświet-

stąpienia emisji światła, dlatego podczas projektowania zespołu wyświetlacza trzeba uwzględnić ten parametr i porównać go z maksymalnym prądem obciążenia linii portu mikrokontrolera. Jeżeli obciążalność prądowa portu będzie niewystarczająca, to należy zastosować układy pośredniczące - tranzystory lub układy scalone (drivery) o odpowiedniej wydajności prądowej.

Warto przypomnieć, że w większości mikrokontrolerów bezpośrednio dołączenie diody LED (wraz z rezystorem ograniczającym prąd płynący przez diodę) jest możliwe tylko w konfiguracji, w której prąd wpływa do portu mikrokontrolera (LED włączony między „+” zasilania a linię portu - rys. 15a). W tym przypadku ustawienie stanu niskiego na wyprowadzeniu powoduje zaświecenie się diody. Rezystor ograniczający prąd diody w tym układzie nale-

**Parametry zawsze z noty katalogowej**  
**Podczas dobierania wartości rezystorów ograniczających prąd płynący przez segment wyświetlacza lub diodę, należy zawsze sprawdzać w notach katalogowych wartości parametrów takich jak: maksymalny prąd wyjściowy portu i napięcie przewodzenia diody LED. Dobieranie wartości rezystora ograniczającego prąd „na oko” nie jest zgodne ze sztuką projektowania i może doprowadzić do uszkodzenia elementów.**

łączy LED (zarówno wyświetlacze siedmiosegmentowe jak i pojedyncze diody) jest prąd konieczny do wy-

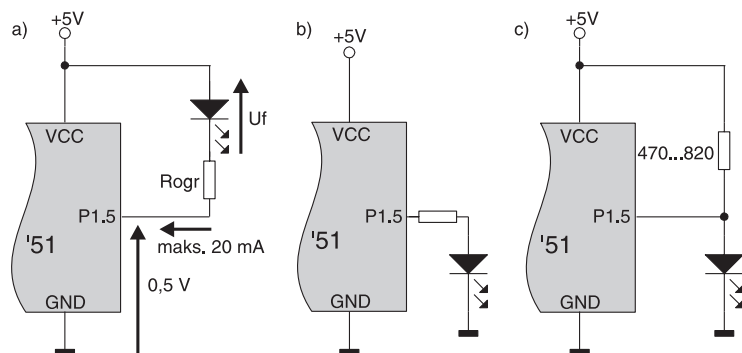
ży dobrać z zależności:

$$R_{ogr} = (5 - 0,5 - U_f) / I_f,$$

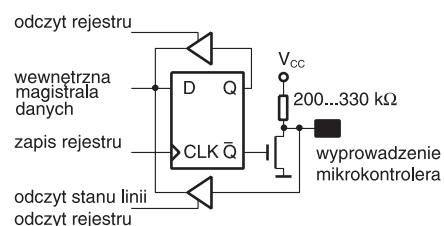
gdzie:

$U_f$  - napięcie przewodzenia diody (zależy od koloru świecenia),

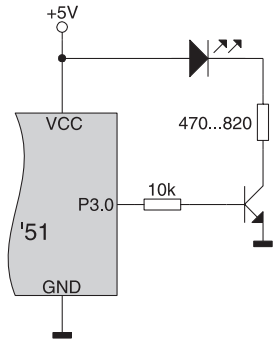
$I_f$  - prąd przewodzenia diody, jego wartość maksymalna nie może przekraczać 20 mA.



Rys. 15. Różne sposoby sterowanie diod LED z wyjścia mikrokontrolera: najczęściej stosowany w mikrokontrolerach z rodziny '51 (a), możliwy do zastosowania w niektórych mikrokontrolerach '51 (b), niezalecany (c)



Rys. 16. Budowa typowego portu I/O w mikrokontrolerach '51



Rys. 17. Tranzystor NPN jako wzmacniacz prądowy do sterowania diodą LED

Układ w którym dioda byłaby włączona między linię portu a masę jest nieprawidłowy - dioda nie będzie się świecić lub będzie się świecić bardzo słabo z powodu zbyt małej obciążalności portu w stanie „1” (rys. 15b). Można co prawda zrezygnować z szeregowego rezystora ograniczającego wbudowanego wewnątrz mikrokontrolera '51 (rys. 16) i dołączyć do linii portu dodatkowy rezystor podciągający o podobnej rezystancji (rys. 15b). Jednak układ ten nie jest stosowany ze względu na duży pobór prądu - w chwili gdy dioda nie świeci jest on większy niż podczas jej świecenia!

W sytuacji, gdy wykorzystujemy linię portu mikrokontrolera niezdolną samodzielnie do prawidłowego wystereowania diody LED, należy zastosować układ pośredniczący, zapewniający odpowiednią wydajność prądową. W zależności od liczby dołączanych diod możemy zastosować układ z tranzystorem (rys. 16)

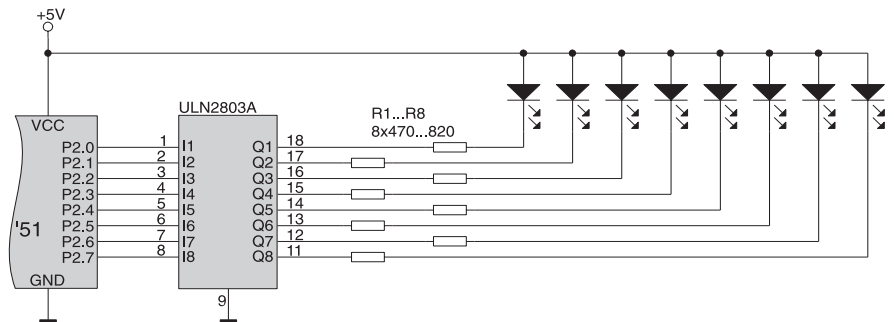
lub wykorzystujący scalony driver, np. ULN2803A w układzie przedstawionym na rys. 18. Ten drugi wariant nadaje się szczególnie dobrze do sterowania diod o dużej mocy (kilku...kilkunastu W), ponieważ wydajność prądowa driverów zintegrowanych w układzie ULN2803 jest większa niż wymagana przez klasyczne LED-y.

Omówione powyżej sposoby sterowania wyświetlaczy i diod LED należą do grupy statycznych - świecenie lub nie dołączonej do układu diody zależy tylko od stanu wyprowadzenia portu mikrokontrolera. Takie sterowanie powoduje, że obsługa programowa jest bardzo prosta. Wystarczy tylko wykorzystać rozkazy ustawiania lub zerowania linii mikrokontrolera (SETB Px.y, CLR Px.y), a w przypadku wykorzystywania całego portu mikrokontrolera do sterowania diodami LED do ich obsługi można wykorzystać także rozkaz przesłania bajtu danych do portu (MOV Px,#{wartość}).

W układach mikroprocesorowych bardzo często zachodzi konieczność podłączenia większej liczby wyświetlaczy 7-segmentowych czy diod LED, niż pozwala na to liczba wyprowadzeń zastosowanego mikrokontrolera. Wyjściem z sytuacji są układy wyświetlaczy dynamicznych (wyświetlacze multipleksowane). Zasada ich działania polega na współdzieleniu wyprowadzeń mikrokontrolera przez połączone w grupy diody LED (np. jedna grupa - jeden wyświetlacz siedmiosegmentowy) i dołączeniu dodatkowych układów sterujących zasilaniem poszczególnych grup - odpowiednio szybkie zapalenie i gaszenie poszczególnych grup (wraz z wymuszeniem żądanych stanów świecenia) oraz bezwładność ludzkiego wzroku daje w efekcie złudzenie świecenia całego wyświetlacza.

Szczegóły takich rozwiązań przedstawimy za miesiąc.

**Paweł Hadam**



Rys. 18. Jeżeli mikrokontroler steruje większą ilością diod lub segmentów wyświetlaczy można pokusić się o zastosowanie scalonego drivera np. ULN2803