

## Podłączanie zewnętrznych układów do systemu mikroprocesorowego

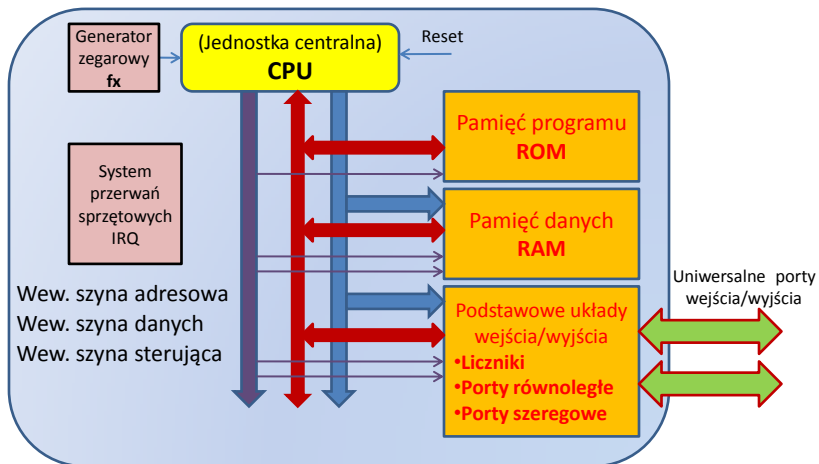
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

### Rozbudowa systemu mikroprocesorowego

- Podstawowy system mikroprocesorowy zawiera jednostkę CPU, pamięć programu ROM, pamięć danych RAM i powinien zawierać jakieś urządzenia wejścia/wyjścia.
- Jeżeli jest za mało pamięci ROM lub pamięci RAM można podłączyć zewnętrzną pamięć programu lub zewnętrzną pamięć danych, oczywiście jeżeli system mikroprocesorowy ma taką możliwość.
- System zbudowany na mikrokontrolerze będzie miał już w sobie podstawowe układy wejścia/wyjścia, takie jak porty równoległe, porty szeregowy i układy czasowe.
- Za pomocą portów równoległych i portów szeregowych można dołączać do systemu inne urządzenia, np. sygnały z czujników, klawiaturę, przekaźniki, diody LED, wyświetlacze LED, LCD, przetworniki A/C i C/A, pamięci masowe – karty pamięci, moduły radiowe...
- W wielu przypadkach liczba, jak i możliwości wewnętrznych układów I/O są niewystarczające więc należy dołączyć zewnętrzne układy I/O.

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

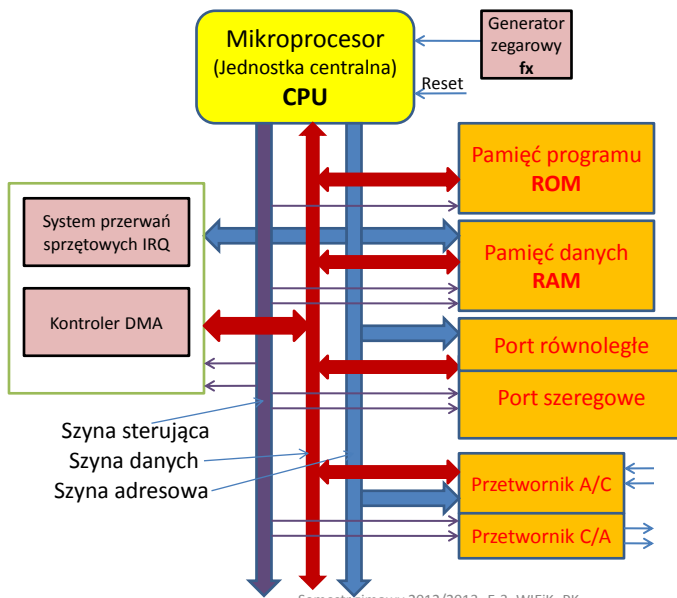
## System mikroprocesorowy na mikrokontrolerze



**MIKROKONTROLER** – (ang. *MicroComputer System*) Wszystkie podstawowe elementy systemu w jednym układzie scalonym

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## System mikroprocesorowy na mikroprocesorze



Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## **Rozbudowa gotowego systemu mikroprocesorowego**

- W pełni zdolne i gotowe do działania systemy mikroprocesorowe, np. sterowniki typu PLC, też mają możliwość dołączania dodatkowych modułów rozszerzających funkcjonalność samego sterownika przemysłowego.
- Jeżeli producent przewidział taką możliwość, to za pomocą interfejsów równoległych lub szeregowych można zainstalować dodatkowe logiczne moduły wejścia/wyjścia, moduły wejść lub wyjść analogowych, moduły do pomiaru temperatury.
- Większość sterowników PLC ma możliwość podłączenia do zewnętrznego panelu operatorskiego za pomocą portu szeregowego.

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## **Elementy i układy najczęściej podłączane do systemu mikroprocesorowego**

### **Podstawowe elementy systemu**

- Dodatkowa pamięć programu ROM (EPROM, Flash, FRAM)
- Dodatkowa pamięć danych RAM (SRAM, DRAM)
- Szeregowa pamięć danych EEPROM (interfejs SPI, I2C)
- Karty pamięci masowych np. typu SD
- Porty równoległe (wejściowe i wyjściowe)
- Porty szeregowy (UART, SPI, I2C, CAN, USB, Ethernet)
- Przetwornik analogowo-cyfrowy (interfejs równoległy lub szeregowy)
- Przetwornik cyfrowo-analogowy (interfejs równoległy lub szeregowy)

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Elementy i układy najczęściej podłączane do systemu mikroprocesorowego

### Pozostałe układy i urządzenia

- Elementy do wprowadzania danych (przyciski , klawiatura 4x4, pełna klawiatura)
- Lampki, kontrolki, diody LED,
- Wyświetlacze LED, 7-segmentowe, matrycowe, (mono, kolor)
- Wyświetlacze tekstowe LCD, OLED, fluorescencyjne, próżniowe wyświetlacze VFD
- Wyświetlacze graficzne LCD, OLED , fluorescencyjne, próżniowe wyświetlacze VFD
- Moduły kamer cyfrowych
- Panele dotykowe
- Czujniki dwustanowe, (wył. krańcowe, czujniki indukcyjne, optyczne, pojemnościowe, ...)
- Elementy wykonawcze (przełączniki elektromechaniczne, półprzewodnikowe, elektrozawory, małe silniki elektryczne)
- Moduły radiowe, (443MHz, 868MHz, 2.4GHz, GPS, GSM, ZigBee)
- Czujniki temperatury RTD, termopary, czujniki półprzewodnikowe,
- Zegary czasu rzeczywistego RTC (12/24 godzinne)
- Czujniki przyspieszenia, czujniki położenia
- Czytniki pamięci masowych (USB, CF, SD, MMC, MS, SM, microSD)

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podłączanie zewnętrznych układów

Do systemu mikroprocesorowego można podłączyć zewnętrzne elementy lub układy na kilka sposobów:

1. Za pomocą sprzętowej zewnętrznej szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej. Wtedy do zapisu lub odczytu danych używa się gotowych rozkazów mikroprocesora/mikrokontrolera.
2. Za pomocą programowej zewnętrznej szyny danych, zewnętrznej szyny adresowej i zewnętrznej szyny sterującej zrealizowanej za pomocą równoległych portów I/O. Wtedy do zapisu lub odczytu danych należy napisać procedury.
3. Za pomocą równoległych portów I/O, zapis lub odczyt poprzez odpowiednie sterowanie poszczególnych końcówek portu.
4. Za pomocą interfejsów szeregowych sprzętowych lub interfejsów szeregowych programowych.

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

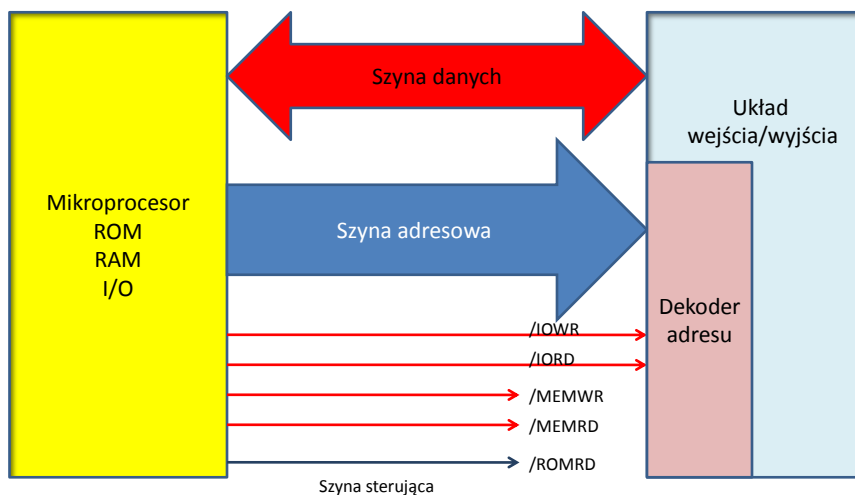
## Podłączanie zewnętrznych układów

sprzętowa zewnętrzna szyny danych, szyna adresowa i szyna sterująca

- Ta metoda zapewnia najszybszy dostęp do podłączonego układu lub urządzenia.
- Wystarczy jeden rozkaz jednostki CPU do zapisu lub odczytu.
- Jeżeli jest kilka układów I/O należy je wyposażyć w dekodery adresów.
- Jest to najlepszy sposób do podłączenia zewnętrznej pamięci ROM i RAM.
- Korzystając z takiej możliwości należy pamiętać o tzw. „wolnych” układach typu I/O, np. wyświetlacze LCD, które wymagają odpowiednio dłuższych czasów zapisu lub odczytu, wymaga to użycia dłuższych czasów sygnałów zapisu lub odczytu, tzw. wait-states.

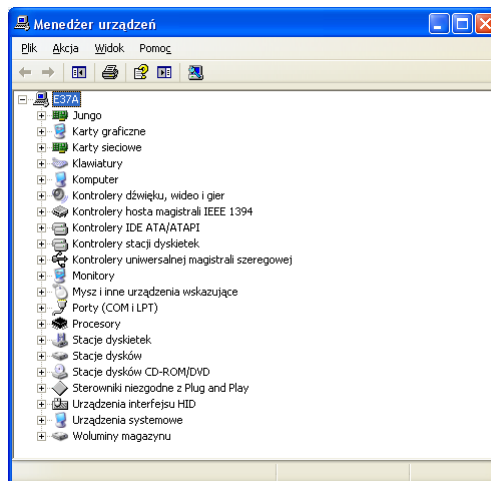
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podstawowy system mikroprocesorowy – podłączenie za pomocą szyny danych, adresowej i sterującej



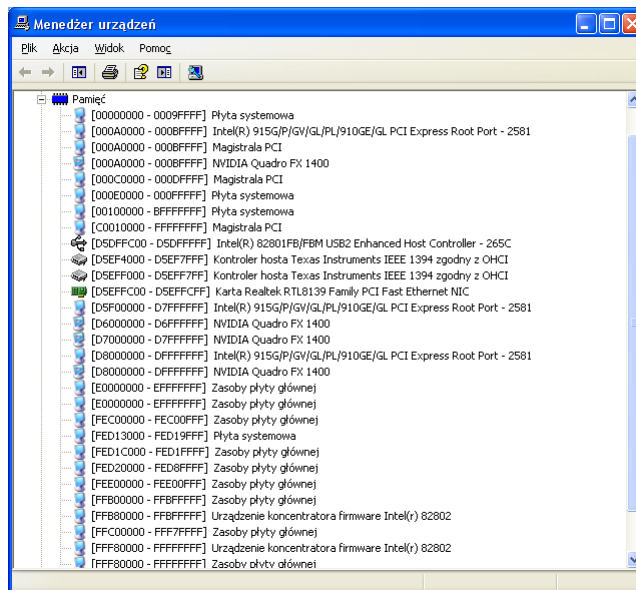
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Układy, urządzenia w komputerze klasy PC



Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Przykład rozmieszczenia układów i urządzeń w przestrzeni adresowej pamięci danych w komputerze PC



## Przykład rozmieszczenia układów i urządzeń w przestrzeni adresowej układów I/O w komputerze PC

[000000E0 - 000000EF]	Zasoby płyty głównej
[000000F0 - 000000FF]	Processor numeryczny
[000001F0 - 000001F7]	Podstawowy kanał IDE
[00000274 - 00000277]	Port odczytu danych ISAPNP
[00000279 - 0000027A]	Port odczytu danych ISAPNP
[00000290 - 00000297]	Zasoby płyty głównej
[00000380 - 00000388]	Intel(R) 915G(P)/GV/GL/PL/910GE/GL PCI Express Root Port - 25B1
[00000380 - 00000388]	NVIDIA Quadro FX 1400
[000003C0 - 000003DF]	Intel(R) 915G(P)/GV/GL/PL/910GE/GL PCI Express Root Port - 25B1
[000003C0 - 000003DF]	NVIDIA Quadro FX 1400
[000003F0 - 000003F5]	Standardowy kontroler stacji dyskiek
[000003F6 - 000003F6]	Podstawowy kanał IDE
[000003F7 - 000003F7]	Standardowy kontroler stacji dyskiek
[000003F8 - 000003FF]	Port komunikacyjny (COM1)
[00000400 - 0000041F]	Intel(R) 82801FB/FBM SMBus Controller - 266A
[00000480 - 0000048F]	Zasoby płyty głównej
[000004D0 - 000004D1]	Zasoby płyty głównej
[00000800 - 0000087F]	Zasoby płyty głównej
[00000A79 - 00000A79]	Port odczytu danych ISAPNP
[00000C00 - 0000FFFF]	Magistrala PCI
[00006000 - 0000601F]	Intel(R) 82801FB/FBM USB Universal Host Controller - 2658
[00006400 - 0000641F]	Intel(R) 82801FB/FBM USB Universal Host Controller - 2659
[00006800 - 0000681F]	Intel(R) 82801FB/FBM USB Universal Host Controller - 265A
[00007000 - 0000701F]	Intel(R) 82801FB/FBM USB Universal Host Controller - 265B
[00007400 - 0000740F]	Intel(R) 82801FB Ultra ATA Storage Controllers - 2651
[00007800 - 00007803]	Intel(R) 82801FB Ultra ATA Storage Controllers - 2651
[00008000 - 00008007]	Intel(R) 82801FB Ultra ATA Storage Controllers - 2651
[00008400 - 00008403]	Intel(R) 82801FB Ultra ATA Storage Controllers - 2651
[00008800 - 00008807]	Intel(R) 82801FB Ultra ATA Storage Controllers - 2651
[00009000 - 000090FF]	Karta Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC
[00009400 - 0000947F]	FM801 PCI Audio (WDM)
[00009800 - 0000980F]	FM801 PCI Joystick Controller
[0000A000 - 0000AFFF]	Intel(R) 82801FB/FBM PCI Express Root Port - 2666
[0000B000 - 0000BFFF]	Intel(R) 82801FB/FBM PCI Express Root Port - 2664
[0000C000 - 0000CFFF]	Intel(R) 82801FB/FBM PCI Express Root Port - 2662
[0000D000 - 0000DFFF]	Intel(R) 82801FB/FBM PCI Express Root Port - 2660
[0000E000 - 0000EFFF]	Intel(R) 915G(P)/GV/GL/PL/910GE/GL PCI Express Root Port - 25B1
[0000FFA0 - 0000FFAF]	Intel(R) 82801FB/FBM Ultra ATA Storage Controllers - 266F

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podłączanie zewnętrznych układów programowa zewnętrzna szyna danych, szyna adresowa i szyna sterująca

- Tej metody najczęściej się używa do małej liczby zewnętrznych układów wejścia/wyjścia,
- wymagane jest napisanie programu do obsługi programowej szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej,
- Jest możliwość kontrolowania czasów zapisu i odczytu
- Ta metoda jest stosowana w mikrokontrolerach, które nie mają zewnętrznej sprzętowej szyny danych, adresowej i sterującej

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podłączanie zewnętrznych układów

### równoległe porty wejścia/wyjścia w mikrokontrolerze

- Metoda najczęściej używana do małej liczby zewnętrznych układów wejścia/wyjścia,
- umożliwia ustawianie pojedynczych bitów i kontrolowanie czasów trwania stanów zapisu/odczytu.
- przy kilku układach I/O wymagana jest odpowiednia liczba końcówek w mikrokontrolerze,
- każdy układ I/O wymaga napisania programu do jego obsługi,
- w ten sposób podłącza się np. wyświetlacze LCD tekstowe lub graficzne, klawiaturę itp.

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podłączanie zewnętrznych układów

### sprzętowy port szeregowy w mikrokontrolerze

- Dzięki tej metodzie można podłączyć większą liczbę układów I/O, które są wyposażone w interfejs do transmisji szeregowej,
- szybkość wymiany danych może być mniejsza w porównaniu z sprzętową szyną danych,
- podłączenie w ten sposób upraszcza podłączenie elektryczne układów, mniejsza liczba połączeń elektrycznych,
- Wymagana jest minimalna liczba końcówek mikrokontrolera do obsługi zewnętrznych układów,
- Oprogramowanie wymaga wstępnego zaprogramowania wybranego portu szeregowego a później tylko zapis lub odczyt wybranych rejestrów portu w celu zapisu lub odczytu odebranych danych,
- do tego celu najczęściej używa się interfejsów typu I2C, SM-Bus, SPI, Microwire, 1-wire

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK



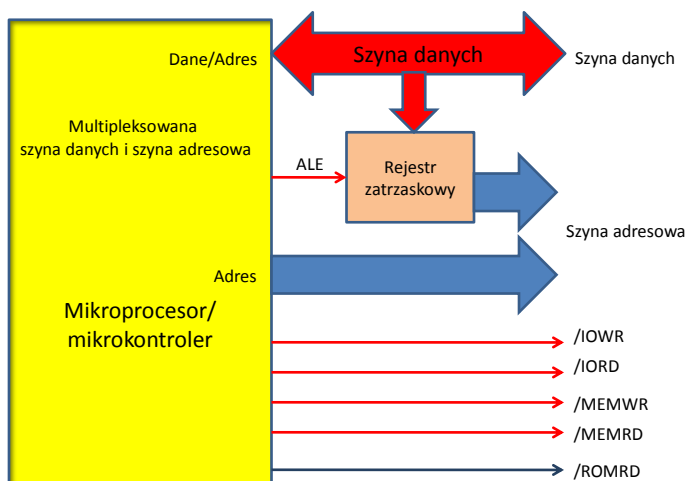
## Podłączanie zewnętrznych układów

### programowy port szeregowy w mikrokontrolerze

- W tej metodzie w sposób programowy następuje obsługa portu szeregowego,
- powoduje to spowolnienie wymiany danych i większość obciążalność jednostki CPU na obsługę, np. generowanie sygnału zegarowego,
- pozostałe właściwości tej metody są podobne jak wymiana danych za pomocą sprzętowego portu szeregowego,
- tą metodę można użyć w prostym mikrokontrolerze, który np. nie posiada portu typu I2C, SM-Bus, SPI,

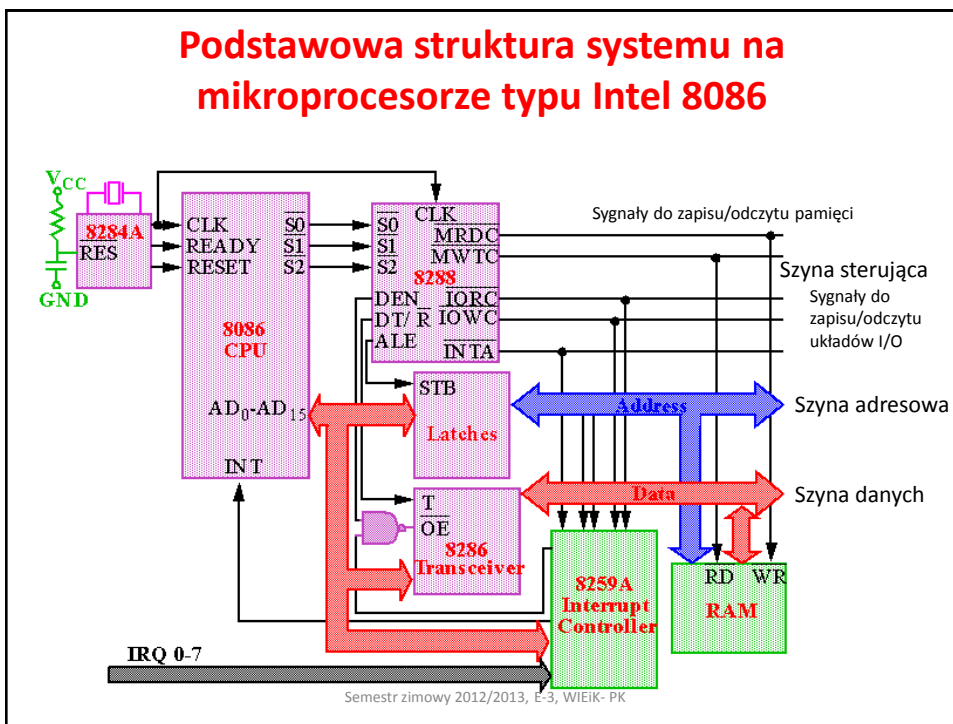
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podstawowy system mikroprocesorowy z układem rozdzielającym szynę danych i szynę adresową



Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podstawowa struktura systemu na mikroprocesorze typu Intel 8086

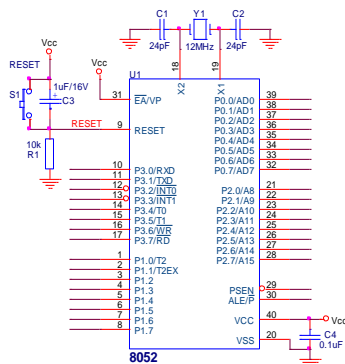


## Podłączanie pamięci ROM i RAM

- Zewnętrzną pamięć programu ROM można podłączyć do systemu za pomocą szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej. Jest to najlepszy sposób i zapewnia szybki dostęp do pamięci programu.
- Zewnętrzną pamięć danych RAM można podłączyć do systemu za pomocą szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej. Jest to najlepszy sposób i zapewnia szybki dostęp do pamięci.
- Pamięć danych, najczęściej typu EEPROM lub typu Flash można podłączyć do systemu za pomocą interfejsu szeregowego np. typu I2C, SPI, 1-Wire. Taka pamięć jest nieulotna i służy do zapamiętywania tylko wybranych danych, parametrów, nastaw, haseł dostępu, itp.

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

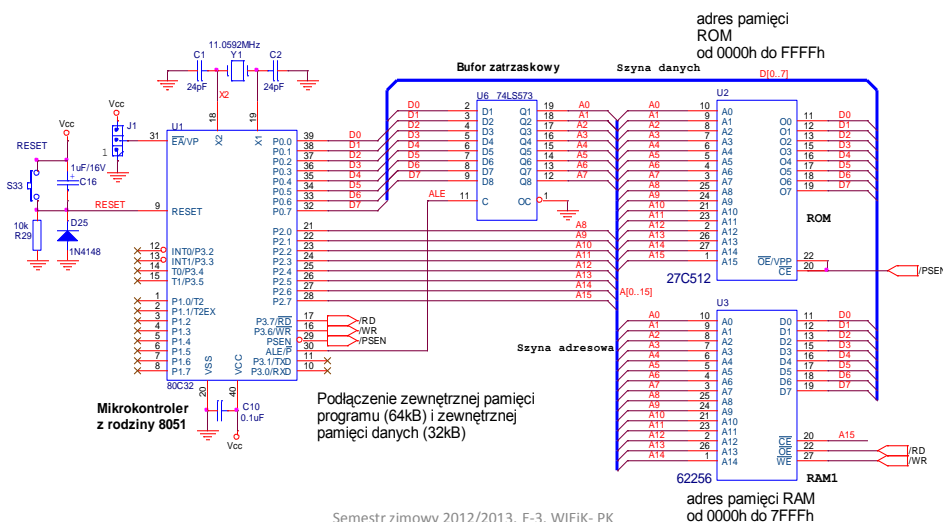
## Podstawowa konfiguracja mikrokontrolera 8051/8052



Wszystkie końcówki portów I/O do wykorzystania,  
 Możliwość stworzenia zewnętrznej szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej.  
*Przy podłączeniu odbiorników do wyjść mikrokontrolera należy pamiętać o maksymalnym prądzie obciążenia końcówki (max prąd wpływający i wypływający).*

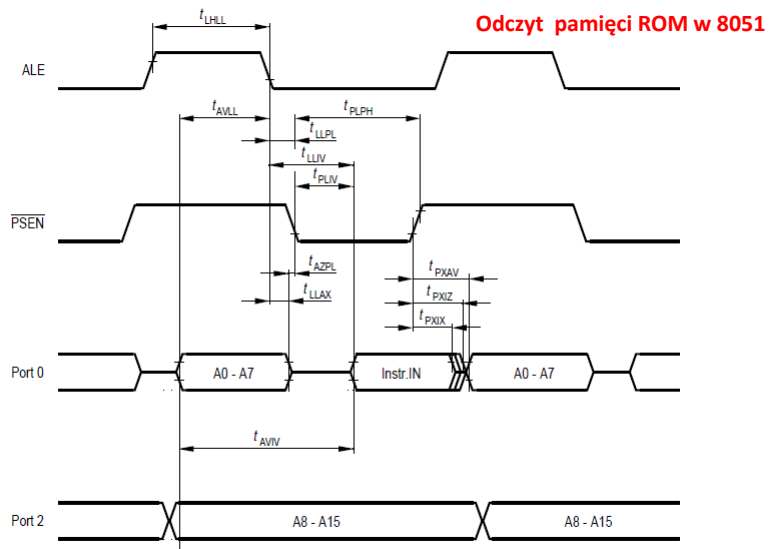
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podłączenie do 8051 zewnętrznej pamięci ROM i zewnętrznej pamięci RAM

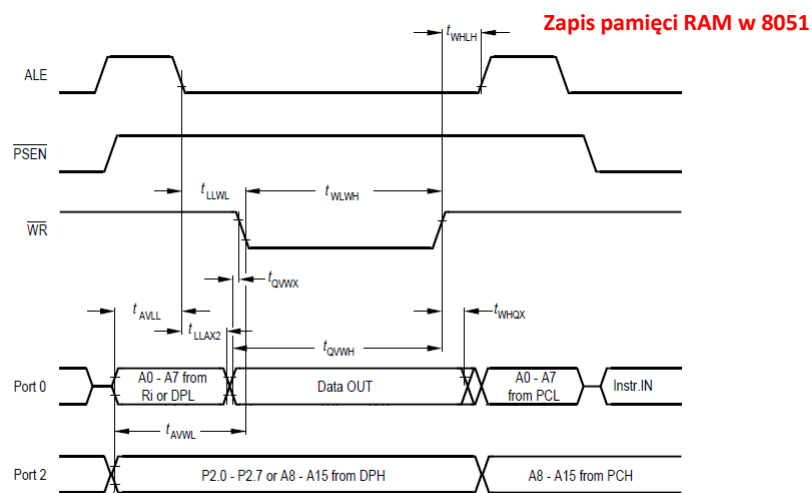


Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

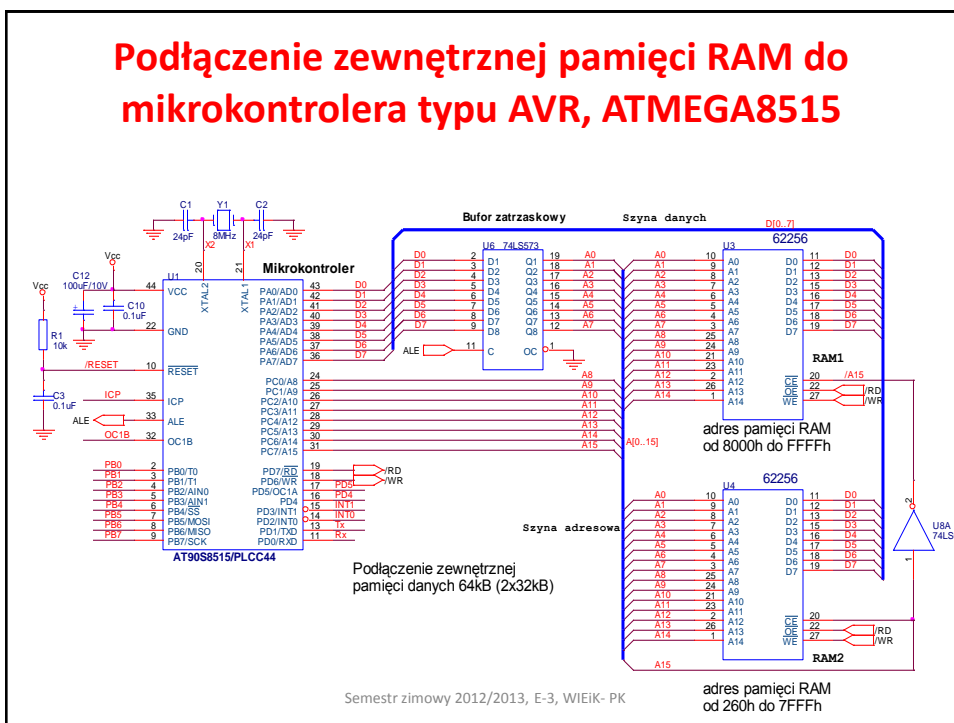
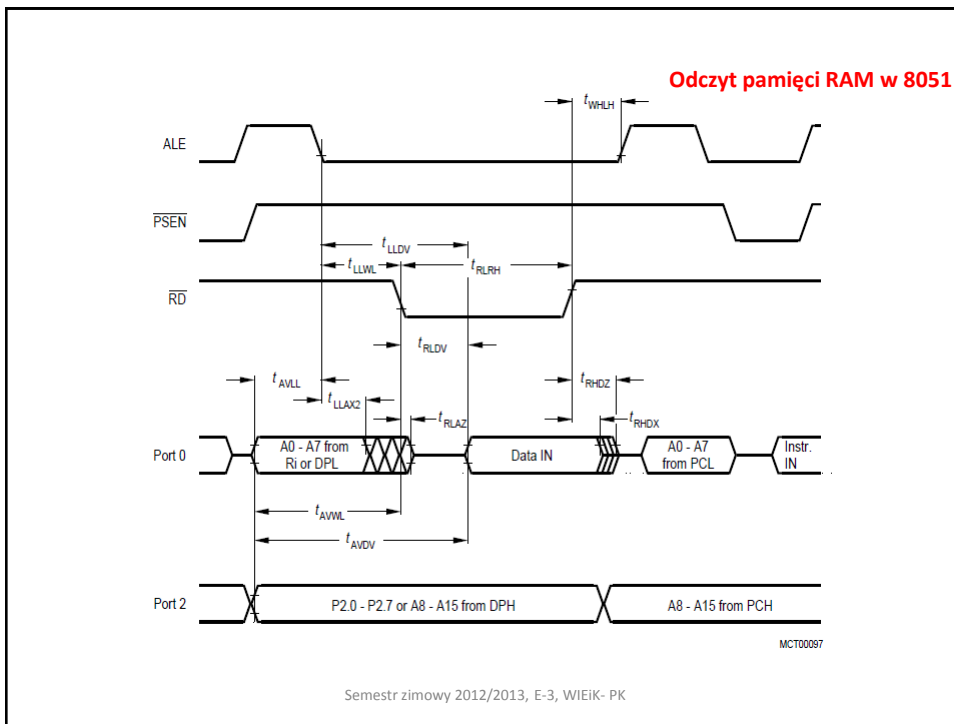
## Parametry czasowe do zapisu lub odczytu pamięci i układów I/O



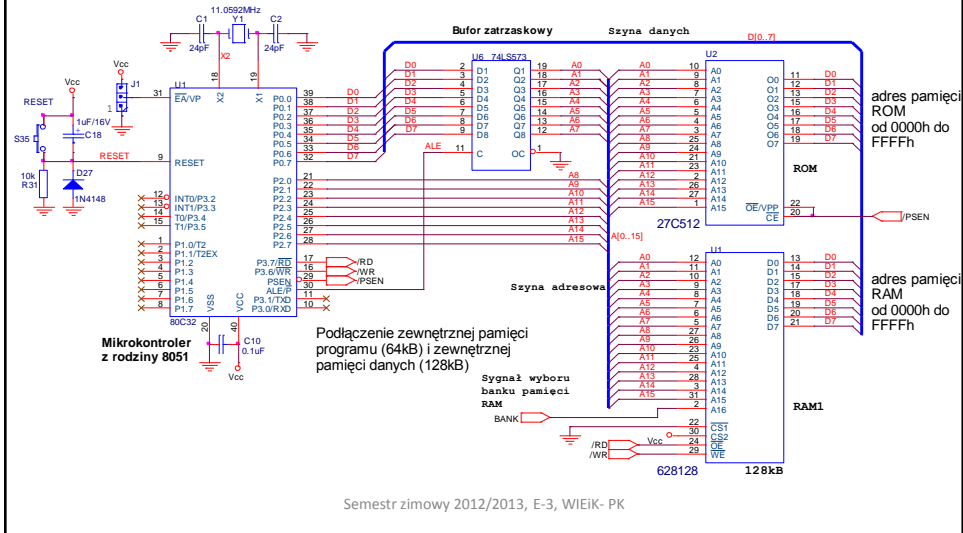
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK



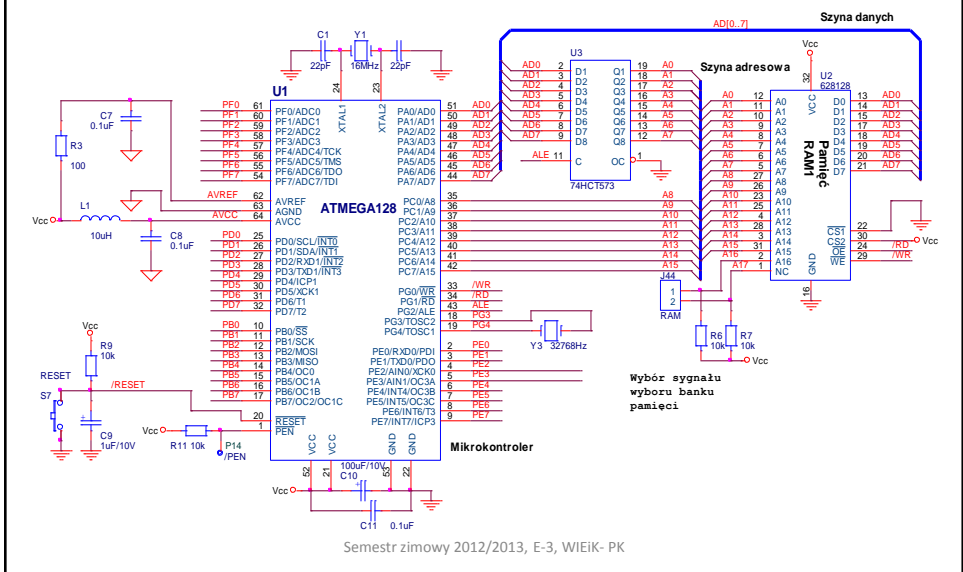
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK



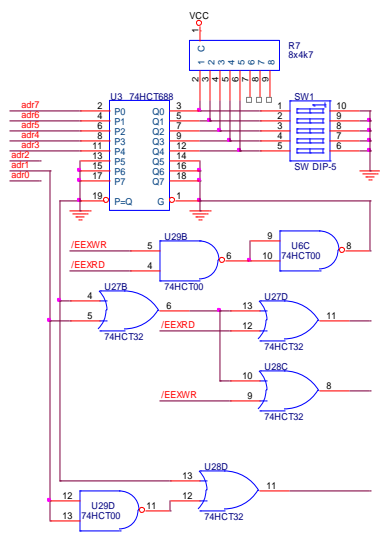
## Podłączenie do 8051 zewnętrznej pamięci ROM (64kB) i zewnętrznej pamięci RAM (128kB)



## Podłączenie zewnętrznej pamięci RAM do mikrokontrolera typu AVR, ATMEGA128

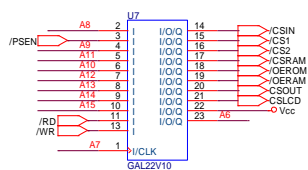


## Dekoder adresu



Dekoder adresu na typowych układach logicznych

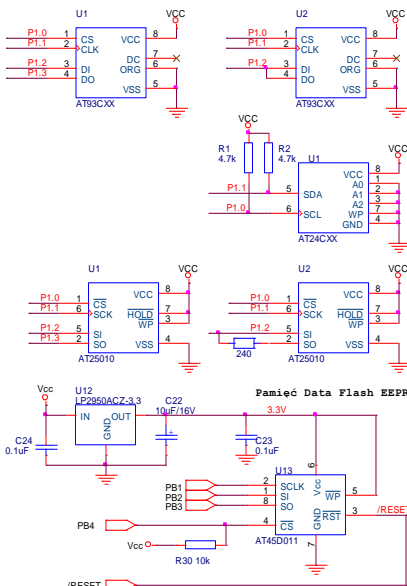
Podłączenie układów lub urządzeń (ROM, RAM, I/O) do szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej wymaga aby każdy układ miał dekodery adresów, który rozpoznaje adresy i operację zapisu lub odczytu.



Dekoder adresu na układzie programowalnym typu GAL22V10

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Szeregowe pamięci EEPROM



Podłączenie pamięci typu 3-wire Bus, SPI

Podłączenie pamięci typu I2C (2-wire Bus)

Podłączenie pamięci typu SPI (4-wire Bus)

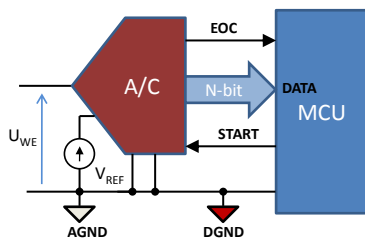
Obudowa DIP8, SO8, TSSOP8, MSOP8



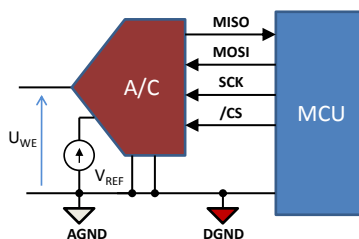
Podłączenie pamięci typu Flash, 3-wire Bus SPI

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

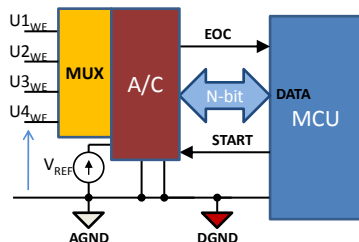
## Podłączanie przetworników A/C do systemu



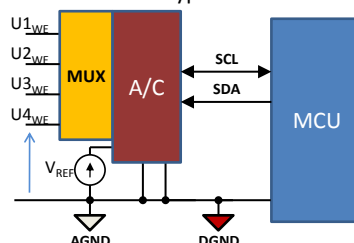
Przetwornik A/C z wyjściem równoległym



Przetwornik A/C z wyjściem szeregowym, typu SPI



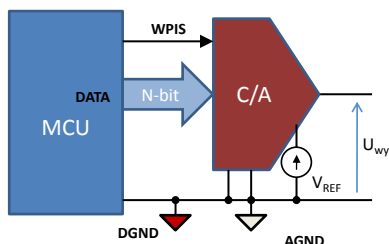
Czterokanałowy przetwornik A/C z wyjściem równoległym



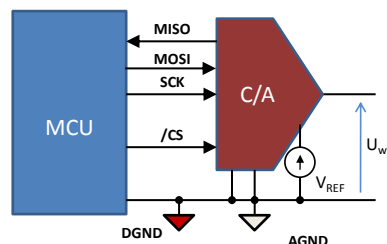
Czterokanałowy przetwornik A/C z wyjściem szeregowym typu I2C

Semestr zimowy 2012/2013

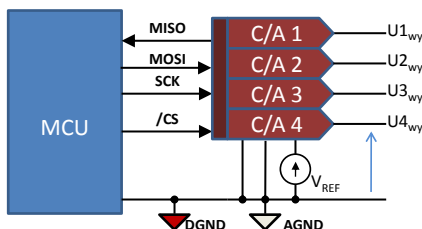
## Podłączanie przetworników C/A



Przetwornik C/A z wejściem równoległym



Przetwornik C/A z wejściem szeregowym typu SPI

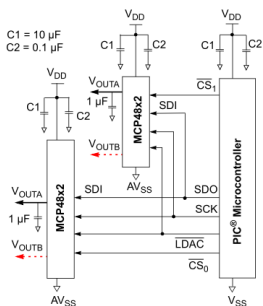


Cztero-kanałowy przetwornik C/A z wejściem szeregowym typu SPI

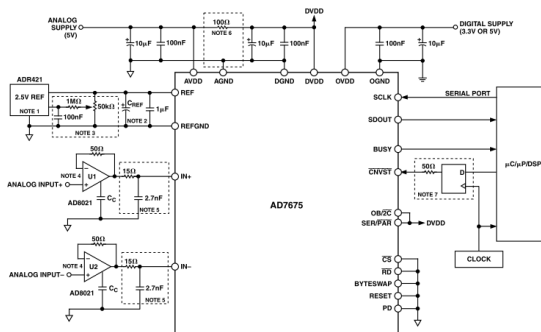
Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK



## Przetwornik A/C, C/A



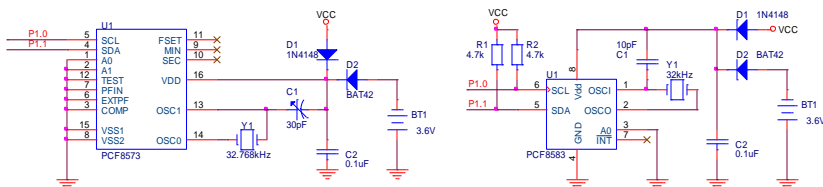
Podłączenie dwóch układów typu MCP4822 (2x C/A 12-bit) po interfejsie SPI



Podłączenie układów typu AD7675 (A/C 16-bit) po interfejsie SPI

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

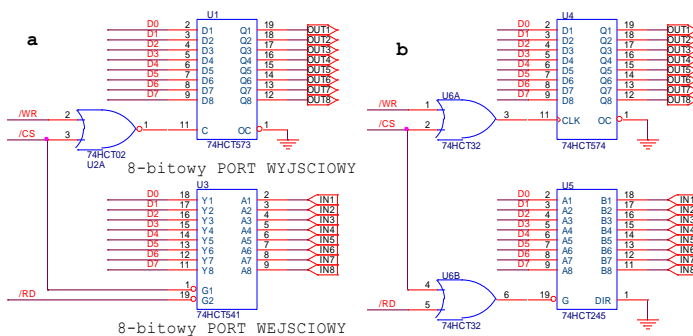
## Zegar czasu rzeczywistego RTC z dostępem szeregowym



Podłączenie układów RTC za pomocą interfejsu I2C

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

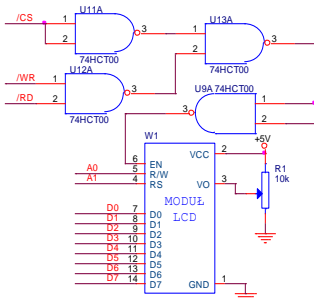
## Dodatkowe porty wejścia/wyjścia



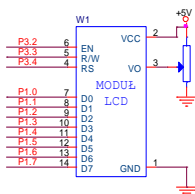
Prosta realizacja dodatkowych 8-bitowych portów I/O,

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

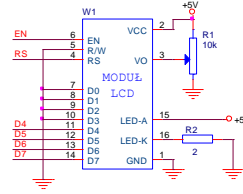
## Alfanumeryczny wyświetlacz LCD



LCD podłączony do szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej. Tryb pracy 8-bitowy



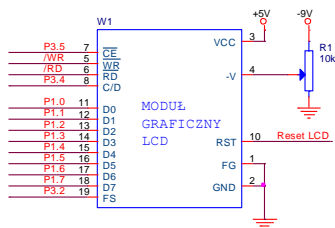
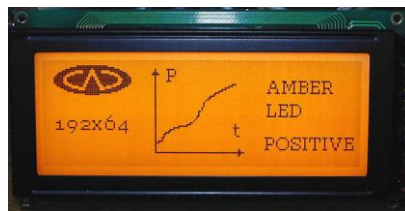
LCD podłączony bezpośrednio do portów I/O, tryb pracy 8-bitowy



LCD podłączony bezpośrednio do portów I/O, tryb pracy 4-bitowy

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Graficzny wyświetlacz LCD

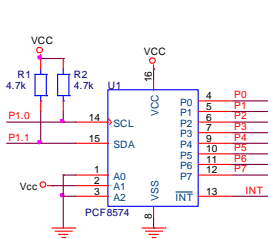


LCD podłączony bezpośrednio do portów I/O, tryb pracy 8-bitowy

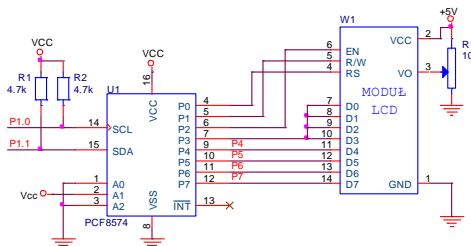
LCD podłączony do szyny danych, szyny adresowej i szyny sterującej.  
Tryb pracy 8-bitowy

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Przejście z interfejsu szeregowego na równoległy



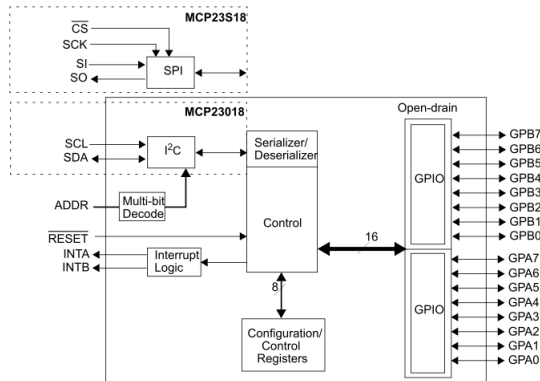
Expander interfejsu I2C na 8-bitowy równoległy port wejścia/wyjścia



Expander interfejsu I2C do sterowania wyświetlaczem LCD

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

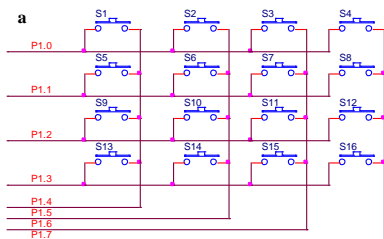
## Przejęcie z interfejsu szeregowego na równoległy



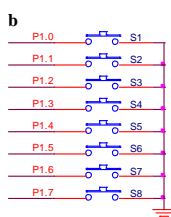
Expander magistrali I2C lub SPI na 16-bitowy równoległy port wejścia/wyjścia, firmy Microchip

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

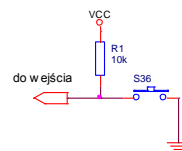
## Przyciski i klawiatury



Konfiguracja klawiatury matrycowej



Konfiguracja klawiatury 8-stykowej



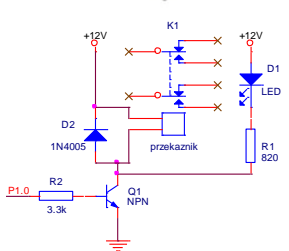
Pojedynczy styk

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

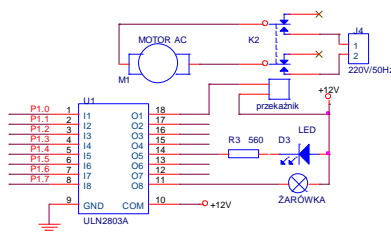
## Przełączniki

Sterowanie przełącznikiem elektromagnetycznym wymaga dodatkowego obwodu wzmacniającego

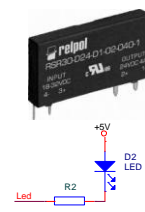
Sterowanie przełącznikiem półprzewodnikowym (SSR) na +5V, bezpośrednio z mikrokontrolera



Układ z tranzystorem NPN, włączenie stanem logicznym '1'



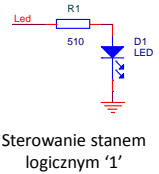
Rozwiązanie z specjalizowanym układem scalonym, włączenie stanem logicznym '1'



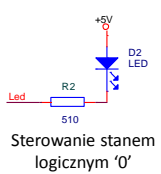
włączenie stanem logicznym '0'

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

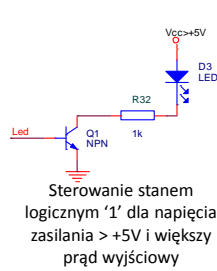
## Diody LED i wyświetlacze LED



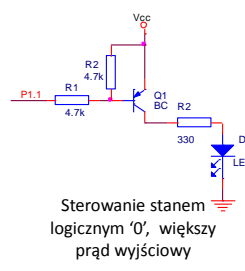
Sterowanie stanem logicznym '1'



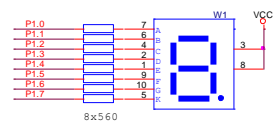
Sterowanie stanem logicznym '0'



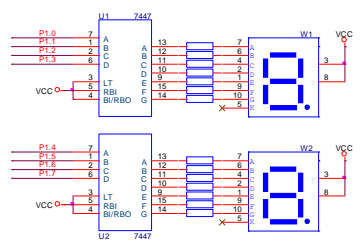
Sterowanie stanem logicznym '1' dla napięcia zasilania > +5V i większy prąd wyjściowy



Sterowanie stanem logicznym '0', większy prąd wyjściowy



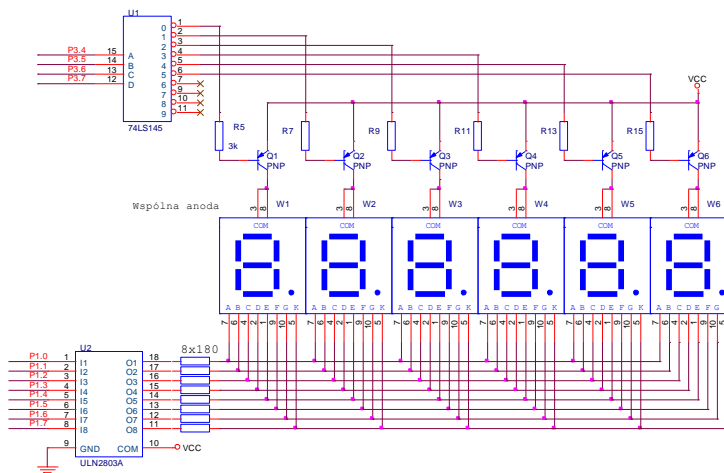
Pojedynczy wyświetlacz 7-segmentowych



Zespół dwóch wyświetlaczy 7-segmentowych

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

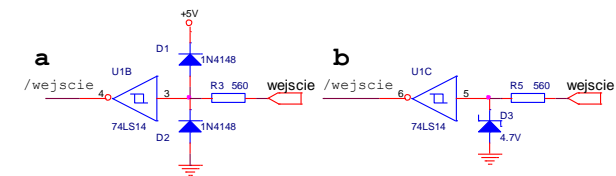
## Wyświetlacz LED



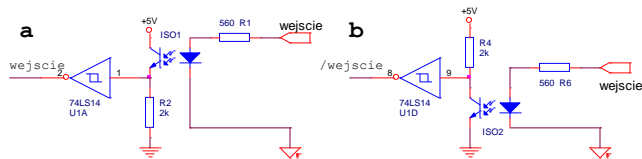
Zespół 6 wyświetlaczy 7-segmentowych,  
sterowanie multipleksowe

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Wejścia logiczne



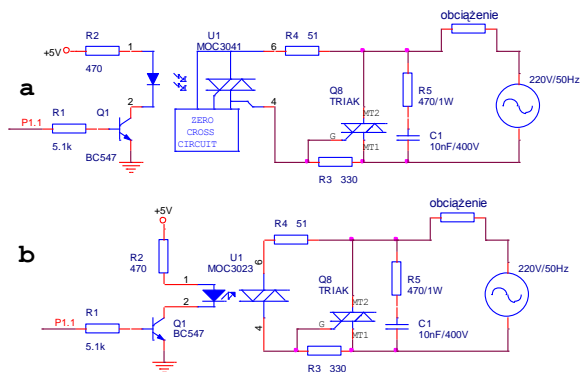
Wejścia logiczne bez izolacji galwanicznej



Wejścia logiczne z izolacją galwaniczną

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Wyjście z optoizolacją



Sterowanie odbiornikiem mocy typu AC zasilanych z sieci energetycznej 230V/50Hz, włączenie stanem logicznym '1'

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK

## Podsumowanie

- Przy projektowaniu i budowie układu sterowania opartego o jakiś system mikroprocesorowy należy się kierować zasadą, że lepiej wybrać taki typ mikrokontrolera aby posiadał jak najwięcej elementów i układów wymaganych do naszej aplikacji.
- Wybrać taki rodzaj (typ, model) mikrokontrolera, który ma wystarczającą ilość wewnętrznej pamięci programu i pamięci danych. Nie dołączać zewnętrznych pamięci programu.
- Pamięć zewnętrzna danych najczęściej z dostępem szeregowym, nieulotna
- Należy wykorzystać jak najwięcej gotowych elementów lub układów do budowy nowego systemu mikroprocesorowego, które gwarantują poprawne działanie i niezawodność a także łatwiejsze oprogramowanie.
- Zewnętrzne układy i urządzenia najlepiej podłączać do systemu za pomocą interfejsów szeregowych (mniejsza liczba połączeń, mniejsze obudowy). Konstrukcja takiego układu jest prostsza i bardziej niezawodna.
- *Przy podłączaniu zewnętrznych sygnałów (logicznych i analogowych) do mikrokontrolera należy pamiętać o maksymalnych wartościach napięć wejściowych.*
- *Przy podłączaniu odbiorników do wyjść mikrokontrolera należy pamiętać o maksymalnym prądzie obciążenia końcówki (max prąd wpływający i wypływający).*

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK- PK