

## 4. Porturi de intrare-ieșire

Porturile I/O (Input/Output), Figura 4.1, ale unui microcontroller reprezintă legătura cu lumea exterioară prin care acesta poate să trimită și să primească date (semnale).

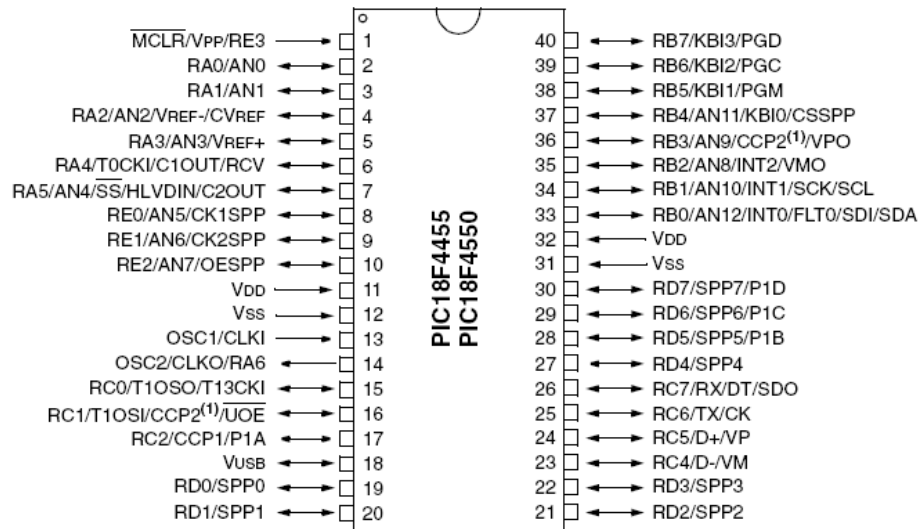


Figura 4.1. Pini fizici și porturile microcontrollerului

### 4.1 Structura generală a porturilor.

Microcontrollerul PIC18F4455 are 5 porturi de intrare/ieșire (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE), fiecare pin al acestora fiind multiplexat cu mai multe funcționalități. În general, dacă se folosește un periferic, atunci pini corespunzători acestuia nu pot fi folosiți ca pini de intrare/ieșire de uz general.

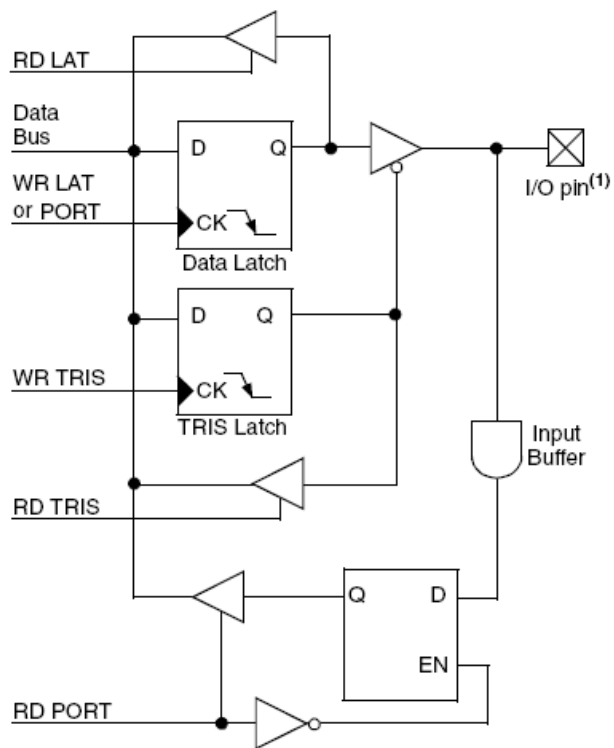
Fiecare port are trei regiștrii folosiți pentru configurarea și manipularea lui:

- registrul TRIS (de configurare a direcției pinilor portului)
- registrul PORT (de citire/scriere a datelor pe port)
- registrul LAT (de stocare a datelor citite de pe port)

Prin registrul TRIS corespunzător fiecărui port se poate configura direcția individuală a pinilor. Astfel, un bit egal cu 0 va seta pinul corespunzător pe ieșire, iar un bit = 1 va seta pinul corespunzător pe intrare.

Exemplul 4.1. Configurarea pinilor 0 și 1 ai portului D pentru ieșire și restul pinilor pentru intrare.

```
;Rutină de configurare a direcției pinilor
Setare_Port:
    MOVLW    B'11111100'
    MOVWF    TRISD
    RETURN
```



**Note 1:** I/O pins have diode protection to VDD and VSS.

Figura 4.2 Structura generală a unui port

Citirea registrului PORTx echivalează cu o citire a nivelelor de tensiune existente pe pini (dacă pinii respectivi sunt de intrare), transformați prin circuite Trigger-Schmitt, în nivele TTL. Astfel, dacă un anumit pin este configurat pentru intrare, atunci o citire egală cu 0 va corespunde unui nivel de tensiune egal cu Vss. Pe de altă parte, dacă se citește o valoare egală cu 1, aceasta va corespunde unui nivel de tensiune egal cu Vdd.

Caracteristica	Valoare [mA]
Curentul maxim de ieșire pe Vss	300
Curentul maxim de intrare pe Vdd	250
Curentul maxim de intrare pe pinul oricărui port	25
Curentul maxim de ieșire pe pinul oricărui port	25
Curentul maxim de ieșire pe toate porturile	200
Curentul maxim de intrare pe toate porturile	200

Tabelul 4.1. Caracteristici electrice ale porturilor  
(valabile doar pentru PIC18F445x)

Exemplul 4.2. Citirea și scrierea portului D configurat în exemplul 4.1.

```

Testare_Port:
    BSF    PORTD, 0           ;scriere portului pe biți
    BCF    PORTD, 1
    MOVFF  PORTD, 0x00 ;citirea portului
Ciclu:

```

```

BTFSS PORTD, 2          ;testarea pinului 2
GOTO Ciclu              ;până când devine 1
RETURN

```

Registrul LATx stochează ultima valoare citită de pe PORT. Valoarea registrului se va modifica doar la următoarea citire a portului, indiferent de modificările apărute ulterior în stările pinilor, sau la scrierea portului. Acest registru este foarte util dacă în timpul execuției programului se modifică direcția pinilor, întrucât citirea unor pini, direct din registrul PORTx, configurați pentru ieșire va returna întotdeauna valoarea 0.

Exemplul 4.3. Întrucât portul A este multiplexat cu convertorul A/D și cu un comparator, configurarea acestuia implică și dezactivarea acestor periferice întrucât ele dezactivează nivelele TTL necesare diferențierii valorii 0 și 1.

```

;Rutină de configurare port A
Setare_Port:
    CLRF    PORTA      ;Ștergerea registrului PORTA
    CLRF    LATA       ;Ștergerea registrului LATA
    MOVLW  0Fh        ;Configurare convertor A/D
    MOVWF  ADCON1     ;pentru intrări digitale
    MOVLW  07h        ;Configure comparatoare
    MOVWF  CMCON      ;pentru intrări digitale

    MOVLW  B'11111100' ;Setare RA<2:7> ca intrare
    MOVWF  TRISA      ;și RA<0:1> ca ieșire

```

## 4.2 Legarea circuitelor externe.

Pentru legarea de butoane, LED-uri și alte componente externe la un microcontroller, trebuie respectate cu strictețe limitele curenților de intrare și ieșire ale microcontrollerului (Tabelul 4.1) precum și ale componentelor externe. De exemplu, pentru legarea unor LED-uri, trebuie respectate specificațiile electrice ale acestora, câteva dintre aceste limite fiind prezentate în Tabelul 4.2. Nerespectarea limitelor impuse va duce la arderea pinului sau al întregului port precum și la arderea componentei externe (în cazul în care nu este protejată).

Culoare	Lungimea de bandă corespunzătoare intensității luminoase maxime [nm]	Materialul de bază	Tensiunea de deschidere la un curent de 10mA [V]	Intensitatea luminousă la 10mA [m cd]
Infraroșu	900	Galiu-Arseniu	1.3 ... 1.5	
Roșu	655	Galiu-Arseniu-Fosfor	1.6 ... 1.8	0.4 ... 1.0
Roșu deschis	635	Galiu-Arseniu-Fosfor	2.0 ... 2.2	2.0 ... 4.0
Galben	583	Galiu-Arseniu-Fosfor	2.0 ... 2.2	1.0 ... 3.0
Verde	565	Galiu-Forfor	2.2 ... 2.4	0.5 ... 3.0
Albastru	490	Galiu-Nitriu	3.0 ... 5.0	0.5 ... 2.0

## Tabelul 4.2. Caracteristicile principale ale diodelor luminoase

Un exemplu de legare a unui LED și a unui buton la microcontroler se poate vedea în Figura 4.3 (a). În cazul acesta, pinul D0 trebuie să fie de intrare, iar pinul D2 de ieșire. Prin testarea bitului D0 al registrului PORTD se va putea determina starea butonului. Dacă este apăsat, se va citi valoarea 0, altfel, valoarea 1. LED-ul se va aprinde la setarea pe 1 a bitului D2.

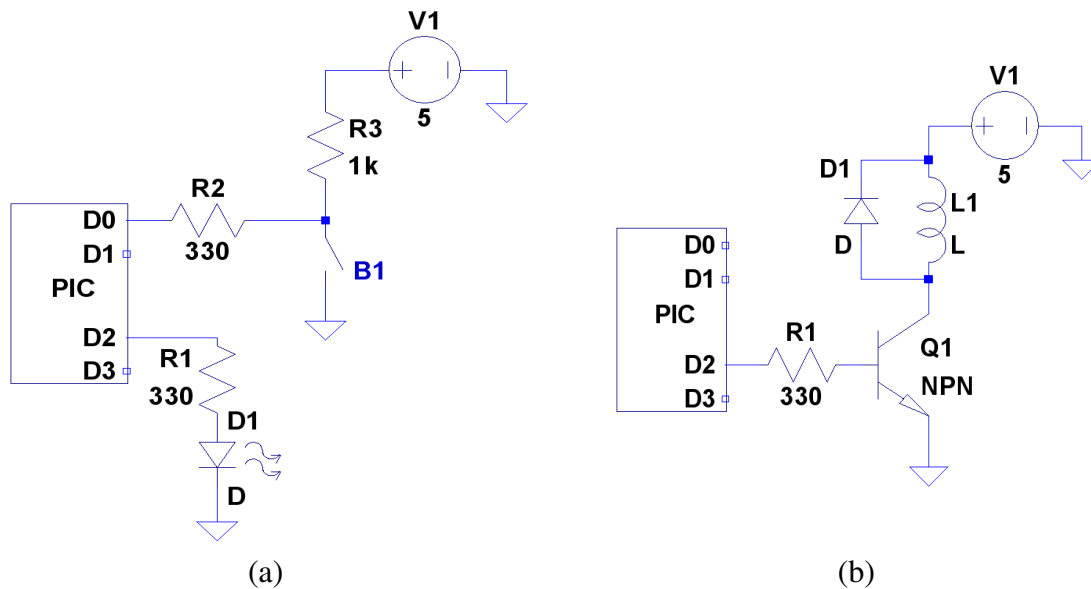


Figura 4.3. (a) Legarea unui buton și a unui LED. (b) Comanda unui ventilator

În Figura 4.3 (b) se poate observa comanda unui ventilator, reprezentat sub forma unei bobine L1. Tranzistorul a fost introdus întrucât legarea directă a ventilatorului (ce consumă curenți mai mari de 25 mA) ar fi dus la arderea portului. După cum se poate observa, din prisma microcontrolerului, comanda ventilatorului nu s-a schimbat deloc față de comanda LED-ului. Dacă se dorește pornirea ventilatorului, se va pune D2 pe 1, ceea ce va face ca tranzistorul Q1 să permită trecerea curentului de la colector la emitor, rezultând astfel punerea în funcțiune a ventilatorului. Pentru a proteja circuitul extern de curenții induși de bobină, s-a introdus în schemă dioda D1.

### 4.3 Implementarea unui simplu program de test al butoanelor

În cele ce urmează se va prezenta diagrama de activitate și implementarea unui simplu program care testează dacă două butoane (conectate pe D0 și D1) sunt apăsată și în caz afirmativ aprinde LED-ul corespunzător (pentru D0 se va aprinde LED-ul conectat pe D2 iar pentru D1 se va aprinde LED-ul conectat pe D3).

Diagrama de activitate se poate vedea în Figura 4.4.

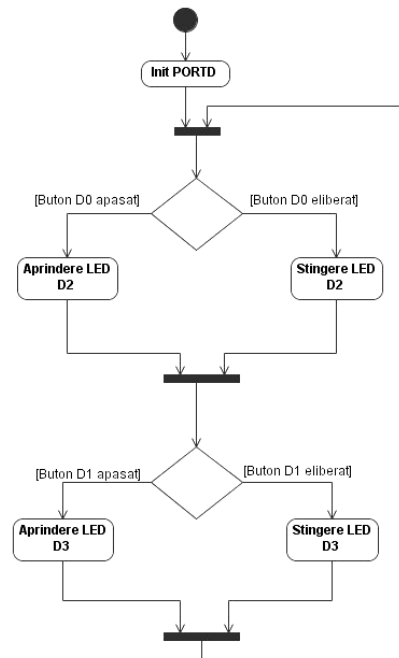


Figura 4.4. Diagrama de activitate pentru testarea a două butoane conectate la D0 și D1 și aprinderea a două LED-uri conectate la D2, D3

```

#include "P18F4455.INC"

BUTTON0 EQU 0
BUTTON1 EQU 1
LED0 EQU 2
LED1 EQU 3

ORG 0X00

CLRF PORTD
MOVLW 0X03
MOVWF TRISD

MAIN_LOOP:

    BTFSS PORTD, BUTTON0
    GOTO PRESSED0

NOT_PRESSED0:
    BCF PORTD, LED0
    GOTO B1

PRESSED0:
    BSF PORTD, LED0

B1:
    BTFSS PORTD, BUTTON1
    GOTO PRESSED1

NOT_PRESSED1:
    BCF PORTD, LED1
    GOTO MAIN_LOOP
  
```

```
PRESSED1 :  
    BSF          PORTD, LED1  
    GOTO        MAIN_LOOP  
  
END
```

#### 4.4 Detectarea fronturilor

De cele mai multe ori, aplicațiile cu microcontroller necesită detectarea modificărilor de stare și nu stările efective ale semnalelor de intrare. Dacă luăm în considerare reglarea ceasului cu afișaj electronic, incrementarea numărului afișat doar la detectarea unui front este o problemă vitală. Acest principiu nu se aplică doar la butoane ci și la recepționarea datelor de la un senzor de la care datele sunt primite sub forma unui tren de impulsuri PWM.

Detectarea apăsării unui buton necesită o atenție specială întrucât în acest caz intră în calcul și o serie de elemente fizice care influențează direct semnalul rezultat. Astfel, semnalul rezultat prezintă foarte multe zgomote la început, zgomote care sunt percepute de microcontroller ca fiind apăsări succesive ale butonului.

Intervalul de stabilizare a semnalului se numește *prel*. Intervalul de timp alocat *prel*-ului poate varia foarte mult în funcție de tipul butonului și caracteristicile apăsării efectuate (e.g. o apăsare lentă sau una rapidă). Tocmai din această cauză, înainte de a trece la implementare, trebuie determinat *prel*-ul mediu al butonului implicat utilizând un osciloscop.

Pentru a detecta corect o apăsare, se va stabili un interval de timp  $\Delta P$  corespunzător *prel*-ului mediu măsurat pentru buton. La apariția unui front de apăsare, se așteaptă un timp  $\Delta P$  în care alte fronturi nu se iau în considerare. După expirarea acestui interval, se poate considera că a avut loc o apăsare. În același timp, se poate trece la detectarea unei noi apăsări.

Butoanele cu care se lucrează în cadrul laboratorului au un *prel* cuprins între  $200 \mu s$  și  $10ms$ . Pentru a fi siguri că *prel*-ul a fost depășit se va considera  $\Delta P = 10ms$ .

#### 4.5 Problemă de laborator

Fie un set de 8 LED-uri legate la PORTB și două butoane legate pe PORTD, pinii 0 și 1. Să se realizeze diagrama de activitate și să se implementeze incrementarea numărului afișat (în binar) la fiecare apăsare a unuia din cele două butoane.